

MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS: ESTUDOS E PESQUISAS APRESENTADOS NO 5º SIMPÓSIO INTERNACIONAL



**SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE MICROBACIAS
HIDROGRÁFICAS**



**“Biomass Brasileiros: conservação da
biodiversidade, solo, floresta e água”**



EDITORES

**Valdemir Antônio Rodrigues
Hygor Evangelista Siqueira
Paulo José Desidério de Oliveira
Luiza Zulian Pinheiro
Luís Alberto Bucci**

ISBN: 978-85-9818-793-8

2 0 1 7

Microbacias Hidrográficas: Estudos e
pesquisas apresentados no
5º Simpósio Internacional

***“Biomas Brasileiros:
conservação da biodiversidade,
solo, floresta e água”***

Valdemir Antônio Rodrigues
Hygor Evangelista Siqueira
Paulo José Desidério de Oliveira
Luiza Zulian Pinheiro
Luís Alberto Bucci
(Editores)

ISBN: 978-85-9818-793-8

Valdemir Antônio Rodrigues
Hygor Evangelista Siqueira
Paulo José Desidério de Oliveira
Luiza Zulian Pinheiro
Luís Alberto Bucci
Editores

CAPA/ARTE
Rendel Fahl Pinheiro

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M626 Microbacias Hidrográficas: Estudos e pesquisas apresentados no
5º Simpósio Internacional [livro eletrônico] / Editores :
Valdemir Antonio Rodrigues ...[et al.]. - Botucatu : Funda-
ção de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2017
1 e-book

Textos em português e espanhol

Inclui os trabalhos apresentados no 5º Simpósio Interna-
cional realizado na UNESP, Faculdade de Ciências Agronô-
micas, Campus de Botucatu, 6 a 9 de junho de 2017

Disponível em:

<http://www.fca.unesp.br/#!/eventos/microbacias/>

Outros editores: Hygor Evangelista Siqueira, Paulo José
Desidério de Oliveira, Luiza Zulian Pinheiro, Luís Alberto
Bucci

ISBN online: 978-85-98187-938

1. Microbacias hidrográficas - Palestras e conferências. 2.
Recursos hídricos - Palestras e conferências. 3. Biodiversida-
de. 4. Sustentabilidade. 5. Educação ambiental. I. Rodrigues,
Valdemir Antonio. II. Siqueira, Hygor Evangelista. III. Olivei-
ra, Paulo José Desidério de. IV. Pinheiro, Luiza, Zulian. V.
Bucci, Luís Alberto. VI. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrí-
colas e Florestais.

CDD 23.ed. 551.483

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte”

Os artigos contidos neste livro são textos fiéis e de inteira responsabilidade,
principalmente autorais de seus respectivos autores, que aceitaram as normas
estabelecidas pelo evento em suas submissões.

Primeira Edição: outubro de 2017.

PREFÁCIO

Dias atrás recebi na Cúria Metropolitana de Botucatu a ilustre visita do Prof. Valdemir Antônio Rodrigues (UNESP – FCA – Campus de Botucatu). Encantado, ouvi o relato de seu tremendo e fascinante trabalho: estudos sobre microbacias – “fábrica de águas” – que já completa 25 anos de pesquisas, aulas, workshops, simpósios e educação ambiental, com enfoque na sustentabilidade da água e conscientização ambiental.

O objetivo específico deste encontro pessoal, entretanto, era colocar-me a par do 5º. Simpósio Internacional de Microbacias Hidrográficas, “Biomias Brasileiros: conservação da biodiversidade, solo, floresta e água”, realizado em Botucatu de 06 a 09 de junho de 2017, em plena consonância com a Campanha da Fraternidade (CNBB) deste ano com o tema “Fraternidade: biomas brasileiros e defesa da vida”. Por fim, ao anunciar a publicação de um “e-book” sobre o evento, concedeu-me a grande honra e imensa alegria de escrever o prefácio. Sim! É preciso divulgar sempre mais e melhor o árduo trabalho científico e tecnológico de todos os pesquisadores que empenham suas próprias vidas em favor do bem comum.

De fato, há muito tempo que a Igreja Católica, unida a outras Igrejas e um incontável número de entidades, está comprometida com tão nobre causa. Não por acaso o atual Papa adotou o nome de “Francisco” e, logo no início de seu pontificado, apresentou ao mundo a Encíclica *Laudato Si'*: *“Tomei o seu nome por guia e inspiração, no momento da minha eleição para Bispo de Roma. Acho que Francisco é o exemplo por excelência do cuidado pelo que é frágil e por uma ecologia integral, vivida com alegria e autenticidade. É o santo padroeiro de todos os que estudam e trabalham no campo da ecologia, amado também por muitos que não são cristãos. [...] Era um místico e um peregrino que vivia com simplicidade e numa maravilhosa harmonia com Deus, com os outros, com a natureza e consigo mesmo. Nele se nota até que ponto são inseparáveis a preocupação pela natureza, a justiça para com os pobres, o empenhamento na sociedade e a paz interior.”* (LS 10).

Então, nada mais justo que este prefácio seja do próprio Papa Francisco: *“Esta irmã clama contra o mal que lhe provocamos por causa do uso irresponsável e do abuso dos bens que Deus nela colocou. Crescemos a pensar que éramos seus proprietários e dominadores, autorizados a saqueá-la. A violência, que está no coração humano ferido pelo pecado, vislumbra-se nos sintomas de doença que notamos no*

solo, na água, no ar e nos seres vivos. Por isso, entre os pobres mais abandonados e maltratados, conta-se a nossa terra oprimida e devastada, que «geme e sofre as dores do parto» (Rm 8, 22). Esquecemo-nos de que nós mesmos somos terra (cf. Gn 2, 7). O nosso corpo é constituído pelos elementos do planeta; o seu ar permite-nos respirar, e a sua água vivifica-nos e restaura-nos.» (LS 02). E lança um profundo apelo: “O urgente desafio de proteger a nossa casa comum inclui a preocupação de unir toda a família humana na busca de um desenvolvimento sustentável e integral, pois sabemos que as coisas podem mudar. O Criador não nos abandona, nunca recua no seu projeto de amor, nem se arrepende de nos ter criado. A humanidade possui ainda a capacidade de colaborar na construção da nossa casa comum.” (LS 13).

Por fim, faço minhas, aplicando-as de modo muito especial aos organizadores, colaboradores e participantes do 5º. Simpósio Internacional de Microbacias Hidrográficas, “Biomas Brasileiros: conservação da biodiversidade, solo, floresta e água”, as seguintes palavras do Papa Francisco: *“Desejo agradecer, encorajar e manifestar apreço a quantos, nos mais variados setores da atividade humana, estão a trabalhar para garantir a proteção da casa que partilhamos. Uma especial gratidão é devida àqueles que lutam, com vigor, por resolver as dramáticas consequências da degradação ambiental na vida dos mais pobres do mundo.”* (LS 13).

Botucatu, 04 de outubro de 2017 – Festa de São Francisco de Assis

Dom Maurício Grotto de Camargo
Arcebispo Metropolitano de Botucatu

APRESENTAÇÃO

É com imenso prazer que lançamos este livro eletrônico (e-Bbook), que retrata o êxito do 5º Simpósio Internacional de Microbacias Hidrográficas realizado na UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil, fruto da continuidade dos simpósios realizados em 2005, 2007, 2010, 2013 e 2017. Trata-se de uma publicação com 150 trabalhos, estudos, ações e pesquisas na área de meio ambiente em Biomas brasileiros: conservação da biodiversidade, solo, floresta e água com enfoque em sustentabilidade da água nas microbacias.

O Simpósio nasceu por iniciativa do Professor Valdemir Antonio Rodrigues que, há 25 anos (Jubileu de Prata) em parceria com o Instituto Florestal de São Paulo (IF) e da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, realiza o workshop sobre o mesmo tema no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, no Laboratório de Hidrologia Florestal “Engenheiro Agrônomo Walter Emmerich” - em atividade desde 1979, fruto da cooperação técnica entre a Japan International Cooperation Agency (JICA).

A finalidade desta publicação é a difusão de atividades científicas e tecnológicas desenvolvidas no Brasil e no exterior tendo como foco a sustentabilidade da água nas microbacias, nos Biomas Brasileiros e estudos nas unidades de planejamento, solos, água, floresta e gestão dos recursos hídricos sendo o resultado de pesquisas, trabalhos e investigações de pesquisadores, docentes, discentes, técnicos, produtores rurais e outros que de forma direta e indireta, em suas atividades, envolvam as microbacias hidrográficas.

Dentre as investigações, os impactos das atividades antrópicas no solo e água; a dinâmica do ciclo hidrológico e suas inter-relações e influências das atividades socioeconômicas foram abordados, além do uso de geotecnologias no planejamento, diagnóstico e adequação ambiental, a biodiversidade, as novas formas de planejamento, gestão das microbacias e entre outros estudos relacionados ao meio ambiente.

Os trabalhos apresentados no evento foram distribuídos em 5 eixos temáticos: Biodiversidade e água no planeta; Paisagem, solos e recursos hídricos; Microbacias hidrográficas; Produção, manejo e gestão

da água; Governança da água, educação ambiental, política, legislação e serviços ambientais.

Espera-se que este livro possa contribuir nas atividades de estudantes, pesquisadores, agricultores e gestores municipais com as metodologias e técnicas aqui demonstradas pelos seus autores, nos desafios e dificuldades encontradas na conservação dos Biomas Brasileiros, no manejo das microbacias, na sustentabilidade ambiental dos ecossistemas, além da melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas.

Os capítulos aqui descritos foram fundamentais no sucesso do 5º Simpósio Internacional de Microbacias Hidrográficas, realizado em junho de 2017, no Campus Botucatu, em parceria com o Instituto Florestal de São Paulo (IF), a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) a Prefeitura Municipal de Botucatu (PMB) e a Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais.

Os editores

MENSAGEM

Estudos sobre a temática da água, florestas e microbacias hidrográficas tem aumentado consideravelmente nos últimos anos e vêm sendo tratados de forma conjunta entre a Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, e o Instituto Florestal, Núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, pela mostra de trabalhos durante 25 anos e 25 Workshops e agora no 5º Simpósio Internacional de Microbacias, fruto da dedicação do Prof. Dr. Valdemir Antonio Rodrigues.

Devido à grande seca de 2014, que afetou principalmente a região Sudeste do Brasil a necessidade de pesquisas sobre uso racional da água em ambientes silvoagropastoris e urbanos, além da avaliação de manejo das bacias hidrográficas no Estado de São Paulo é premente. A realização de eventos científicos, como esse Simpósio, é uma grande oportunidade de apresentar ao público técnico-científico, incluindo os estudantes universitários, os resultados de cooperações entre nossa instituição e o Instituto Florestal, CATI e Universidades Estrangeiras sobre a temática de manejo de microbacias hidrográficas, com foco no equilíbrio do ambiente, na preservação dos mananciais, para o abastecimento e uso adequado da água com qualidade.

A Faculdade de Ciências Agronômicas sente-se honrada em realizar parcerias com todas as instituições participantes do 5º Simpósio Internacional de Microbacias, com 130 artigos científicos completos e 15 palestras apresentadas, comemorando o “Jubileu de Prata” (25 anos de atividades na área de microbacias hidrográficas), contribuindo assim para a discussão dessas ideias, sobretudo por estar cumprindo com responsabilidade o papel a ela atribuído na formação de profissionais e na difusão da ciência e tecnologia, para que todos os envolvidos nesse tema atuem compromissados com os anseios da sociedade.

Carlos Frederico Wilcken

Diretor

Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA

Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, Brasil

SUMÁRIO

1 - PALESTRAS	24
1.1 ÁGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE	25
<i>(José Maria Tarjuelo Martín-Benito, Ángel Martínez Romero)</i>	
1.2 INTERCEPTAÇÃO PELAS COPAS, PRECIPITAÇÃO INTERNA E ILHAS DE BIODIVERSIDADE EM PINUS HALEPENSIS COM “INPUT” DE ÁGUA EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS ALBACETE - ESPANHA	34
<i>(Valdemir Antonio Rodrigues, Manuel Esteban Lucas-Borja, Francisco Antonio Garcia Morote, José Maria Tarjuelo, Francisco Antonio Garcia Morote, Antonio Ruiz Canales)</i>	
1.3 GESTIÓN DEL RIEGO EN LECHUGA MEDIANTE USO SIMULTÁNEO DE LISIMETRÍA DE PESADA, FOTOGRAFÍA CENITAL Y SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO DE BAJO COSTE. ALGUNOS RESULTADOS INICIALES.....	44
<i>(Ruiz Canales, A.; Molina Martínez, J. M.; Ferrández-Villena García, M., Fernández López, A; Chazarra Zapata, J; Cordero Gracia, J.; Oates, M.J.)</i>	
1.4 LOS ACUERDOS DE CONSERVACIÓN PARA EL AGUA Y LA BIODIVERSIDAD (APAB). UN ENFOQUE INNOVADOR PARA LA PROTECCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HIDROLÓGICOS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	48
<i>(Robert Yaguache Ordóñez)</i>	
1.5 GOVERNANÇA DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO - CONTEXTUALIZANDO UM DEBATE	57
<i>(Sidclay Pereira)</i>	
1.6 A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA PARA A CONSERVAÇÃO DA ÁGUA, UMA REFLEXÃO PARA O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO	60
<i>(José Luiz de Carvalho)</i>	
1.7 PESQUISAS NO LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL WALTER EMMERICH.....	66
<i>(Maurício Ranzini, Francisco Carlos Soriano Arcova, Valdir de Cicco)</i>	
1.8 A IMPORTÂNCIA SOCIAL DO SOLO NA DIGNIDADE DO HOMEM DO CAMPO	68
<i>(João Brunelli Júnior)</i>	
1.9 EL CULTIVO LENOSO DEL OLIVAR EN ESPANHA.....	74
<i>(Juan Antonaya Liébana)</i>	
1.10 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS COMO ELEMENTOS FUNDAMENTAIS PARA A GARANTIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	76
<i>(Wanderley da Silva Paganini, Silvio Renato Siqueira, Miriam Moreira Bocchiglieri)</i>	

1.11 PRAÇA SUSTENTÁVEL UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DE INICIATIVAS PÚBLICAS	81
<i>(Valdemir Antonio Rodrigues)</i>	
1.12 MODELO DE GESTIÓN PARTICIPATIVA DEL AGUA POTABLE. PUEBLA, MÉXICO	87
<i>(Griselda M.C.Tomé Hernández)</i>	
1.13 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA GOBERNANZA DEL AGUA EN EL MODELO DE GESTIÓN SOCIAL Y PARTICIPATIVA DEL AGUA POTABLE DE CHILAC	89
<i>(Griselda M.C.Tomé Hernández)</i>	
1.14 PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA	93
<i>(Devanir Garcia dos Santos)</i>	
1.15 CONFLITOS E ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM NASCENTES E ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA MICROBACIA.....	96
<i>(Valdemir Antonio Rodrigues; Luiza Zulian Pinheiro; Samara da Silva Nascimento; Amanda Aparecida de Lima; Camyla Heckler Pupo; Caio Vinicius Ferreira Marmontel; Manuel Esteban Lucas-Borja)</i>	
1.16 INVESTIMENTOS DA SABESP NO INTERIOR PAULISTA BENEFICIAM RIOS E CÓRREGOS AFLUENTES DOS RIOS TIETÊ, SOROCABA E PIRACICABA E GARANTEM A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NA REGIÃO.....	109
<i>(Maurício Tápia)</i>	
1.17 IMPACTOS AMBIENTAIS DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA – CASO SAMARCO	112
<i>(Carlos Alberto Valera)</i>	
1.18 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E O MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS..	118
<i>(Carlos Alberto Valera)</i>	
1.19 RESERVAS DA BIOSFERA BRASILEIRAS: CONCEITOS E PERSPECTIVAS	123
<i>(Luís Alberto Bucci, Patrícia R. Rossi, Kátia Mazzei)</i>	
1.20 ARBORETO 500 ANOS: USO DO QR CODE PARA A.....	129
<i>(Luis Alberto Bucci, Leni Meire Pereira Ribeiro Lima, Paulo Andreetto de Muzio)</i>	
1.21 ESTOCAGEM DE CARBONO NO SOLO DO “ARBORETO 500 ANOS”: PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖEFGREN	139
<i>(Edgar Fernando de Luca, Luis Alberto Bucci, Elaine Aparecida Rodrigues)</i>	
1.22 A PAISAGEM E O RECURSO HÍDRICO	143
<i>(Teresa Cristina Tarlé Pissarra)</i>	

2 - BIODIVERSIDADE E ÁGUA NO PLANETA	167
2.1 COMO SE DISTRIBUEM AS FORMAS DORMENTES DE CLADOCERA EM UMA LAGOA SUBTROPICAL RASA?	168
<i>(Luana Daré, Maria Carolina de Almeida Castilho, Jorge Laço Portinho, Raoul Henry)</i>	
2.2 MASTOFAUNA TERRESTRE DA MICROBACIA DO CÓRREGO URUBU, DISTRITO FEDERAL	173
<i>(Ana Carolina Mota de Faria, Bernardo Ramos Simões Corrêa, Carlos Alberto da Cruz Júnior, Fábio Hudson Souza Soares, Vitor Ramos Simões Corrêa)</i>	
2.3 PESTICIDAS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO CAMANDUCAIA – MG E SP.....	178
<i>(Robson R. M. Barizon, Vera Lúcia Ferracini, Ricardo de Oliveira Figueiredo)</i>	
2.4 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO CÓRREGO DA SAUDADE E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO LOCAL	183
<i>(Jéssica Alves de Menezes, Vera Lúcia Abdala, Eduardo Borges de Oliveira Neto, Rafaela da Silva Pereira, Berenice de Paula Amaral)</i>	
2.5 INFLUÊNCIA DE UM GRANDE TRIBUTÁRIO SOBRE A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE UM RESERVATÓRIO TROPICAL DO TIPO FIO D'ÁGUA	187
<i>(Ana Maria Cirino Ruocco, Marcos Gomes Nogueira)</i>	
2.6 COMPARAÇÃO DA BIOLOGIA POPULACIONAL DE HEMIODUS UNIMACULATUS (JATUARANA-ESCAMA-GROSSA) ENTRE O RESERVATÓRIO DE TUCURUÍ / PA E SUA JUSANTE.....	191
<i>(Eduardo Meneguzzi Brambilla, James Raul Garcia Ayala, Fabio Alexandre Travassos)</i>	
2.7 BIOLOGIA POPULACIONAL DE PROCHILODUS NIGRICANS (CORIMBATÁ) NO RIO NAPO, BACIA AMAZÔNICA, PERU	195
<i>(Eduardo Meneguzzi Brambilla, James Raul Garcia Ayala, Homero Sanchez)</i>	
2.8 RELAÇÃO PESO-COMPIMENTO DE 20 ESPÉCIES DE PEIXES DO RIO NAPO, ALTO AMAZONAS, PERU	200
<i>(James Raul Garcia Ayala, Eduardo Meneguzzi Brambilla, Homero Sanches Riveiro)</i>	
2.9 COMPARAÇÃO DA BIOLOGIA POPULACIONAL DE PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS (PESCADA BRANCA) ENTRE O RESERVATÓRIO DE TUCURUÍ / PA E SUA JUSANTE	204
<i>(James Raul Garcia Ayala, Eduardo Meneguzzi Brambilla, Fabio Alexandre Travassos)</i>	
2.10 ÁREAS ALAGÁVEIS COMO REFÚGIOS PARA A BIODIVERSIDADE AQUÁTICA: A FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADA À MACRÓFITAS	208
<i>(Carolina Vieira da Silva, Raoul Henry)</i>	

2.11 CAPACIDADE DE RECUPERAÇÃO DO PEIXE PACU SOBREVIVENTE À INTOXICAÇÃO COM O INSETICIDA FIPRONIL	213
<i>(Naiara Fernanda Ignácio, Joaquim Gonçalves Machado Neto, Nicoli Paganoti Mello, Ana Carla Coleone)</i>	
2.12 TOXICIDADE AGUDA E RISCO AMBIENTAL DO INSETICIDA MALATHION APLICADO EM NEBULIZAÇÃO PARA TILÁPIA.....	218
<i>(Nicoli Paganoti de Mello, Ana Carla Coleone, Maria Amália da Silva Santarossa, Ângela Aparecida Machado, Naiara Fernanda Ignácio, Joaquim Gonçalves Machado Neto)</i>	
2.13 LEVANTAMENTO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM MICROBACIA URBANA SOB RESTAURAÇÃO FLORESTAL	222
<i>(Renato Ramos dos Santos, Josiele Renata De Oliveira, Caroline Rossi Polsaque, Claudia Moster Barros)</i>	
2.14 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DAS ÁGUAS DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP DO PARQUE URBANO DR. FERNANDO COSTA, SÃO PAULO, SP.....	227
<i>(Raquel Moraes Costa Pereira, Maressa Helena Nanini-Costa, Maria Letizia Petesse, Maurício K. Nagata, Katharina Eichbaum Esteves, Cíntia Badaró-Pedroso)</i>	
2.15 ANÁLISE DA PRESENÇA DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA EM CÓRREGOS DE CABECEIRA DA BACIA DO RIO JAGUARI EM MINAS GERAIS.....	232
<i>(Kathia Cristhina Sonoda, Mariana Silveira Guerra Moura e Silva, Ricardo de Oliveira Figueiredo, Maria Lucia Zuccari, Cristiane Formigosa Gadelha da Costa, Lucas de Camargo Reis)</i>	
2.16 QUALIDADE AMBIENTAL, BEM-ESTAR E LAZER DA POPULAÇÃO BOTUCATUENSE E SEU NÍVEL DE CONSCIENTIZAÇÃO.....	237
<i>(Camyla Heckler Pupo, Valdemir Antônio Rodrigues, Cláudio Angeli Sansígolo, Humberto Fabrizzi de Figueiredo Pupo)</i>	
2.17 PEIXES NÃO NATIVOS INTRODUZIDOS EM UM RIACHO DO TRIÂNGULO MINEIRO	242
<i>(Valter Monteiro de Azevedo-Santos, Paula Nunes Coelho)</i>	
3 - PAISAGEM, SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS.....	245
3.1 ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RIACHOS COM MANUTENÇÃO E SUPRESSÃO DE MATA RIPÁRIA.....	246
<i>(Ana Liz Uchida Melo, Erika Ramos Ono, Virginia Sanches Uieda)</i>	
3.2 DINÂMICA DO USO DAS TERRAS E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE LOUVEIRA-SP.....	251
<i>(João Carlos Batista Alves; Jener Fernando Leite de Moraes; Jorge Alcântara Espíndola Cardoso; João Paulo de Carvalho)</i>	

3.3 EFEITOS DE DIFERENTES TIPOS DE MONOCULTURA SOBRE A ESTRUTURA FÍSICA DE RIACHOS.....	255
<i>(Pedro Sartori Manoel, Virgínia Sanches Uieda)</i>	
3.4 EFEITO DA SUPRESSÃO DA MATA RIPÁRIA SOBRE O AMBIENTE FÍSICO DE RIACHOS	260
<i>(Erika Ramos Ono, Ana Liz Uchida Melo, Pedro Sartori Manoel, Fernando Portella Rodrigues de Arruda, Virginia Sanches Uieda)</i>	
3.5 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE USO DAS TERRAS.....	264
<i>(Lauro Charlet Pereira; Marco Antônio Ferreira Gome; Manoel Dornelas De Souza; Carlos Cesar Ronquim; Sérgio Gomes Tôsto)</i>	
3.6 CARACTERIZAÇÃO PEDOGEOMORFOLÓGICA DE UMA ÁREA SOB COBERTURAS DE SERINGUEIRA, MATA E PASTAGEM, NO MUNICÍPIO DE PLANALTO-SP.....	268
<i>(Lauro Charlet Pereira; Marco Antônio Ferreira Gomes; Manoel Dornelas de Souza; Sérgio Gomes Tôsto; Carlos Fernando Quartaroli)</i>	
3.7 ÍNDICE RADIOMÉTRICO NA AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NO USO DA TERRA EM BONITO, MATO GROSSO DO SUL	273
<i>(Ana Paula Leite; Glaucia Regina Santos; Renata Teixeira de Almeida Minhoni)</i>	
3.8 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE ÁREA PRESERVADA NO ÂMBITO DE UMA MICROBACIA DE CABO FRIO RJ.....	278
<i>(Nilton Euripedes de Deus Filho, Carlos André Bulhões Mendes, Cristiane Martins de Sousa Nava Castro, Maria Alcione Silva, Lais Fernandes de Moraes, Alberto Farias Pinheiro)</i>	
3.9 POTENCIAL DE RENATURALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS EM CAJAMAR SP	283
<i>(Bianca Alves de Góes, Elaine Aparecida Rodrigues, Edgar Fernando Luca)</i>	
3.10 CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE NEOSSOLOS FLÚVICOS E VERTISSOLOS DA VÁRZEA DO RIO JURUÁ NO ACRE	288
<i>(Arley Figueiredo Porugal, Danilo César de Mello, João Luíz Lani, Pedro Maurício Oliveira Ferreira, Diego Ribeiro Oquendo Cabrero)</i>	
3.11 AVALIAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO - SP	293
<i>(Rafael Parras, Andréa de Oliveira Passos, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Renata Cristina Araujo Costa, Leonardo Gabriel Passos Van Der Broocke)</i>	
3.12 USO DA TERRA E INFLUÊNCIA NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIO CAPIVARA	297
<i>(Angela Carolina Sperandio, Kellen Amanda Barbosa Evaristo, Vanessa Durante Polonio)</i>	
3.13 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA ÁGUA DA LÚCIA, BOTUCATU – SP.....	302
<i>(Kellen Amanda Barbosa Evaristo, Angela Carolina Sperandio)</i>	

3.14	MODELAGEM DAS PERDAS DE SOLOS NAS MICROBACIAS DA APA MUNICIPAL DO RIO UBERABA – UBERABA/MG	307
	<i>(Aline Claro de Oliveira Guglielmeli, Amarildo da Cruz Fernandes, Júlia Célia Mercedes Strauch)</i>	
3.15	GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DO USO DO SOLO NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA FAZENDA DA GLÓRIA	312
	<i>(Alex Darcez Utsumi, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Rafael Parras)</i>	
3.16	ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA SANTA MARIA DO LEME, SÃO CARLOS - SP: COM VISTA AO PLANEJAMENTO	316
	<i>(Alisson Cleiton de Oliveira, Bene Eloi Mendes Camargo, Guilherme Aparecido Melo dos Santos, Karielle Ferreira da Silva, Erica Zanardo Oliveira, Marcilene Dantas Ferreira)</i>	
3.17	ANÁLISE DA PAISAGEM PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS À CONSERVAÇÃO EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS.....	321
	<i>(Karina Grisólia Rodrigues Branco, Juan Pedro Pieroni, Gilda Carneiro Ferreira, Roberta Avena Valente)</i>	
3.18	PRÁTICAS DE CONDUÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL NO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	326
	<i>(Maria Fernanda Sala Minucci, Miriam Moreira Bocchiglieri, Wanderley da Silva Paganini)</i>	
3.19	MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA TEMPORAL DA MICROBACIA CÓRREGO DO VISTA ALEGRE, ALCobaça/BA	331
	<i>(Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero, Regina Célia de Oliveira, Denivaldo Ferreira de Souza)</i>	
3.20	MAPEAMENTO DAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA ÁGUA DA LÚCIA- BOTUCATU/SP ATRAVÉS DO USO DO GEOPROCESSAMENTO	336
	<i>(Aline Kuramoto Gonçalves, Yara Manfrin Garcia, Gabriel Rondina Pupo da Silveira, Victor Costa Leda, Natália da Silva Lima, Zacarias Xavier de Barros)</i>	
3.21	DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NO SOLO SOB DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVAÇÃO DE PASTAGENS NATIVAS DE ÁREAS ÚMIDAS NO PANTANAL	341
	<i>(Evaldo Luis Cardoso, Sandra Aparecida Santos, Ana Helena Bergamin Marozzi Fernandes, Fernando Antonio Fernandes, Hellen Elaine Gomes Pelissaro)</i>	
3.22	PEDOGEOMORFOLOGIA E ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO DO USO SUSTENTÁVEL DA TERRA, DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ XIBUREMA, ESTADO DO ACRE	346
	<i>(Nilson Gomes Bardales, Danilo César de Mello, João Luiz Lani, Eufran Ferreira do Amaral, Gabriel Pontes Bueno Guerra, Diego Ribeiro Oquendo Cabrero)</i>	
3.23	VALORAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO NO SOLO SOB PASTAGENS NATIVAS DE ÁREAS ÚMIDAS NO PANTANAL.....	351
	<i>(Evaldo Luis Cardoso, Sandra Aparecida Santos, Ana Helena Bergamin Marozzi Fernandes, Fernando Antonio Fernandes, Márcia Divia de Oliveira, Fábio Takahashi)</i>	

3.24 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PINHALZINHO II, UMUARAMA - PARANÁ - BRASIL.....	356
<i>(Paula Mariko Hatsumura, Jorge Luiz Barbarotto Junior, Otávio Cristiano Montanher, Antonio Cezar Leal)</i>	
3.25 CARACTERIZAÇÃO DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DE JABOTICABAL-SP	362
<i>(Kathleen Lourenço Fernandes, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, José Marques Júnior, Renata Cristina Araujo Costa)</i>	
3.26 ANÁLISE DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIBEIRÃO POUSO ALEGRE, JAÚ – SP	367
<i>(Vanessa Durante Polonio, Angela Carolina Sperandio, Kellen Amanda Barbosa Evaristo, Victor Costa Leda)</i>	
3.27 ANÁLISE HIDROFÍSICA DO SOLO	372
<i>(André Vitor da Costa Manso, Leonardo Almeida Albieiro, Melissa Keiko Gomes Ninuma, Matheus Silva Costa, Thaís Randazzo Enz, Valdemir Antonio Rodrigues)</i>	
3.28 ENSAIO DE INFILTRAÇÃO EM PONTOS COM USO DO SOLO DISTINTO: UMA EXPERIÊNCIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BORÁ, UBERABA-MG	377
<i>(Camila Luzia Gullo, Nathalia Barbosa Vianna, Josenilson Bernardo da Silva, Carlos Alberto Araújo Campos)</i>	
3.29 QUANTIFICAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL E DOS PROCESSOS EROSIVOS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO	382
<i>(Bruno Prodocimo Gimenez, Jader de Andrade Bartolomeu, Lucas Filipini Piacitelli, Luiz Felipe Silva, Luiz Henrique Vila Nova, Pedro Henrique Proença Nalesso)</i>	
3.30 PAPEL DA CATI - CASA DA AGRICULTURA DE BOTUCATU NO RECOLHIMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS DO CAMPO	388
<i>(Daniel Ferreira Martins Pio, Júlio César Thoaldo Romeiro, Rafael Marcelino, Jaime Duarte Filho, Marcelo Leonardo, Gabriel Campos Volpi)</i>	
3.31 PAPEL DA CATI - CASA DA AGRICULTURA DE PARDINHO NO RECOLHIMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS DO CAMPO	393
<i>(Jaime Duarte Filho, Rafael Marcelino, Júlio César Thoaldo Romeiro, Daniel Ferreira Martins Pio, Ricardo Henrique Casini Chiarelli, Andréia Bosco Talamonte)</i>	
3.32 ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS NDVI OBTIDOS DE IMAGENS TM/LANDSAT-7 E TM/LANDSAT-8 NA BACIA DO RIO PARDO, BOTUCATU/SP	398
<i>(Alysson Araripe, Carolina Jordan, Gabriella Camargo, Isabela Borges Hernandez, Nayara Sousa Rodrigues)</i>	

3.33 MODELAGEM DE MATERIAL COMBUSTÍVEL EM ÁREAS DA FAZENDA EXPERIMENTAL LAGEADO - UNESP BOTUCATU SP 403
(Marcos Guilherme Borges Pereira, Paulo Torres Fenner, Ricardo Hideaki Miyajima, Rodrigo Petrongari Tonin)

3.34 GEOECOLOGIA DA PAISAGEM NA AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES – SP 405
(Milena Rosa Lopes Lozano, Célia Regina Lopes Zimback)

3.35 GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL..... 413
(Hygor Evangelista Siqueira, Joissy Mayara de Almeida Andrade, Lucas Hordones Chaves, Thiago de Andrade Águas, Gener Tadeu Pereira, Teresa Cristina Tarlé Pissarra)

3.36 ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO EM LISÍMETRO E FLORESTA ATLÂNTICA..... 419
(Luiza Zulian Pinheiro, José Luiz de Carvalho, Caio Vinicius Ferreira Marmontel, Valdemir Antonio Rodrigues)

4 - MICROBASIAS HIDROGRÁFICAS 423

4.1 PERDAS DE ÁGUA E DE SEDIMENTOS EM SOLOS SOB AS COBERTURAS DE PASTAGEM E DE MATA NATIVA NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES, EXTREMA/MG 424
(Marco Antonio Ferreira Gomes, Lauro Charlet Pereira, Manoel Dornelas de Souza, Ricardo de Oliveira Figueiredo)

4.2 PERDAS DE ÁGUA E DE SEDIMENTOS SOB TRÊS TIPOS DE COBERTURAS VEGETAIS EM UMA MICROBACIA, MUNICÍPIO DE IGARATÁ/SP 429
(Marco Antonio Ferreira Gomes, Lauro Charlet Pereira, Manoel Dornelas de Souza, Carlos César Ronquim, Sérgio Gomes Tôsto)

4.3 CARACTERIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO URBANIZADO DE MOGI GUAÇÚ/SP E SUA INFLUÊNCIA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS..... 434
(Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Jesane Martins da Silveira Lima, Eduardo Ribeiro da Silva, Mario Ivo Drugowich)

4.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA EM RIACHO PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO 440
(Daniela Aparecida Silveira Cesar, Raoul Henry)

4.5 DETERMINAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 445
(Sérgio Campos, Marcelo Campos, Bruno Timóteo Rodrigues, Edéria Pereira Gomes, Thyellenn Lopes De Souza)

4.6 MORFOMETRIA DE UMA MICROBACIA, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS	451
<i>(Sérgio Campos, Ana Apola Salas Gomes Di Toro, Marcelo Campos, Edéria Pereira Gomes, Thyellenn Lopes De Souza)</i>	
4.7 MORFOMETRIA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BARREIRO.....	456
<i>(Samara da Silva Nascimento, Valdemir Antonio Rodrigues)</i>	
4.8 GESTÃO MUNICIPAL PARA MELHORIA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS – ESTUDO DE CASO DO CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO RIBEIRÃO LAJEADO - PENÁPOLIS SP	460
<i>(Silvia Mayumi Shinkai de Oliveira Milton Dalláglio Sobrinho)</i>	
4.9 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO CÓRREGO DO RUMO E CÓRREGO DO COCO, REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	464
<i>(Frederico I. Siansi, José Marques J., Teresa C.T. Pissarra, Rafael Parras, Luis G. P. Libardi)</i>	
4.10 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS MICROBACIAS DO CÓRREGO DO FUNDO E DO CÓRREGO DO GORDURA PERTENCENTES À BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO, JABOTICABAL SP	469
<i>(Luis Guilherme Polizel Libardi, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Rogério Teixeira De Faria, Renata Cristina Araújo Costa, Frederico Luiz Siansi)</i>	
4.11 BACIAS DE DETENÇÃO EM LENÇÓIS PAULISTA (SÃO PAULO, BRASIL): UM MÉTODO DE AUXÍLIO À PREVENÇÃO DE ENCHENTES DO RIO LENÇÓIS	474
<i>(Henrique Lopes Peres, Juliana Braga Silva)</i>	
4.12 SENSORIAMENTO REMOTO E A ANÁLISE DO USO DO SOLO DE TRÊS SUB-BACIAS DO CÓRREGO RICO: REGIÃO DO IBITIRAMA E MONTE ALTO .	478
<i>(Pedro de Figueiredo Rocha Barbosa Martins; Renata Cristina Araújo Costa; Silvano Bianco; Teresa Cristina Tarlé Pissarra)</i>	
4.13 RECOMPOSIÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO VEGETAL DA MICROBACIA DOS ARAÚJOS – VIÇOSA/MG, NA ABORDAGEM DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL.....	483
<i>(Gabriel Pontes Bueno Guerra, Danilo César de Melo, Matheus Amorim Caliman, Laksme Narayana Oliveira da Silva, Matheus Roberto Portes, Diego Ribeiro Oquendo Carneiro)</i>	
4.14 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRAFICA ÁGUA DO BREJÃO – ANHEMBI, SP	488
<i>(Letícia Duron Cury, Amanda Aparecida de Lima, Ana Clara de Barros, Guilherme Inoue Nascimento, Sérgio Campos)</i>	
4.15 CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIBEIRÃO DO FAXINAL, LENÇÓIS PAULISTA - SP.....	494
<i>(Victor Costa Leda, Vanessa Durante Polonio, Aline Kuramoto Gonçalves, Natália da Silva Lima, Célia Regina Lopes Zimback)</i>	

4.16 GEOTECNOLOGIA APLICADA NA ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA PARA FINS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA.....	500
<i>(Aline Kuramoto Gonçalves, Yara Manfrin Garcia, Felipe de Souza Nogueira Tagliarini, Gabriel Rondina Pupo da Silveira, Sérgio Campos, Zacarias Xavier de Barros)</i>	
4.17 O USO DO SIG NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA LOCALIZADA EM ÁREA DE VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO GUARANI	505
<i>(Joyce Reissler, Rodrigo Lilla Manzione)</i>	
4.18 MORFOMETRIA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS EM ÁREAS DE CONFLITO DE USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SERTÃOZINHO - SP	510
<i>(Gabriela Ferracini de Pina, Renata Cristina Araújo Costa, Teresa Cristina Tarlé Pissarra)</i>	
4.19 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARANAPANEMA UGHRI 17: ÁREA, PERÍMETRO, COEFICIENTE DE COMPACIDADE, FATOR DE FORMA E DENSIDADE DE DRENAGEM	516
<i>(Cledir Mendes Soares, Edson Luís Pirolí, Artur Bonini do Prado)</i>	
4.20 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO SAUDADE, UBERABA-MG.....	520
<i>(Nathalia Barbosa Vianna, Camila Luzia Gullo, Carlos Alberto Araújo Campos, Hygor Evangelista Siqueira, Mauro Ferreira Machado)</i>	
4.21 RELAÇÃO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS E A QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMANDUCAIA, MG E SP	525
<i>(Maria Lucia Zuccari, Ricardo de Oliveira Figueiredo, Fabio Enrique Torresan, Daniel Gomes dos S. W. Loebmann, Lucas de Camargo Reis, Jessica Jordão Vieira, Maurício Pinto Carvalho Conceição, Cristiane Formigosa Gadelha da Costa)</i>	
4.22 UTILIZAÇÃO DE DADOS SRTM NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DAS PEDRAS, PARANAPANEMA-SP	531
<i>(Amanda Aparecida de Lima, Letícia Duron Cury, Ana Clara de Barros)</i>	
4.23 REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE TAQUARITINGA – SP	536
<i>(Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Renata Cristina Araújo Costa, Mário Augusto Bonetti Fernandes; Flávia Mazzer Rodrigues; Anildo Monteiro Caldas; Sergio Campos)</i>	
4.24 ANÁLISE DA EXPLORAÇÃO DA ZONA DE RECARGA DO AQUÍFERO GUARANI EM BAIRRO DA ZONA RURAL - SÃO CARLOS-SP	540
<i>(Mateus Lanzotti Landgraf, Marcilene Dantas-Ferreira, Augusto Florisvaldo Batisteli, Daniel Gonçalves Fonseca)</i>	
4.25 RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES DO POLO REGIONAL CENTRO NORTE APTA - PINDORAMA, SP.....	545
<i>(Maria Conceição Lopes, Antonio Lucio Mello Martins, Mariana Bárbara Lopes Simedo, Teresa Cristina Tarlé Pissarra)</i>	

4.26 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – MICROBASIAS II – ACESSO AO MERCADO: REABILITAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS RURAIS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU 551
(Ricardo Henrique Casini Chiarelli, Jaime Duarte Filho, Gabriel Campos Volpi, Marcelo Leonardo, Oswaldo Antonio Zani, Marcus Paulo Vendito Soares)

4.27 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO TIJUCO, JABOTICABAL SP 556
(Taynara Tuany Borges Valeriano, João Esteves Trevizoli, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Glauco de Souza Rolim, Sérgio Campos)

4.28 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DO RELEVO E DA REDE DE DRENAGEM EM UMA MICROBACIA SITUADA EM BAURU – SP 560
(Guilherme Willian Carlos, Júlia de Araújo Marcacini, Poliana Marília da Silva Mello Betella Dos Santos, Samara Henrique Maschetti)

5 - PRODUÇÃO, MANEJO E GESTÃO DE ÁGUA..... 565

5.1 MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO EM DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS..... 566
(Fernando Ravanini Gardon, Giulia Baldaconi S. Bispo, Rozely Ferreira dos Santos)

5.2 ESTUDO HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO QUITÉRIA PARA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES DE UMA CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA (CGH)..... 571
(Larissa Maria de Souza Barbosa, Milton Dall’Aglio Sobrinho)

5.3 ANÁLISE DE NITRATO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA DE CONSUMO HUMANO EM CAMPO GRANDE – MS 576
(Juarez Marques Cardoso, Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro)

5.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DE CONSUMO HUMANO EM CAMPO GRANDE – MS 579
(Juarez Marques Cardoso, Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro)

5.5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM ÁREAS DE MANANCIAIS UTILIZADOS PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO 582
(Ronaldo Alberto Pollo, Zacarias Xavier de Barros, Bruno Timóteo Rodrigues, Valdemir Antonio Rodrigues, Bruna Soares Xavier de Barros, Gabriel Rondina Pupo da Silveira)

5.6 DETECÇÃO DO FÁRMACO DICLOFENACO NO CÓRREGO DAS MARRECAS NO MUNICÍPIO DE DRACENA – SP 587
(Bruna Ragassi, Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro, William Deodato Isique)

5.7 OCORRÊNCIA DE DICLOFENACO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE DRACENA – SP..... 590
(Bruna Ragassi, Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro, William Deodato Isique)

5.8 SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS E DE ÁGUA COM MODELAGEM HIDROLÓGICA	593
<i>(Jener Fernando Leite de Moraes, Welton Carlos Ridolfi, Jorge Alcântara E. Cardoso, João Carlos Batista Alves, Isabella Clerici De Maria, Afonso Peche Filho)</i>	
5.9 AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DO CÓRREGO DAS MARRECAS NO MUNICÍPIO DE DRACENA – SP POR METILPARABENO	598
<i>(Osmar Pereira da Silva Junior, Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro, William Deodato Isique)</i>	
5.10 FLUTUAÇÕES NICTEMERAIS DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA EM MACROHABITATS DE PEDRAIS.....	602
<i>(Ana Maria Cirino Ruocco, Rodolfo Zampieri Bezzon, Eduardo Meneguzzi Brambilla, Marcos Gomes Nogueira)</i>	
5.11 AQUICULTURA COMO POTENCIAL DISPERSOR DE ESPÉCIES NÃO NATIVAS EM MICROBACIAS.....	607
<i>(Paula Nunes Coelho, Daniela Aparecida Silveira Cesar, Ana Maria Cirino Ruocco)</i>	
5.12 COMPARTIMENTALIZAÇÃO DE UM SISTEMA FLUVIAL EM DECORRÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS.....	610
<i>(Marco Aurélio Pessotto, Marcos Gomes Nogueira)</i>	
5.13 INTERCEPTAÇÃO PELAS COPAS E PRECIPITAÇÃO INTERNA EM PINUS HALEPENSIS COM “INPUT” DE ÁGUA EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS ALBACETE - ESPANHA	616
<i>(Valdemir Antonio Rodrigues, Manuel Esteban Lucas-Borja, Francisco Antonio Garcia Morote, José Maria Tarjuelo, Antonio Ruiz Canales)</i>	
5.14 O USO DA MORINGA OLIFERA COMO AGENTE PURIFIADOR DE ÁGUA.....	620
<i>(Eduardo Borges de Oliveira Neto, Vera Lucia Abdala, Jéssica Alves de Menezes, Rafaela da Silva Pereira, Berenice de Paula Amaral)</i>	
5.15 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS NA GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS	623
<i>(Jozrael Henriques Rezende, Melissa Valiente De Luca)</i>	
5.16 ESTUDO DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA, CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO CÓRREGO MATIRUMBIDE EM JUIZ DE FORA- MG.....	628
<i>(Mariana Batista Oliveira, Amanda Sousa, Gabriel Fonseca, João Frederico Jácome, Celso Bandeira de Melo Ribeiro)</i>	
5.17 DISSIPAÇÃO DO MALATHION DA FORMULAÇÃO COMERCIAL FYFANON® 96.5% EM ÁGUAS COM DIFERENTES VALORES DE PH.....	633
<i>(Ana Carla Coleone de Carvalho, Claudia Maria Gomes de Quevedo, Angela Aparecida Machado, Joaquim Gonçalves Machado Neto, Wanderley da Silva Paganini)</i>	
5.18 DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE MICROBACIAS E DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA/MS.....	638
<i>(Denivaldo Ferreira de Souza, Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero)</i>	

5.19 ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA DO CÓRREGO QUE PERCORRE A TRILHA ECOLÓGICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E AGRÁRIAS DE ITAPEVA-SP	643
<i>(Bruna de Paula, Caroline Rafaela Rodrigues, Fabio Monteiro Leite de Souza, Edson Luiz Furtado)</i>	
5.20 INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA PELAS COPAS DE PINUS SP	648
<i>(Mirian Papin Roedas, Larissa Ambrósio de Andrade, Maria Vitória Moreira Artija, Janaína Helena Gonzaga, Valdemir Antonio Rodrigues)</i>	
5.21 AVALIAÇÃO DA VAZÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE LOUVEIRA-SP	652
<i>(Jorge Alcântara Espíndola Cardoso, Jener Fernando Leite de Moraes, João Carlos Batista Alves)</i>	
5.22 PROJETO NASCENTES DO RIO PARDO: AÇÕES DO PODER PÚBLICO PARA MELHORAR A QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE BOTUCATU ATRAVÉS DA MELHORIA DO SANEAMENTO BÁSICO	657
<i>(Rafael Marcelino, Júlio César Thoaldo Romeiro, Ricardo Henrique Casini Chiarelli, Daniel Ferreira Martins Pio, Marcus Paulo Vendito Soares, Andréia Bosco Talamonte)</i>	
5.23 PROJETO NASCENTES DO RIO PARDO: TERRACEAMENTO DO SOLO COMO FORMA DE EVITAR O ASSOREAMENTO DO RIO PARDO E AUMENTAR A INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA.....	662
<i>(Júlio César Thoaldo Romeiro, Ricardo Henrique Casini Chiarelli, Daniel Ferreira Martins Pio, Rafael Marcelino, Jaime Duarte Filho, Oswaldo Antonio Zani)</i>	
5.24 AVALIAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DO SOLO EM CULTURAS DE EUCALIPTO E MILHO NO PERÍODO CHUVOSO.....	667
<i>(Yago Alves Baptista, Felipe Laurino, Maurício Magalhães Domingues, Tiago Moreira, Maurício Torloni Neto)</i>	
5.25 MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE NUMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA.....	672
<i>(Mariana W. T. Piza, Francisco J.B.T. Piza, Osmar C. Bueno)</i>	
5.26 ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE – SP	675
<i>(Manuel Enrique Gamero Guandique, Cesar de Oliveira Ferreira Silva, Fábio Navarro Manfredini)</i>	
5.27 CURVA DE PERMANÊNCIA DO RIO DO PEIXE EM CONCHAS/SP COMPARADA À DADOS DE REGIONALIZAÇÃO.....	680
<i>(César de Oliveira Ferreira Silva, Manuel Enrique Gamero Guandique, Fábio Manfredini)</i>	
5.28 ANÁLISE MORFOMÉTRICA E HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO PIRAJIBU MIRIM, SOROCABA – SP	684
<i>(Manuel Enrique Gamero Guandique, Victor Barbierato, Fábio Navarro Manfredini)</i>	

5.29 ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO CACHOEIRA DE CIMA EM ITAPAGIPE – MG	689
<i>(Anselmo Ferreira da Silva, Antenor Rodrigues Barbosa Júnior)</i>	

6 - GOVERNANÇA DA ÁGUA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL, POLÍTICA, LEGISLAÇÃO E SERVIÇOS AMBIENTAIS 694

6.1 PROJETO ÁGUA VIVA: O USO DO SIG COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO DE USO DAS TERRAS	695
<i>(Carlos Reys Vukomanovic, Mario Ivo Drugowich, Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Eduardo Ribeiro da Silva)</i>	

6.2 PRIORIZAÇÃO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS PARA GESTÃO DE CONTROLE DE EROSÃO RURAL	700
<i>(Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Mario Ivo Drugowich, Carlos Reys Vukomanovic, Eduardo Ribeiro da Silva)</i>	

6.3 PROJETO FITOGEOGRAFIA/SP COMO AUXÍLIO AOS PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	706
<i>(Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Mario Ivo Drugowich, Eduardo Ribeiro da Silva, Carlos Reys Vukomanovic)</i>	

6.4 O QUE A SOCIEDADE CIVIL PODE FAZER PARA MELHORAR A GESTÃO DE UMA MICROBACIA	712
<i>(Fillipe Martins, Martha Moraes, Patrícia Shimabuku, Solveig Willgohs)</i>	

6.5 BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DE NASCENTES COMO ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL ORIUNDAS DA INSTALAÇÃO DO NÚCLEO INDUSTRIAL.....	716
<i>(Rodrigo Tavares da Rocha)</i>	

6.6 A PESQUISA-AÇÃO NA SUSTENTABILIDADE DO PROJETO AQUAPÔNICO	722
<i>(Bernardo Ramos Simões Corrêa, Vânia Ferreira Roque-Specht, Carlos Alberto da Cruz Júnior, Manoel Maciel da Costa, Ana Carolina Mota de Faria, Vitor Ramos Simões Corrêa)</i>	

6.7 GOVERNABILIDADE DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS, ATRAVÉS DAS UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS, NO ESTADO DE SÃO PAULO	727
<i>(Sabrina Lais Basso, Jonas Teixeira Nery, Ana Claudia Bento)</i>	

6.8 AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE LEGISLAÇÃO MUNICIPAL COMO INSTRUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE ASSIS-SP	732
<i>(Cledir Mendes Soares, Edson Luís Piroli, Ramon Juliano Rodrigues)</i>	

6.9 ESTIMATIVA DO VALOR DO SERVIÇO AMBIENTAL HÍDRICO DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR	736
<i>(Roberto Starzynski, José Luiz de Carvalho, Paulo Valladares Soares)</i>	

6.10 USO Y MANEJO DE AGUA EN CONTEXTOS DE ESCASEZ. ANALISIS PRELIMINAR.....	741
<i>(Gabriela Carolina Villamagua Vergara, Natalia Soledad Samaniego Rojas, Humberto de Jesus Eufrade Junior, Priscila Fernanda Prado Beltrán, Karen Lorena Arauz Vásquez, Marjorie Cristina Díaz López)</i>	
6.11 CREAÇÃO DE INSTITUCIONALIDADE PARA LA GOBERNANZA DEL AGUA	746
<i>(Gabriela Carolina Villamagua Vergara, Francisco Jiménez, Jorge Faustino, Humberto de Jesus Eufrade Junior, Cornelis Prins)</i>	
6.12 UMA CIDADE E UM RIO: BOTUCATU E A RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE E ÁGUA DO RIO LAVAPÉS, UM RIO URBANO	750
<i>(Ana Lúcia Silva, Mario Eduardo Pardini Affonseca, Maurício Tápia, Sando H. B. Ramos)</i>	
6.13 ESTUDO EM ESCALA REAL DA APLICAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS PARA	751
<i>(Ana Lúcia Silva, Mario Eduardo Pardini Affonseca, Eduardo Luiz Oliveira)</i>	
6.14 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NOS BIOMAS BRASILEIROS	756
<i>(Paulo José Desiderio de Oliveira, Hygor Evangelista Siqueira, José Eduardo Pitelli Turco, Paula Fernanda Monteiro da Fonseca, Valdemir Antonio Rodrigues)</i>	
6.15 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS E A ECONOMIA VERDE..	763
<i>(Fábio Navarro Manfredin, Manuel Enrique Gamero Guandique, César de Oliveira Ferreira Silva)</i>	
6.16 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA CASA DA NATUREZA	767
<i>(Jader de Andrade Bartolomeu, Larissa Ambrósio de Andrade, Mirian Papin Roedas, Tiago Moreira, Valdemir Antônio Rodrigues)</i>	
6.17 CASA DA NATUREZA: 20 ANOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA TRILHA	770
<i>(Valdemir Antonio Rodrigues, Barbara Conti Rua, Bruna Caroline de Oliveira, Felipe Soares Cavalcante, Fernanda Dantas Ferreira, Isabela Volpato Teixeira, Júlia Passoni Gusmão, Larissa de C. Porto Lopes, Natalia Fogaça Lima, Reinaldo de Souza Neto, Sabrina Brasil Freitas, Stephanie Fernandes Rocha, Vitória Martins de Oliveira)</i>	
6.18 EQUIPE PROATIVA DE EXCELÊNCIA: Ação proativa em microbacias articula o ensino, pesquisa e extensão universitária.....	792
<i>(Valdemir Antonio Rodrigues)</i>	

1. PALESTRAS

1.1 ÁGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

José María Tarjuelo Martín-Benito

Ángel Martínez Romero

Centro Regional de Estudios del Agua, Universidad de Castilla-La Mancha - España

INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad está ligada íntimamente al agua. Desde los albores de la humanidad existen referencias a grandes inundaciones y sequías, y a los esfuerzos del hombre por dominar este recurso natural para cubrir sus propias necesidades, regar, navegar, producir energía, etc. El agua no es un recurso aislado de la naturaleza, sino que se encuentra en un delicado equilibrio con otros recursos, especialmente con el suelo, la vegetación y la atmósfera, lo que implica que cualquier modificación o intervención en uno de ellos repercutirá, en mayor o menor grado, favorable o desfavorablemente, sobre los demás. Este conjunto de recursos, con su complejísima interrelación, constituye el medio ambiente, el hábitat que hace posible la vida, por lo que es necesaria su conservación en pos de las generaciones futuras.

Si bien se trata de un recurso de los considerados típicamente como renovables, el incremento indiscriminado de su uso puede traer consigo un acelerado deterioro en su calidad y a veces cambios en su distribución temporal y espacial, con consecuencias no siempre previstas, pero de extrema gravedad ambiental, económica y social.

El desarrollo sostenible es aquel que hace compatibles el bienestar con el mantenimiento de los ecosistemas y los recursos naturales. El primer objetivo de la sostenibilidad es usar solo la parte de los recursos que sean renovables. La tribu Maasai, que habita en una parte importante del África del Este, ha acuñado un dicho de indudable valor ecológico: *“Todo lo que nos rodea es un préstamo que recibimos de nuestros hijos”*, en referencia a la Naturaleza, que en definitiva es la síntesis del desarrollo sostenible.

La sensibilidad ambiental es, principalmente, una inquietud del Primer Mundo, y en menor medida del Tercer Mundo, sobre todo cuando no se tienen ni siquiera resueltas prioridades básicas como la alimentación o la salud. No obstante, existen muchas situaciones intermedias en muchos países, donde los intereses económicos suelen primar sobre los medioambientales, pudiendo repercutir sus actuaciones en todo el planeta, sobre todo cuando repercute de forma significativa en la atmósfera, como ocurre con el cambio climático que sufrimos.

El agua se ha considerado siempre un recurso fundamental para la vida, y en la actualidad su protagonismo es cada vez más elevado, como muestra, algunas reflexiones de Naciones Unidas al respecto (UNESCO 2015):

“Tal vez el agua sea el recurso que define los límites del desarrollo sostenible. Las existencias de agua dulce son esencialmente constantes, pero el equilibrio entre las demandas de los seres humanos y las cantidades disponibles es cada vez más precario al crecer las demandas mucho más que los recursos renovables disponibles.”

“La restricción de agua y la contaminación son la causa de la expansión de multitud de problemas sanitarios, de la limitación del crecimiento económico y del desarrollo agrícola, además de dañar una gran cantidad de ecosistemas. Es posible

que ponga en peligro las fuentes de alimento del mundo y provoque el estancamiento económico en muchas zonas del mismo.”

En este escenario, la escasez de agua ha emergido como uno de los problemas más acuciantes en el siglo 21. Se estima que 2,7 billones de personas tendrán que hacer frente a situaciones de escasez de agua en 2030, así como a crisis y conflictos por el agua (UNESCO, 2015, Rijsberman, 2006; Gupta and Zaag, 2008)

Los fenómenos hidrológicos y la acción del hombre

Entre el agua existente en los océanos, los continentes y la atmósfera, existe una circulación continua que constituye el ciclo hidrológico. En un principio, puede considerarse que, en intervalos de tiempo históricos, una gran parte de los regímenes hidrológicos son estacionarios mientras se encuentran en estado natural.

Esto no significa que sean estáticos, sino que sus variaciones son propias y características de la estabilidad del sistema, aunque claramente se están viendo afectado por el cambio climático, incrementándose lo eventos extremo de sequías e inundaciones. En intervalos de tiempo geológicos, por el contrario, los regímenes son no-estacionarios.

La intervención del hombre en el medio modifica las relaciones preexistentes entre los elementos del ciclo hidrológico. Estas modificaciones son a veces imperceptibles y muy lentas, no afectando la estabilidad de los sistemas naturales en intervalos de tiempos históricos. Otras veces, desgraciadamente la mayoría, estas modificaciones son intensas y pueden variar el sistema hidrológico a corto plazo, como ocurre con el cambio climático.

De modo muy breve, y a título de ejemplo, se pueden mencionar algunos efectos e interacciones conocidos:

- La desaparición de bosques (tala, incendios, etc.) y su reemplazo por vegetación de menor porte trae aparejado, casi de inmediato, una disminución de la intercepción efectiva de la precipitación. Pero quizá el efecto más importante sea la eliminación o cambio de una protección que actúa como amortiguador de energía, disminuyendo la intensidad con que el agua llega al suelo. Por lo tanto, se puede dar lugar a que exista una cantidad e intensidad mayor de escorrentía y un menor aporte de infiltración. Esto a su vez puede aumentar los problemas de erosión hídrica y de inundaciones por crecidas de las corrientes de agua.

- La construcción de canales y drenajes para sanear áreas permanentes o temporalmente inundadas, puede provocar una aceleración de la escorrentía, al disminuir los tiempos de concentración, pudiendo dar lugar al aumento de los picos de crecidas en las corrientes naturales. Además, en estos casos, se pueden eliminar áreas que actuaban como zonas de recarga natural de acuíferos.

- La construcción de embalses o reservorios de agua aumenta la capacidad de almacenamiento superficial del sistema, incrementándose la capacidad de uso del recurso y nuevas fuentes para aumentar los aportes de infiltración, aunque también aumentan las pérdidas por evaporación. Esto puede originar una disminución en la escorrentía superficial, laminando crecidas y aumentando los períodos de disponibilidad de agua, lo cual es muy positivo. No obstante, también pueden tener algún efecto social o medioambiental negativo, que hay que valorar. A veces se maneja la idea de que estas obras hidráulicas son por definición perversas, porque siempre perjudican a unos, a cambio de beneficiar a otros (una presa inunda a unos propietarios para favorecer a usuarios que están en otro territorio, casi siempre muy lejos), pero esto no es del todo cierto, y estas obras resultan elementos claves para

garantizar la disponibilidad de agua en zonas áridas y semiáridas, ayudando al uso racional y sostenible de la misma.

-La explotación de aguas subterráneas, cuando se hace en forma intensiva y no controlada, puede superar la capacidad de recuperación de los acuíferos y dar lugar al descenso de los niveles piezométricos (sobreexplotación) y, en muchos casos, a problemas de calidad del agua.

Usos del Agua

Solo un 2,5% de toda el agua existente en el planeta es agua dulce, imprescindible para los usos humanos, y únicamente un 0,5-0,7% es agua subterránea o superficial accesible (FAO 2016). Las cantidades de agua de lluvia varían mucho de unos lugares a otros del mundo, así como las tecnologías utilizadas para hacer un uso más eficiente del agua.

El agua dulce está distribuida de manera muy desigual en el mundo, estando muy ligada a la lluvia. El continente mejor dotado de agua es Asia, seguido de América del Sur, África, América del Norte, Europa y Australia, aunque la distribución por habitante sigue un orden casi inverso dada la concentración de la población en esos lugares (FAO 2016).

Aunque el volumen de agua utilizable aumenta al construir obras de retención (embalses), la contaminación y la deforestación seguida de procesos erosivos disminuye este volumen utilizable, sin contar los cambios climáticos hacia la desertización que pueden originarse por estos hechos.

La abundancia y gratuidad del agua en muchas zonas ha conducido al hombre a derrocharla. El agua se considera hoy en día como un recurso económico cada vez más estratégico y escaso al aumentar su demanda para diferentes usos, lo que obliga a administrarla racionalmente.

Excepto en contadas excepciones, el agua es un bien público, tal como aparece recogido en las diferentes legislaciones. Por ejemplo, la Directiva Marco del Agua de la UE, además de la consideración como un activo social, establece, entre otros, los siguientes principios:

-El agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal.

-Debe tomarse las medidas necesarias que aseguren el “buen estado ecológico” (limnología, indicadores ecológicos, etc.) de las masas de agua, vigilando tanto la cantidad y disponibilidad de agua como su calidad química.

-Debe realizarse un uso sostenible de las aguas, basado en la protección a largo plazo de los recursos disponibles, que sirva para paliar los efectos de las sequías.

En las regiones más meridionales de la Europa mediterránea las sequías constituyen una situación habitual con la que hay que convivir, anticipándose con una adecuada gestión y concienciación ciudadana a los problemas ambientales, económicos y sociales que lleva consigo. El cambio climático está incrementado la frecuencia de eventos extremos de sequía e inundaciones en muchas zonas del planeta.

Debe tenderse al principio de recuperación de costes, como elemento clave para un uso racional del agua, aunque admite cierta permisividad dependiendo de los condicionantes de cada país.

Un uso responsable aconseja no derrochar agua en cualquiera de los usos. En muchos casos, los actuales usos del agua presentan problemas de insostenibilidad, tanto en términos de cantidad como de calidad. La sobreexplotación

de acuíferos, la disminución de los caudales circulantes por los ríos o el progresivo empeoramiento de su calidad, son problemas a los que hay que hacer frente de forma urgente.

El agua es fundamental para la vida y para el desarrollo de multitud de actividades cotidianas. Los principales usos del agua, regulados y priorizados en muchas legislaciones en el mundo, aunque el orden puede cambiar de unos países a otros (normalmente ligado a intereses económicos), son: a) abastecimiento urbano, b) usos agrícolas, c) usos industriales y energéticos, d) usos recreativos y de salud, y e) usos ambientales. Dada la importancia de garantizar que el medio ambiente disponga de la cantidad y calidad de agua suficiente, la legislación y planificación hidrológica exige unos caudales ecológicos mínimos para el mantenimiento de la vida en los ríos y su entorno, humedales, etc., esto hace que, lejos de tener la última prioridad de uso, debería tener al menos la segunda, detrás del agua necesaria para cubrir las necesidades básicas de la población. En este sentido, puede decirse que los usos del agua deben priorizarse en función de su beneficio social, no en vano, una de las prioridades de la sociedad actual es el empleo, así como y el mantenimiento de un mínimo de densidad de población en el territorio, lo que ayuda a su mantenimiento y conservación del medio ambiente.

El hombre ha utilizado el agua para fines cada vez más numerosos y su dependencia de este elemento creciente. El consumo de agua a nivel mundial se distribuye en un 12% consumo urbano, 19% en industria y 69% en agricultura (UNESCO 2015). En Europa Occidental el consumo de agua en abastecimiento urbano está entre el 15 y el 25% (con unos 150 l/hab. día), entre el 10-15% en Europa Oriental y en torno al 10% en EEUU. El agua consumida en la industria es función del nivel de desarrollo del país, así en EEUU se consume alrededor del 50%, en Alemania el 72%, en Gran Bretaña el 65%, no llegando al 10% en países en desarrollo o en algunos países desarrollados donde la agricultura requiere grandes cantidades de agua como es el caso de Japón o España. Gran parte de los usos industriales del agua no son consuntivos (saltos hidráulicos, refrigeración de centrales nucleares y térmicas, etc.). El consumo de agua en la agricultura supone cerca del 70% del agua consumida a nivel mundial, con enormes variaciones entre los países y dentro de ellos (Martín de Santa Olalla y de Juan, 2001; Molden, 2007), llegando a superar el 80% en países situados en zonas áridas o semiáridas. No obstante, en un contexto de creciente preocupación mundial por la seguridad alimentaria, debe tenerse en cuenta que el regadío juega un papel crucial para alcanzarla (Martín de Santa Olalla y de Juan, 2001). Este hecho, unido a los condicionantes legales, ambientales, sociales y económicos, obliga a realizar una adecuada gestión de los recursos hídricos para conseguir un uso sostenible de los mismos.

La gestión del agua

El continuo incremento en la demanda de agua para distintos usos hace necesario cambiar el modelo tradicional de gestión de la oferta hídrica, orientándolo hacia un modelo de gestión de la demanda caracterizado por un uso eficiente de los recursos con el que se persigue el empleo de los volúmenes adecuados y evitar el deterioro de la calidad y los efectos negativos sobre los ecosistemas.

En Estados Unidos surgió el concepto de “conservación del agua” para referirse a las actividades dirigidas a reducir las demandas y fomentar el uso eficiente. Actualmente este concepto, más amplio, incluye las técnicas que tienen por objeto el ahorro de agua y la mejora de la gestión, tales como: actuaciones de

modernización y rehabilitación de redes, tarificación por tramos o escalones, incrementándose el precio cuando se superan ciertos volúmenes de agua consumida, información pública y concienciación ciudadana para un uso racional del agua, intensificada aún más en periodos de sequía o escasez de agua, reutilización de aguas residuales, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, implantación de cultivos de menor consumo, etc. (Sumpsi et al., 1998).

El nuevo modelo de gestión de la demanda se basa en el uso eficiente de los recursos disponibles, para lo que necesita en primer lugar definir lo que se consideran como recursos renovables en cada sistema hidrológico, pasando posteriormente a realizar la asignación, vigilancia y control de los distintos usos, evitando tanto sobrepasar la cantidad de agua asignada a cada usuario como el deterioro de su calidad, tratando de minimizar los efectos negativos sobre los ecosistemas.

Una buena gestión debe cumplir algunos requisitos

- Que se conciba de un modo integral, contemplando la existencia y características de los restantes recursos naturales existentes en la zona, como el agua, el suelo, el clima, etc.
- Que sea sostenible y equitativa, tanto ambiental como económica y socialmente, adaptando la demanda a las disponibilidades de agua en cada unidad de gestión hidrográfica según las prioridades de uso, sobre todo en momentos de sequía.
- Que sea eficiente, obteniendo el mayor provecho por unidad de recurso empleado.
- Que integre e involucre a la mayor parte de los agentes afectados (Administraciones, usuarios, organismos e instituciones de apoyo). Este aspecto cuenta con experiencias positivas y también con algunos fracasos.

La gestión integrada de los recursos hídricos se rige fundamentalmente por tres criterios operativos (Mujeriego, 2007):

- Diversificar las alternativas utilizadas, como forma de asegurar la garantía de la solución conjunta.
- Utilizar una combinación equilibrada tanto de infraestructuras como de formas de gestión que, con agilidad y flexibilidad, potencien la capacidad y las posibilidades de unas y otras para atender las ofertas y las demandas en el espacio y en el tiempo.
- Planificar sistemáticamente esas actuaciones, especialmente las infraestructuras, pero también las formas de gestión, de modo que sea posible asegurar tanto la consecución de sus objetivos técnicos y económicos como su debate, revisión y aceptación por parte de todos los usuarios, incluidos los encargados de la preservación y la mejora del medio ambiente.

En cualquier caso, resulta imprescindible optimizar la gestión integrada de todos los recursos superficiales y subterráneos, incluyendo el agua regenerada y la desalada. Una mala gestión, tanto de la oferta como especialmente de la demanda, puede contribuir a magnificar los efectos de la escasez (Rijsberman, 2006; Lecina et al., 2009).

En situaciones de escasez de agua, las posibles alternativas a la falta de recursos naturales superficiales y subterráneos son: la mejora del ahorro y la eficiencia del uso del agua, la implantación de una planificación territorial inteligente, la intensificación de la regeneración y la reutilización de agua, el tratamiento de fuentes de agua de baja calidad, la desalación de agua de mar o salobre, y la promoción de trasvases regionales de agua.

Por último, no pueden olvidarse los problemas ligados a las metodologías y procedimientos para conocer las demandas de agua (y su posible legitimidad) y la oferta de agua (y sus implicaciones ambientales sobre la disponibilidad), todo ello teniendo en cuenta que se trata de un recurso natural, sujeto a grandes incertidumbres, como la meteorología, o los posibles efectos del cambio climático.

La participación y la percepción social de las cuestiones relacionadas con la planificación y gestión de los recursos naturales es importante, y decisiva en el caso del agua, aunque su implementación y análisis puede ser especialmente complejo (Molle, 2009; Dolnicar and Schäfer, 2009; Hurlimann et al., 2009).

Aunque el volumen de agua utilizable aumenta al construir obras de retención (embalses), la contaminación y la deforestación seguida de procesos erosivos disminuye este volumen utilizable, sin contar los posibles efectos debidos al cambio climático hacia la desertización que pueden originarse por estos hechos. Las discusiones y consideraciones generales son múltiples y no siempre coincidentes, pero las administraciones tienen que definir estrategias ante los efectos del cambio climático.

Lo que parece claro es que, la disponibilidad de recursos para los diferentes usos económicos del agua se verá significativamente reducida, tanto por el efecto del cambio climático como por la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA) (2000/60/CE), lo que habrá que tener muy en cuenta en los correspondientes procesos de planificación y gestión.

El sector agrario y su papel en el desarrollo sostenible.

La agricultura actual, principalmente en los países desarrollados y especialmente en la Europa comunitaria, ha ido evolucionando desde sus postulados tradicionales, de modo que se ofrece una visión del sector agrario donde destacan su función social, de defensa y protección del medio ambiente, y no solo una orientación productiva, suministradora de alimentos, seguros y de calidad, al resto de la sociedad. Es generalmente admitida la necesidad de mantener un número de habitantes suficiente en las zonas rurales, como elemento imprescindible para la vertebración del territorio y un desarrollo armónico y realmente sostenible, constituyendo la única forma de preservar el medio ambiente, el paisaje, la cultura rural, etc. A este objetivo se debe llegar de modo integrado, a través de diferentes actuaciones coordinadas en programas de desarrollo rural (fomento de la industria, artesanía., turismo, etc.), pero dentro de las cuales la actividad agraria, tradicional de estas zonas, debe ser una actividad económica fundamental, sino la principal.

Dentro de la actividad agraria, la agricultura de regadío es prioritaria en muchas zonas del mundo para poder garantizar la producción de alimento suficiente para una población creciente, donde el regadío, que es responsable de cerca del 70% de las extracciones mundiales de agua, cubre el 20% de las tierras cultivadas (unos 301 Mha) y contribuye con casi el 40% de la producción alimentaria mundial (UNESCO 2015)

El regadío como actividad para el desarrollo sostenible.

Para apoyar a la intensificación sostenible de la agricultura y la producción de alimentos, además de políticas que reconozcan las ventajas e inconvenientes de la conservación del agua y la reducción de las emisiones de CO₂, se necesitan sistemas de riego fiables y eficaces de bajo coste, (Daccache et al., 2014). En consecuencia, el riego óptimo, desde el punto de vista sostenible, siempre debe tener en cuenta tantos criterios ambientales como económicos. Para ello, es

necesario el desarrollo de herramientas y modelos que pueden contribuir directamente a mejorar el uso del agua y la energía en el riego, con un enfoque holístico para el diseño y gestión de la infraestructura de riego, contemplando a la vez todos los factores que intervienen en el proceso.

Desde el punto de vista del desarrollo, el regadío es una actividad más, un uso del territorio a encajar en el resto de los usos para configurar un sistema funcional. El regadío contribuye al desarrollo sostenible por diversas vías:

- Creación de riqueza. En paises como España, se estima que, por término medio, incrementa el valor de las producciones obtenidas por unidad de superficie un 540%, y necesita un incremento de capital por unidad de superficie del 400% con relación al secano.

- Incrementa el empleo, tanto directo como indirecto. Para el caso de España se considera que crea un puesto de trabajo por cada 30 ha transformadas durante la ejecución de las obras y nueve puestos de trabajo por cada 100 ha en funcionamiento.

- Contribuye a la consolidación de las explotaciones agrarias al incrementar la seguridad y diversidad de las cosechas, pudiendo aumentar su calidad si se hace bien.

- Mejora el nivel de vida de las zonas de afección al incrementarse la renta agraria.

- Contribuye al reequilibrio entre sectores económicos, con el desarrollo de la agroindustria, servicios, etc.

Todos estos aspectos están cada vez más ligados a la situación de los mercados y políticas internacionales, al tratarse de un mercado cada vez más globalizado, afectando de diferente manera a las distintas zonas y tipos de regadío. Por otra parte, el regadío se inserta en la dinámica del desarrollo rural en la medida en que sea una actividad razonable en el conjunto del sistema rural, que cumpla las condiciones de ser económicamente viable, socialmente aceptado y ambientalmente sostenible.

La competencia creciente por el agua, consecuencia de un aumento de la demanda para distintos usos, conduce a un incremento de su coste y a una creciente limitación de su disponibilidad para uso en la agricultura. Si a todo esto se le añade que las orientaciones de algunas de las políticas agrarias, como las de la Unión Europea, apuntan a que el regante vaya haciendo frente a los costes asociados al uso del agua y a reducir el posible impacto ambiental ocasionado con su uso, se pone de manifiesto la necesidad de ayudarle a realizar un uso eficiente del agua para ser competitivos en un mercado mundial cada vez más globalizado.

Ante esta situación, muchas Administraciones Públicas han puesto en marcha un conjunto de medidas para maximizar el potencial social, económico y ecológico de los recursos hídricos disponibles, asegurar y potenciar el complejo agroalimentario y, en un contexto de equilibrio del balance hídrico, mejorar y modernizar los regadíos existentes e incluso incrementar la superficie de los mismos allí donde sea posible.

La idea del “ahorro de agua” está contenida en los conceptos de desarrollo sostenible y gestión de la demanda, y las expresiones “uso eficiente” y “conservación del agua” se refieren implícitamente a esa misma idea, aunque con distintos matices. Los temas de modernización, rehabilitación, mejora o consolidación de regadíos se relacionan habitualmente con el ahorro de agua de riego. Y es que, aunque en rigor no tenga por qué ser exclusivamente así, es muy frecuente que el ahorro de agua figure como uno de los objetivos o beneficios de esas actuaciones. De ahí el interés de identificar las posibilidades reales de ahorro

de agua generadas por las actuaciones de modernización, que en ocasiones pueden ser sobreestimadas, siendo un aspecto con múltiples matices y enfoques, especialmente cuando se consideran aspectos relativos a una eficiencia hidrológica global a nivel de una cuenca hidrográfica ya que la posible percolación y/o drenaje de algunos métodos de riego considerados poco eficientes pueden utilizarse en otros lugares, aguas abajo, aunque con posibles deterioros de su calidad por arrastre de fertilizante o agroquímicos (Lecina et al., 2009).

Conviene también resaltar que determinadas actuaciones de modernización pueden dar lugar a un incremento del consumo hídrico. Es el caso de regadíos que no podían atender a toda la superficie regable, por ineficiencia en los sistemas de distribución de agua, la sustitución de los cultivos actuales por otros de mayor demanda hídrica o incluso la mejora de la uniformidad de riego (con el consiguiente incremento del rendimiento de los cultivos) ya que disminuyen las pérdidas por percolación y escorrentía que se incorporaban al sistema hidrológico. En estos casos, los incrementos de producción obtenidos estarían acompañados por un incremento de la evapotranspiración.

Algunas de las medidas indispensables para conseguir un potencial ahorro de agua en el riego son (Roldan, 2007): medir y tarifar el agua realmente usada; diseñar adecuadamente las instalaciones de riego, que además deben estar bien gestionadas y conservadas; revisar las concesiones administrativas, adaptándolas a las necesidades reales de sistemas de riego bien diseñados y manejados; mejorar la gestión de la demanda, programando los riegos a través de Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR); estudiar la aplicación de indicadores de gestión del riego y de técnicas de benchmarking en las comunidades de regantes para mejorar el uso y la gestión del agua y la energía; promover el uso de las nuevas tecnologías de la información y telecontrol para mejorar la gestión del agua y la energía; incrementar la formación y la información del regante, principalmente en nuevas tecnologías y en técnicas de desarrollo sostenible acorde con el medio ambiente; y evaluar la eficiencia y productividad tanto agronómica como económica del agua aportada con el riego.

Algunos de los aspectos positivos más evidentes de la modernización son: mejorar la capacidad de gestión del agua y la energía, aspecto clave para cumplir con los objetivos de normativas como la Directiva Marco del Agua (DMA) (EU, 2000), aumentar la capacidad productiva por unidad de tierra y de agua que se consume, así como mejorar la garantía de suministro a la industria agroalimentaria y a otros mercados. Como beneficios adicionales se incluyen: la creación de empleos directos e indirectos para trabajadores altamente cualificados; facilitar la integración de los jóvenes en el medio rural; el mantenimiento y la diversificación de ingresos de los agricultores con la posibilidad de mejorar la rotación y diversificación de cultivos; el mantenimiento de la población en las zonas rurales; prevenir el abandono de las tierras y la desertificación (Martín de Santa-Olalla, 2001); y mejorar la calidad de vida de los agricultores a través de la formación y uso de nuevas tecnologías. Sin embargo, este proceso puede tener algunos impactos negativos como el incremento de los costes de inversión necesarios y en el aumento en el consumo de energía.

REFERENCIAS

Daccache, A., Ciurana, J.S., Rodríguez Díaz, J.A., Knox, J.W., 2014. Water and energy footprint of irrigated agriculture in the Mediterranean region. *Environ. Res. Lett.* 9, 124014 (12pp). Doi:10.1088/1748-9326/9/12/124014

Dolnicar, S.; Schäfer, A.I. 2009. Desalinated versus recycled water: Public perceptions and profiles of the accepters. *Journal of Environmental Management* 90, 888-900.

FAO 2016. Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Accedido el 01-05-2017 <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/didyouknow/indexesp.stm>

Gupta J., van der Zaag, P., 2008. Interbasin water transfers and integrated water resources management: Where engineering, science and politics interlock. *Physics and Chemistry of the Earth* 33, 28-40.

Hurlimann, A.; Dolnicar, S.; Meyer, P. 2009. Understanding behaviour to inform water supply management in developed nations – A review of literature, conceptual model and research agenda. *Journal of Environmental Management*, In press, doi: 10.1016/j.jenvman.2009.07.014.

Lecina, S.; Isidoro, D.; Playán, E.; Aragües, R. 2009. Efecto de la Modernización de Regadíos sobre la Cantidad y la Calidad de las Aguas: la Cuenca del Ebro como Caso de Estudio. Monografías INIA: Serie Agrícola (Nº 26). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid, Spain.

Martín de Santa Olla, F.J.; de Juan, J.A. 2001. La utilización del agua por el hombre. En: F.J. Martín de Santa Olla (coord.). *Agricultura y Desertificación*, 133-161. Mundi-Prensa y Universidad de Castilla-La Mancha. Madrid, Spain.

Molden D. 2007. Water for food. Water for life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. International Water Management Institute (IWMI) and FAO.

Molle, F. 2009. River-basin planning and management: The social life of concept. *Geoforum* 40, 484-494.

Mujeriego R. 2007. La reutilización, la regulación y la desalación en la gestión integrada del agua. En Cabrera y L Babiano (ccordinadores) *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*. Comité de expertos en sequía. Ministerio de Medio Ambiente. 367 pp. Madrid.

Rijsberman F.R., 2006. Water scarcity: Fact or fiction?. *Agricultural Water Management* 80 5–22.

Roldan J. 2007. Mejora del uso del agua en el regadío. En Cabrera y L Babiano (ccordinadores) *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*. Comité de expertos en sequía. Ministerio de Medio Ambiente. 367 pp. Madrid.

Sumpsi J. M, Garrido A., Blanco M., Varela C., Iglesias E.. 1998. Economía y política de gestión del agua en la agricultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Mundi-Prensa.

UN, 2003. Water for People, Water for Life-UN World Water Development Report (WWDR), UNESCO and Berghahn Books, UN.

UNESCO 2015. Water for a sustainable world. The United Nations World Water Development. (<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2015-water-for-a-sustainable-world/>)

1.2 INTERCEPTAÇÃO PELAS COPAS, PRECIPITAÇÃO INTERNA E ILHAS DE BIODIVERSIDADE EM PINUS HALEPENSIS COM “INPUT” DE ÁGUA EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS ALBACETE - ESPANHA

Valdemir Antonio Rodrigues, Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Botucatu – São Paulo – Brasil.

E-mail: valdemirrodriques@fca.unesp.br;

*Manuel Esteban Lucas-Borja, Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), Albacete, Espanha;
Francisco Antonio Garcia Morote, Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), Albacete, Espanha;
José Maria Tarjuelo Francisco Antonio Garcia Morote, Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), Albacete, Espanha;*

Antonio Ruiz Canales, Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), Orihuela, Espanha.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre interceptação da precipitação em povoamentos florestais tem uma importância fundamental na compreensão do papel das árvores nos processos hidrológicos e do balanço-hídrico e sua aplicação no manejo florestal. O tratamento silvicultural através da poda e desbaste seletivo em florestas homogêneas, quando realizados adequadamente pode aumentar a quantidade de água pela precipitação interna e diminuir o consumo pela evapotranspiração. Com a redução da área espacial de biomassa por hectare, individual entre copas, haverá um incremento de água das precipitações internas e, melhora a disponibilidade de água no solo e nas nascentes. Alternativas que devem ser recomendadas para as regiões semiáridas do Brasil, Espanha e outras regiões africanas com baixa precipitação (RODRIGUES, 2016).

A interceptação da chuva pelas copas é obtida pela diferença entre as precipitações total a céu aberto e efetiva que atinge o piso florestal (HERWITZ; SLYE, 1995), sendo caracterizada pela dimensão da chuva, em termos de intensidade e tipo, e pela arquitetura da copa, importante na proteção dos solos contra o impacto direto das gotas (XIAO et al., 2000).

Em floresta de *Pinus sylvestris* var. *mongolica* no nordeste da China (LI et al. 2015) observaram que 71,42%, 5,7%, 22,08% da precipitação respectivamente, foram de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas. Alonso et al. (2010) afirmam que a interceptação pelas copas variou entre 22 e 31% da precipitação anual obtidos através dos processos de modelação com Índice de área foliar (LAI) em reflorestamento de eucalipto realizados pela Universidade da República. (ZHANG et al. 2015) em estudos com arbustos xerófitas utilizados na revegetação de áreas áridas de deserto, noroeste da China, observaram que 74,31%, 8,99% e 16,70% da precipitação bruta incidente, respectivamente, foram de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas.

OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho foram avaliar a precipitação, interceptação pelas copas, a precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva no solo e implantar ilhas de biodiversidade. Em um bosque de *Pinus halepensis* Mill, em Albacete, Espanha.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa com o manejo do bosque de *Pinus halepensis* de 32 anos de idade, situado no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha, em Albacete – Espanha. Os dados foram coletados e

avaliados em três fases: 1ª Intercepção pelas copas em um ano hídrico; 2ª foram analisadas árvores de diâmetro fino, médio e grosso, respectivamente, com circunferências a altura do peito (CAP) de 43cm, 73cm e 112cm, área basal (AB/ha). 3ª A implantação de ilhas de biodiversidade para aumentar a diversidade biológica de reflorestamento homogêneo e tratamentos silviculturais realizados em seis árvores e avaliar as precipitações. Foram instalados 104 pluviômetros sob dossel das árvores com e sem tratamento de poda das copas. Com uma redução de 25% da copa das árvores.

A estimativa da intercepção (I_c) das chuvas pelas copas das árvores foi calculada utilizando as médias das precipitações (P) e efetivas (PE) através da equação: $I_c = P - PE$ em (mm). As medições da água das chuvas foram registradas de outubro de 2014 a fevereiro de 2017, totalizando 100 coletas. Os dados de precipitação total (P), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (PE) e intercepção pela copa (I_c).

As consultas dos dados climatológicos foram obtidas do site do (SIAR) Servicio Integral de Asesoramento ao Regante da Estación Meteorológica de Albacete – Espanha. As temperaturas médias mínima variam de (-9,6 a 10,5)°C e máxima (16,1 a 36,6)°C, e precipitação anual é de 329,2mm (SIAR, 2015).

A precipitação pluviométrica (P) total foi quantificada de uma média aritmética de três pluviômetros instalados próximos ao bosque, conforme (Figura 1A). Procedimento: Em primeiro lugar se colocaram em torno das arvores, pluviômetros formando uma quadrícula separados 1 metro entre si. Os pluviômetros tem forma cilíndrica com um diâmetro de coleta de 16 cm e são colocados sobre suportes metálicos que assegura a horizontalidade. A continuação se mostra um plano da disposição da malha de pluviômetros para o ensaio. Os pluviômetros da precipitação interna (Figura 1B) e coletor de água do escoamento pelo tronco (Figura 1C) foram instalados no interior do bosque (Figura 1).

A precipitação interna (PI) foi quantificada em sessenta e quatro pluviômetros, sob dossel, dezesseis sob cada uma das quatro árvores de *Pinus halepensis* (Figura 2B), e transformada em milímetros de chuva pela equação 1: $PI = \frac{V_{pi}}{A_p} 10$

sendo: PI = precipitação interna (mm); V_{pi} = volume de chuva coletado (cm³); A_p = área do pluviômetro (cm²). O escoamento pelo tronco (Et) foi coletado e medido em cm³ através de interceptômetro de tronco das árvores (Figura 2C), e transformado

em milímetros de chuva pela equação 2: $Et = \frac{V_{et}}{A_c} 10$ sendo: Et = escoamento pelo

tronco (mm); V_{et} = volume de chuva coletado pelo tronco (cm³); A_c = área da copa (cm²). Os coletores foram construídos com um molde de cartolina e preenchido com Poliuretano, instalados de forma a direcionar a água para um dreno com 2 cm de diâmetro. A água escoada para um tambor de 8 litros. O diâmetro interno dos coletores variou entre 67 a 77cm, conforme o diâmetro das árvores, selecionadas dentro da área experimental.



Figura 1. Pluviômetros de quantificação da precipitação total (P) precipitação interna (PI) e coletor de água do escoamento pelo tronco (Et) em *Pinus halepensis* – Albacete – Espanha.

A soma da precipitação interna mais a água do escoamento pelo tronco forneceram a precipitação efetiva (PE) ocorrida no interior do fragmento, determinada pela equação 3: $PE = PI + Et$ sendo: PE = precipitação efetiva (mm); PI = precipitação interna (mm); Et = escoamento pelo tronco (mm). A estimativa da interceptação (Ic) das chuvas pelas copas das árvores foi calculada utilizando as médias das precipitações totais e efetivas através da equação 4: $Ic = P - PE$ sendo: Ic = interceptação pelas copas (mm); PA = precipitação total média a céu aberto (mm); PE = precipitação efetiva (mm). As medições da água das chuvas foram registradas de 01 de outubro de 2014 a 30 de setembro de 2015, totalizando 100 coletas. Os dados de precipitação total incidente (P), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (PE) e interceptação pela copa (Ic), foram submetidos a regressão linear.

Infiltração, escoamento superficial da água e sedimentos do solo

A infiltração da água no solo, escoamento superficial e carreamento de sedimentos do solo, foram quantificados em coletor de água denominado de infiltrômetro (Figura 2).



Figura 2. Infiltrômetro: infiltração da chuva, escoamento superficial e sedimentos do solo.

O infiltrômetro é uma parcela circular com área de 2827,44 cm² ou 0,2827 m², com saída de água em um recipiente, implantado três infiltrômetros sob dossel das árvores, utilizados para monitorar a água da precipitação interna que infiltra no solo e escoamento superficial, ambos em (mm) e carreamento de sedimentos do solo em gramas (g) e transformado em (kg/ha) e (ton/ha/ano). A avaliação da degradação do solo foi realizada de acordo com a classificação realizada pela FAO; PENUMA; UNESCO (1981) que propõem diferentes graus de erosão hídrica do solo e, quando as perdas de solo são menores que 10 (ton/ha/ano) não ocorre erosão ou é muito baixa de acordo com a (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação da degradação dos solos em diferentes graus de erosão hídrica.

Perda de Solo (ton/ha/ano)	Grau de Erosão Hídrica Classificação
< 10	Nenhuma ou Baixa
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muito Alta

Fonte: FAO; PENUMA; UNESCO (1981)

Precipitação interna em Pinus sem poda (A) e com poda das copas (B).



Figura 3. Precipitação interna em Pinus sem poda (A) e com poda das copas (B).

Os pluviômetros foram colocados de forma circular num raio de 1 metro do tronco da árvore. Os pluviômetros tem forma cilíndrica com um diâmetro de recogida de 16 cm e colocados sobre suportes metálicos, objeto que assegura a horizontalidade. A precipitação pluviométrica total foi quantificada de uma média aritmética de oito pluviômetros instalados próximos ao bosque. Pluviômetros de quantificação da precipitação total (P) precipitação interna (PI) e coletor de água do escoamento pelo tronco (Et) em Pinus halepensis.

Ilhas de Biodiversidade em Reflorestamento homogêneo

Em reflorestamentos homogêneos de Pinus, Eucalyptus, Seringueira e outros para produção de resina, madeira, látex etc. Após desbastes seletivos das árvores inferiores, nas áreas livres no interior da floresta implantar as ilhas de biodiversidade. É uma excelente alternativa de manejo sustentável, conciliando a produção e as vantagens dos serviços ambientais das ilhas de biodiversidade.



Figura 4. Pinus: Sub-bosque sem biodiversidade (E) e ilhas de biodiversidade (F)

A implantação *in situ* das ilhas de biodiversidade tem a função de garantir um banco de germoplasma de espécies frutíferas nativas entre outras espécies com risco de extinção, bem como promover a diversidade de essências, a dinâmica ecológica espacial, cênica e ambiental com efeitos positivos dos serviços ambientais da diversidade da vegetação sobre as mudanças microclimáticas contribuindo com a minimização do câmbio climático.

Esta metodologia pode ser adotada em qualquer região, com benefícios ambientais diretos e indiretos, principalmente com a mudança microclimática intra bosque com menor temperatura e maior umidade relativa do ar, além do maior input de água com a precipitação interna em reflorestamentos das regiões semi-áridas que sofrem com a escassez de água. Na Espanha a ilha de biodiversidade com enriquecimento da floresta homogênea de Pinus foi realizada com as espécies foram: *Alyssum serpyllifolium* (Cruciferae), *Genista scorpius* e, *Teline patens* (Leguminosae), *Thymis membranacoy* e, *Salvia lavandulifolia* (Labiteae), *Cistus albidus* (Cistaceae), *Lonicera pyrenaica* (Caprifoliaceae), *Buxus sempervirens* (Buxaceae). A conservação de um banco de germoplasma de espécies nativas em risco de extinção. Conservação de ervas medicinais e aromáticas. Atração e abrigo da avifauna, micro e macro fauna do solo. Garantir a diversidade genética, de espécies, a dinâmica ecológica, cênica e ambiental. Incrementar os serviços ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira fase, os processos hidrológicos florestais do ano hídrico apresentaram precipitação média anual de 329,2 mm, com precipitação efetiva de 70% e interceptação pelas copas de 30%. Na 2ª, foram analisadas árvores de diâmetro fino, médio e grosso, respectivamente, com circunferências a altura do peito (CAP) de 43cm, 73cm e 112cm, área basal (AB/ha) de 16,4 m², 26,8m², 39,8m², e precipitação baixa de 3,0mm, sendo que a interceptação observada foi de 36%, 52,3%, 70,7%. Com precipitação de 36mm, as interceptações foram, respectivamente, de 13,1%, 10,4% e 6,4% da precipitação. Na 3ª Com a Poda e redução de 25% da copa, a interceptação e a evapotranspiração diminuíram e houve um incremento de 15,3% e 30% em água de precipitação interna, respectivamente quando ocorreram precipitações de 5,1 e 3,0mm, o que pode contribuir para aumentar a água no perfil do solo, as reservas de águas subterrâneas e a disponibilidade de água nas nascentes.

Tabela 2. Processos hidrológicos: *Pinus halepensis* Mill. Albacete, Espanha 2015

PH	P	PI	Et	PE	PE	IC	IC	Qds	IF	IF	Sd
Unid	mm	mm	Mm	mm	%	mm	%	mm	mm	%	ton/ha
Anual	329,2	221,4	8,2	229,6	70,0	99,6	30,0	10,9	218,7	66,4	5,3

PH = Processos hidrológicos, P = precipitação, PI = precipitação interna, PE = precipitação efetiva, Et = escoamento pelo tronco, IC = interceptação pelas copas, Qds = escoamento superficial, IF = infiltração, Sd = sedimentos do solo.

A precipitação que efetivamente atingiu o solo, em dados médios, foi de 70,0% onde consequentemente ocorreu uma infiltração da água no solo de 218,7 litros/m². Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados na região sudeste do Brasil, onde a precipitação interna variou entre 70 a 80% da precipitação anual total de acordo com (LIMA & NICOLIELO, 1983; CICCIO et al., 1986/1988; FUJIEDA et al., 1997; RODRIGUES, 1999; ARCOVA et al., 2003; OLIVEIRA Jr. & DIAS, 2005).

O baixo escoamento superficial de (10,9) mm deve-se aos fatores de baixa declividade do terreno e da espessa camada orgânica formada pelas acículas em processo de decomposição. Contudo, o carregamento de sedimento de (5297 kg/ha) também foi baixo, em média de 5,3 ton/ha/ano (Tabela1). De acordo com a classificação da FAO; PENUMA; UNESCO (1981) não ocorreu degradação do solo por erosão hídrica, devido as perdas de solo ser menor que 10,0 ton/ha/ano.

O escoamento pelos troncos (Et) obtido em *Pinus halepensis* de 0,4 mm representou 3,28% da precipitação média (Tabela 1). O valor do Et é aparentemente pequeno, porém não deve ser negligenciado, pois tem importância no ciclo hidrológico por ser eficiente na reposição de água no solo, pois o volume de água recebido nas proximidades dos troncos chega a ser cinco vezes superior àquele recebido em áreas mais distantes (NÁVAR & BRYAN, 1990), além de atingir a superfície com baixa velocidade devido ao atrito com a casca dos vegetais, possibilitando infiltração e reduzir a incidência de escoamento superficial.

Assim como no presente trabalho realizado na Espanha, os valores observados para a quantificação do volume de água do escoamento pelo tronco, na região sudeste do Brasil, resultaram em pequenos valores, que variaram de 0,2% a 4,2% da precipitação anual a céu aberto (LIMA, 1976; CICCIO et al., 1988; FUJIEDA et al., 1997; OLIVEIRA Jr. & DIAS, 2005). Os processos hidrológicos que ocorreram durante a precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e interceptação pelas copas, resultaram respectivamente em: (221,4 – 8,2 – 229,6 – 99,6) mm/ano, representando respectivamente um percentual médio de: (67,3 – 2,5 – 70 – 30) % da precipitação total de 329,2 mm. As correlações entre os processos hidrológicos em estudos foram descritas pelo modelo de regressão linear.

A água das chuvas ao passar pelo dossel, arrasta material depositado sobre a superfície das folhas, galhos e tronco principalmente durante os períodos de seca, o que acarreta modificações na composição química da água e importante fonte de entrada de nutrientes no sítio (Lima, 1986; Schroth et al., 2001; Marin e Menezes, 2008). Segundo Lima (1986) os nutrientes existentes no solo, fator importante na produtividade do sítio, são oriundos de duas fontes principais: o processo de intemperismo das rochas e a adição pelas chuvas.

A precipitação interna é altamente relacionada com a precipitação total, como descrito pelo modelo de regressão linear com $R^2 = 0,9705$. A Figura 5b mostra que

existe uma boa relação entre a precipitação total e o escoamento pelos troncos ($R^2 = 0,9642$) com regressão linear $Et = 0,0295P - 0,0042$. A precipitação efetiva (PE) anual foi de 229,6 mm, o que correspondeu aproximadamente 70% da precipitação total (Tabela 1). Em estudos com *Hevea brasiliensis*, dois anos hídricos (1995 a 1997) Rodrigues et al. (2008) mediram precipitações efetivas entre 75,1% e 77,5% da precipitação. Nos estudos com *Pinus halepensis*, como esperado, ocorreu alta correlação linear entre a precipitação efetiva e a precipitação total com $R^2 = 0,975$ (Figura 5c). Isso mostra o efeito linear das variáveis, precipitação interna e escoamento pelo tronco em virtude da precipitação a céu aberto.

A interceptação pelas copas representou 30% da precipitação total, com $R^2 = 0,9485$. Neste ano hídrico as copas interceptaram 99,6 mm, com isso nota-se a contribuição das árvores na redução do impacto das gotas das chuvas sobre o solo e diminuição dos danos causado pela erosão. Os estudos realizados por LIMA (1976), apresentam apenas 6,6% de interceptação em *Pinus*. ARCOVA et al. (2003) observou que a interceptação pelas copas em vegetação secundária de Mata Atlântica atinge 18,6% e RODRIGUES, RIBAS e TRABULSI (2008), em *Hevea brasiliensis* observou 22,5% e 24,9% de interceptação pelas copas em seringueira.

Uma importante revisão sobre interceptação da chuva pelas copas das árvores com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras foi realizada por (GIGLIO e KOBIYAMA, 2013).

Tabela 3. Redistribuição da água da chuva nas diferentes estações ao longo do ano hídrico de 2014 / 2015, em plantio de *Pinus halepensis* com 33 anos de idade - Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha - Albacete – Espanha.

Estação	P	Et	PI	PE	Ic	Ic %
Frequência	Processos hidrológicos (mm)					
Outono (O)	38	123,12	3,25	82,8	86	37,1
Inverno (I)	27	97,90	2,51	66	68,5	29,4
O + I	65	221,02	5,76	148,8	154,5	66,5
Primavera (P)	19	59,30	1,37	29,2	40,6	18,7
Verão (V)	10	48,90	1,06	33,4	34,5	14,4
P + V	29	108,20	2,43	62,6	75,1	33,1

P: precipitação total a céu aberto; PI: precipitação interna; Et: escoamento pelo tronco; PE: precipitação efetiva; Ic: interceptação pelas copas.

Na Tabela 3 observa-se claramente o crescimento do volume precipitado (P) nas estações outono-inverno totalizando 221,02 mm em 65 eventos chuvosos, porém no outono há maior ocorrências de chuvas com 38 eventos, quando comparadas com as outras estações do ano. Para as estações primavera-verão, nota-se redução acentuada de mais de 50% no número e na intensidade de precipitação, totalizando 108,2 mm, com apenas 10 eventos chuvosos no verão e 19 na primavera.

Tabela 4. Frequência dos eventos chuvosos em diferentes intervalos de precipitação (P) ano hídrico de 2014/2015 - Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha - Albacete – Espanha.

Classes P (mm)	Frequência de Chuva				
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Total
0 – 1,0	24	13	9	4	50
1,1 – 5,0	4	8	10	3	25
5,1 – 10,0	5	3	0	0	8
10,1 – 20,0	5	3	1	3	12
> 20,0	0	0	1	0	1
Total	38	27	21	10	96

Na Tabela 4, verifica-se que 50 (cinquenta) eventos chuvosos ocorrem no intervalo de classe mais baixa de: 0-1,0 mm, representando 52,1% do total dos eventos chuvosos que ocorreram durante o ano hídrico e, dentre estes, a grande maioria das ocorrências foram observadas nas estações de outono-inverno.

Os intervalos de classes: (0 a 1,0), (1,1 a 5), (5,1 a 10), (10,1 a 20) e >20mm apresentaram, respectivamente, uma frequência de: (52,1 - 26,0 – 8,3 – 12,5 – 1,0) % dos eventos chuvosos nas estações em relação ao total das chuvas. RODRIGUES, et al (2015) observaram que com baixa lâmina de precipitação ocorreu alta interceptação pelas copas, diminuição da precipitação efetiva e infiltração total da água no solo. Já com alta lâmina de precipitação ocorreu diminuição da interceptação e aumento da precipitação efetiva.

Serviços ambientais da ilha de biodiversidade

Enriquecimento da biodiversidade da floresta homogênea. Conservação de um banco de germoplasma de espécies nativas em risco de extinção. Conservação de ervas medicinais e aromáticas. Atração e abrigo da avifauna, micro e macro fauna do solo. Garantir a diversidade genética, de espécies, a dinâmica ecológica, cênica e ambiental. Incrementar os serviços ambientais e sustentabilidade da água e, contribuir com o micro clima na minimização do câmbio climático global.



Figura 10. Ilha de biodiversidade implantada em clareira do Pinus halepensis em CREA

A função ecológica das ilhas de biodiversidade já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade de sua implantação em povoamentos homogêneos e integrar produção de resina ou látex com a conservação dos serviços ambientais de uma floresta mista rica em essências e fauna. Além da função hidrológica na manutenção da estabilidade da produção de água na microbacia.

Portanto, os objetivos do trabalho são: Os objetivos: manejar a floresta com a finalidade de aumentar o “input” de água em regiões semi-áridas, implantar as ilhas de biodiversidade e preservar germoplasma de espécies autóctones em risco de extinção, conciliar a extração de resina e látex com a biodiversidade, potencializando os serviços ambientais e a mudança microclimática regional e global.

A implantação in situ das ilhas de biodiversidade teve a função de garantir um banco de germoplasma de espécies e outras em risco de extinção, aumentar a biodiversidade e a água retida no sistema, as bases da metodologia a ser adotada em reflorestamentos homogêneos, com poda e desbaste seletivo de árvores inferiores, e implantação de ilhas de biodiversidade, com a finalidade de aumentar a precipitação interna no bosque, a infiltração e melhorar o desenvolvimento das árvores com maior disponibilidade de água.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que existe uma alta correlação entre a precipitação total (variável independente) e as variáveis dependentes, tais como: precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e, quanto menor a intensidade das chuvas maior é a interceptação pelas copas.

Entre os componentes do processo hidrológico em estudo, o escoamento pelo tronco das árvores foi considerado pequeno, porém importante, pois a água é direcionada para o sistema radicular do indivíduo, principalmente quando as chuvas diminuem de intensidade e frequência em regiões semi-áridas.

A cobertura do solo pelas acículas aliada a baixa precipitação favoreceram a maior infiltração, menor perda de solo e não ocorreu erosão hídrica. Já com alta lâmina de precipitação ocorreu diminuição da interceptação e aumento da precipitação efetiva, escoamento de sedimentos e baixa perda de solo.

A ilha enriquece a diversidade de essências no reflorestamento, promove a dinâmica ecológica espacial, cênica e ambiental com efeitos positivos dos serviços ambientais da diversidade da vegetação sobre as mudanças microclimáticas contribuindo com a minimização do câmbio climático.

REFERÊNCIAS

HERWITZ, S. R., SLYE, R. E. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.168, p.205-26, 1995.

LI, Y.; CAI, T.J.; MAN, X.L.; SHENG, H.C.; JU, C.Y. Canopy interception loss in a *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest of Northeast China. *Journal of Arid Land*. 7(6): p.831–840. 2015.

RODRIGUES, A.V.; LUCAS-BORJA, M.E.; TARJUELO, J.M.; RUIZ-CANALES. Interceptação da precipitação pelas copas em *Pinus halepensis* Mill - Albacete – Espanha. *Irriga*, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 736-749, 2016.

RODRIGUES, A.V. Processos hidrológicos e sustentabilidade da água em microbacias com *Pinus halepensis* Mill. Relatório Científico de Pós-Doutorado – Universidad de Castilla- La Mancha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Albacete – Espanha. 112p. 2016.

XIAO, Q.; McPHERSON, E.G.; USTIN, S.L.; GRISMER, M.E.; SIMPSON, J.R. Winter rainfall interception by two mature open-grow trees in Davis, California. *Hydrological Processes*, Davis, v.14, p.763-784, June 2000.

ZHANG, Y.F.; WANG, X.P.; HU, R.; PAN, Y.X.; PARADELOC, M. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss by two xerophytic shrubs within a rain-fed re-vegetated desert ecosystem, northwestern China. *Journal of Hydrology*. V.527, p.1084-1095. 2015.

1.3 GESTIÓN DEL RIEGO EN LECHUGA MEDIANTE USO SIMULTÁNEO DE LISIMETRÍA DE PESADA, FOTOGRAFÍA CENITAL Y SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO DE BAJO COSTE. ALGUNOS RESULTADOS INICIALES.

Ruiz Canales, A.¹; Molina Martínez, J. M.²; Ferrández-Villena García, M.¹, Fernández López, A.¹; Chazarra Zapata, J.¹; Cordero Gracia, J.³; Oates, M.J.¹

¹Departamento de Ingeniería. Universidad Miguel Hernández de Elche - Espanha.

²Grupo de investigación Ingeniería Agromótica y del Mar. Universidad Politécnica de Cartagena - Espanha.

³Departamento de Economía Agroambiental, Ing. Cartográfica y Expresión Gráfica en la Ingeniería. Departamento de Ingeniería. Universidad Miguel Hernández de Elche.

INTRODUCCIÓN

Una inadecuada gestión de las instalaciones de riego (manejo del agua y la energía) pueda causar serios efectos medioambientales y socioeconómicos. El primer paso para desarrollar una adecuada gestión del agua de riego y la energía empleada para ello en la agricultura es la determinación adecuada de las necesidades del agua de los cultivos. Para este fin es necesario el uso de técnicas que permitan cuantificar las ENTRADAS DE AGUA (lluvia y riego) y las SALIDAS (transpiración, evaporación y drenaje) que están inmersas en el balance de agua de un cultivo. Este balance se determina actualmente por medio de sensores de suelo, estaciones agroclimáticas y lisímetros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un experimento en una parcela experimental de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), España. El área de trabajo se encuentra situado en una parcela experimental de cultivo (UTM ETRS89 HUSO 30 X = 676942; Y = 4215291; latitud 38° 4' 10.17"N y longitud 0° 59' 6.81"W) en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, del Campus de Desamparados de la Universidad Miguel Hernández de Elche (EPSO-UMH). La altitud media de la parcela experimental es de 19 metros sobre el nivel del mar. La parcela experimental de forma rectangular ocupa una superficie de unos 434 m² (una longitud de 28 metros y una anchura de 15,5 metros).



Figura 1. Emplazamiento de la zona de estudio

En la citada parcela se aplicó una estrategia de riego con cuatro tratamientos para mantener la tensión del suelo entre 20 y 30 mb. Las diferencias entre tratamientos dependían de la adición de diferentes tipos de enmiendas y abonado en el suelo y se le añadió un tratamiento control (Fig. 2). Se escogió como cultivo de control la lechuga (*Lactuca Sativa* L) pues tiene un ciclo corto y se pueden obtener resultados de una manera relativamente rápida y sencilla.

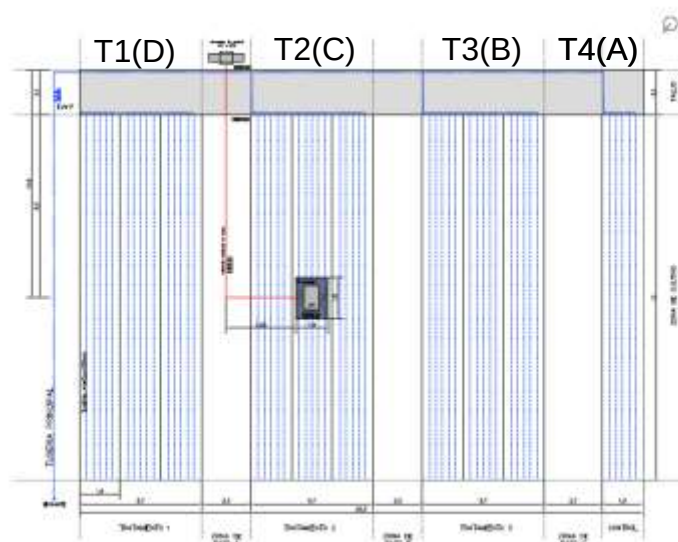


Figura 2. Tratamientos diferenciales de riego y emplazamiento del lisímetro.

Entre octubre de 2016 y mayo de 2017 se evaluaron las estrategias culturales más adecuadas en el manejo del cultivo en la parcela experimental a partir de los datos periódicos proporcionados por una estación meteorológica próxima y los datos de sensores de humedad del suelo (Fig. 3) e imagen (fotografía digital de bajo coste, Fig. 5) instalados en los cuatro tratamientos citados. En uno de los tratamientos se hizo el seguimiento del riego mediante la instalación de un lisímetro de pesada compacto enterrado (Fig. 4). Adicionalmente se realizaron análisis periódicos de la textura y la composición química del suelo, análisis cromatográfico del suelo, composición química de las hojas y principales parámetros de cosecha (peso, producción por superficie, calibre, entre otros). Se completó el estudio con el análisis químico del agua de riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran en esta comunicación algunos resultados experimentales iniciales, así como el uso simultáneo de la lisimetría de pesada, tratamiento digital de imagen y sensores de humedad del suelo de bajo coste.

Para el seguimiento del patrón de humedad del cultivo en la zona radicular se instalaron cuatro sensores de humedad de bajo coste (uno por cada tratamiento). Se trata de sensores capacitivos dispuestos a 2 y 10 cm para controlar la humedad en continuo a lo largo del desarrollo del cultivo de la lechuga. Estos dispositivos incluyen sensores de temperatura del suelo. El valor de la temperatura del suelo es necesario para el calibrado la medida final de la humedad del suelo. Las medidas se registraron en un datalogger y se grabaron en un minidisco.

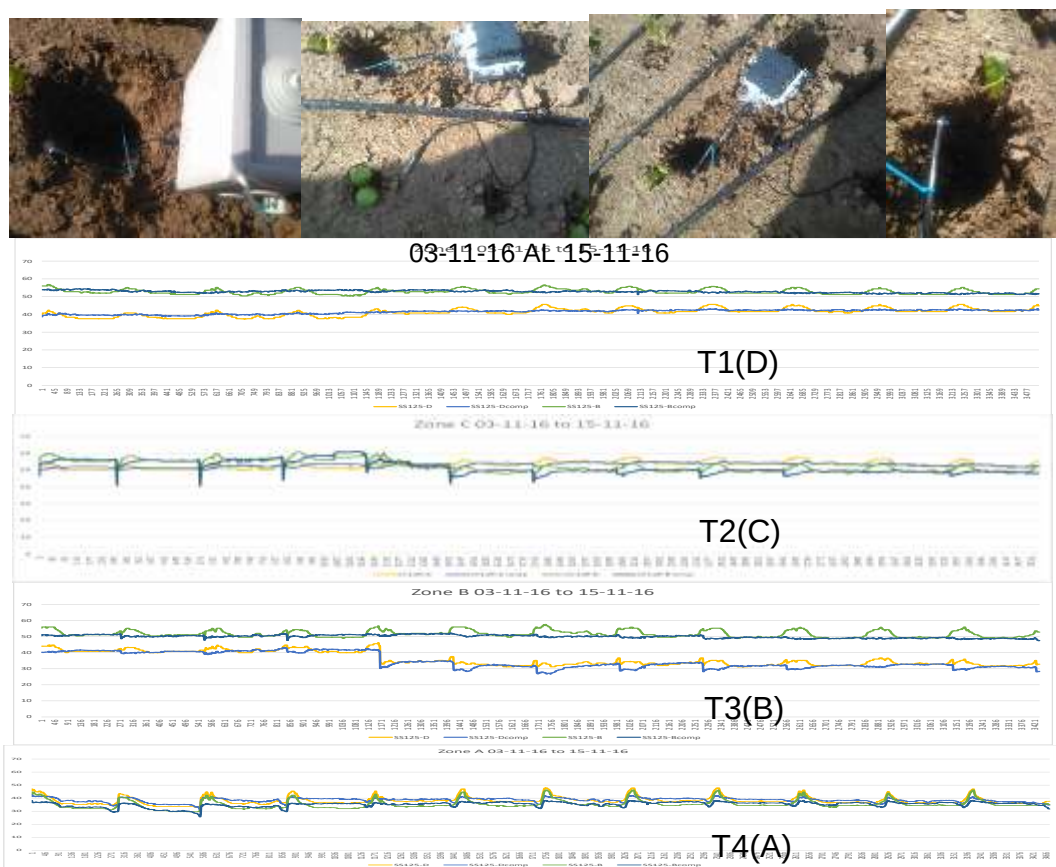


Figura 3. Sensor de humedad del suelo de bajo coste y algunos resultados obtenidos.



Figura 4. Lisímetro de pesada y algunos resultados obtenidos.



Figura 5. Tratamiento digital de imagen 2D y 3D.

CONCLUSIONES

La metodología utilizada para la medida simultánea del balance hídrico se ha contrastado y es válida. Es necesario contrastar con más campañas.

La influencia de la enmienda en el crecimiento vegetativo no ha sido validada. No obstante, según las sondas de humedad del suelo, hay una diferencia en cuanto al movimiento de agua en el suelo.

Los volúmenes de agua de riego consumido por superficie para el cultivo de la lechuga han sido superiores a las necesidades del cultivo.

Se han de perfeccionar más los métodos de lisimetría y fotogrametría 3D para poder simultanear con el resto.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la empresa FULSAN, S:A. y el Ministerio de Economía de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escarabajal-Henarejos, D., J.M. Molina-Martínez, D.G. Fernández-Pacheco, F. Cavas-Martínez, G. García-Mateos. 2015. Digital photography applied to irrigation management of Little Gem lettuce. *Agricultural Water Management* 151: 148-157.
- Fernández-Pacheco, D. G., D. Escarabajal-Henarejos, A. Ruiz-Canales, J. Conesa, J. M. Molina-Martínez. 2014 A digital image-processing-based method for determining the crop coefficient of lettuce crops in the southeast of Spain. *Biosystems Engineering* 117: 23-34.
- González-Esquiva, J.M.; García-Mateos, G.; Escarabajal-Henarejos, D.; Hernández-Hernández, J.L.; Ruiz-Canales, A.; Molina-Martínez, J.M. A new model for water balance estimation on lettuce crops using effective diameter obtained with image analysis. *AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT*, 183: 116-122.
- Mesas-Carrascosa F. J., I. L. Castillejo-González, M. Sánchez de la Orden, A. García-Ferrer. Combining LiDAR intensity with aerial camera data to discriminate agricultural land uses. 2012. *Computers and electronics in agriculture* 84: 36-46.
- Ruiz, J.J., L. Díaz-Mas, F. Perez, A. Viguria. 2013. Evaluating the accuracy of dem generation algorithms from UAV imagery. *UAV-G2013*. 79-83.
- Weiss, M.; Baret, F. 2017. Using 3D Point Clouds Derived from UAV RGB Imagery to Describe Vineyard 3D Macro- Structure. *REMOTE SENSING*, 9 (2), 111.

1.4 LOS ACUERDOS DE CONSERVACIÓN PARA EL AGUA Y LA BIODIVERSIDAD (APAB). UN ENFOQUE INNOVADOR PARA LA PROTECCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HIDROLÓGICOS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Robert Yaguache Ordóñez, Consultor, Loja, Ecuador, Email: rvyaguache@hotmail.com

Breve repaso sobre los Servicios Ecosistémicos

Todos los seres humanos estamos relacionados directamente con los ecosistemas y los servicios que estos nos proporcionan. La primera formalización científica al concepto de Servicios Ecosistémicos desde la Ecología, la planteó Daily (1997) considerando a los Servicios Ecosistémicos (SE) como las condiciones y procesos a partir de los cuales los ecosistemas y las especies mantienen y satisfacen la vida humana.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, MEA, es uno de los estudios globales y evaluaciones sub-globales más actuales sobre Servicios Ecosistémicos realizado con apoyo de la Organización de Naciones Unidas, a diferentes escalas. Se enfocó en determinar cómo se ha afectado y se puede afectar el bienestar humano a partir de los cambios en los servicios de los ecosistemas y la biodiversidad, y cómo se afectarían las poblaciones en las próximas décadas; además, propone estrategias y respuestas para los tomadores de decisiones. El informe de esta evaluación agrupa los Servicios Ecosistémicos en cuatro categorías, las cuales se describen en el Cuadro 1 (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Cuadro 1. Clasificación de los Servicios Ecosistémicos

Categoría		Servicio ecosistémico
Provisión o suministro	Bienes tangibles que se obtienen de los ecosistemas	Alimento (cultivos, ganado, pesquerías de captura, acuicultura, alimentos silvestres) Fibras (algodón, cáñamo, seda) Madera y leña Recursos genéticos Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos Agua (agua dulce)
Regulación	Relacionados con la regulación de las funciones de los ecosistemas	Regulación de la calidad del aire Regulación del clima (global, regional y local) Regulación del agua Regulación de la erosión Purificación del agua y purificación de las aguas de desecho Regulación de enfermedades Regulación de plagas Polinización Regulación de riesgos naturales
Culturales	Bienes intangibles asociados con valores estéticos, educativos.	Valores culturales y religiosos Valores estéticos Recreación y ecoturismo
De soporte	Se constituyen en la base de los anteriores	Ciclo de nutrientes Producción primaria Formación de suelo

Fuente: (Millenium Ecosystem Assessment, 2005)

Los Servicios Ecosistémicos se constituyen en el vínculo entre los ecosistemas con el bienestar de la sociedad, proporcionan funciones básicas que soportan la vida en la tierra: seguridad, materiales esenciales para una vida decorosa, salud y buenas relaciones sociales. El logro de estos cuatro indicadores dan medida de la libertad de elección y acción, es decir, la capacidad de lograr lo que un individuo

valora ser y hacer.

Los cambios en los ecosistemas se originan a causa de múltiples factores biofísicos y socioeconómicos, llamados impulsores. Existen impulsores que influyen directamente los procesos de los ecosistemas, pues se trata de factores naturales o provocados por los humanos como los cambios en el uso del suelo, las adaptaciones tecnológicas, la introducción de especies invasoras, el consumo de recursos, el cambio climático y las perturbaciones naturales; otros impulsores indirectos, que influyen de una manera más difusa alterando uno o más impulsores directos de cambio, son los aspectos demográficos, económicos, sociopolíticos, culturales y tecnológicos (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

En este contexto, la perspectiva económica puede ayudar a hacer frente a la pérdida de biodiversidad. Al respecto, el estudio internacional de la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEBB) plantea las siguientes recomendaciones: (TEEB, 2013).

- *Hacer visibles los valores de la naturaleza*, por ejemplo evaluando y comunicando el rol de la biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en la economía y la sociedad.
- *Evaluar el valor de los Servicios Ecosistémicos e integrarlos en la toma de decisiones*, mejorando la base científica para la toma de decisiones.
- *Cuantificar los riesgos e incertidumbre*, con la aplicación de normas mínimas de seguridad o el principio precautorio.
- *Valor del futuro*, observando escalas suficientemente de largo plazo, para dar cuenta a las generaciones futuras y haciendo explícitos los costos y beneficios de las decisiones y políticas usando diferentes tasas de descuento.
- *Medir mejor para manejar mejor*, invirtiendo en la mejora de la biodiversidad y de los indicadores de Servicios Ecosistémicos, el mapeo y las evaluaciones y, que las cuentas nacionales consideren el papel y el valor de la naturaleza.
- *Trabajar con la naturaleza para reducción de la pobreza*, identificar las sinergias entre la naturaleza, los medios de vida y el bienestar, y la inversión en bienes públicos objetivos.
- *Fomentar la divulgación corporativa*, que va más allá de la línea de base y alentar por la acción y la compensación de los impactos adversos que no pueden ser evitados.
- *Cambio de incentivos*, la reforma de las señales de mercados (subsidios, precios de costo total, tasas e impuestos, tasas y multas).
- *Designar, manejar e invertir en áreas protegidas*, para garantizar una comprensiva, representativa, efectiva y un manejo equitativo de una red de trabajo.
- *Inversión en infraestructura ecológica*, para apoyar con la mitigación y adaptación al cambio climático, seguridad del agua y otras metas políticas.
- *La corriente principal de la economía de la naturaleza*, dentro de diferentes ministerios, sectores políticos asociados.

Según Landell-Mills & Porras (2002), si un servicio ambiental adquiere un precio, existe la probabilidad que los ecosistemas sean mejor manejados, pues se cree que los mecanismos de mercado son más eficientes que los instrumentos de mando y control.

Ante esto, se plantean los mecanismos de compensación/retribución o de Pago por Servicios Ambientales (PSA)¹ como enfoques que promueven la conservación (Nielsen & Rice, 2004). Aunque se trata de una iniciativa interesante, en la práctica su aplicación no es simple; se requiere que los esquemas teóricos se traduzcan en aplicaciones prácticas (Pagiola *et al.*, 2004) considerando además que existe incertidumbre con respecto a la eficiencia, eficacia y equidad, puesto que cada caso es diferente.

Se distinguen dos tipos de esquemas de compensación por Servicios Ecosistémicos: los programas estatales y los pagados por los usuarios. En un trabajo realizado por Staton *et al* (2010) se identificaron 288 programas de pago por servicios ambientales hídricos a nivel global, de los cuales 127 están activos, es decir en un proceso continuo de pago desde los usuarios y la compensación a propietarios. En Latino América se identifican 101 experiencias de las cuales 36 están activas. Bolivia, Ecuador y Costa Rica son los países con el mayor número de experiencias en ejecución. En Ecuador, los municipios de Pimampiro, El Chaco, Quito, Cuenca, Loja, Macará, Chinchipe, Celica, Puyango, Pindal, Santa Rosa y Piñas, han creado fondos locales de agua para compensación a propietarios y acciones de manejo en las zonas de recarga hídrica de microcuencas que abastecen de agua a las distintas poblaciones.

Los acuerdos de conservación

En el Ecuador, hace 17 años, se comenzaron a ejecutar programas locales para protección de cantidad y calidad de agua, mediante la negociación de acuerdos voluntarios de conservación entre los propietarios de ecosistemas, los gobiernos autónomos descentralizados y algunas empresas municipales de agua.

Estos arreglos voluntarios denominados Acuerdos de Conservación para el Agua y la Biodiversidad, APAB (Yaguache, 2009), son un enfoque innovador para complementar esfuerzos e iniciativas y contribuir con la protección de Servicios Ecosistémicos hidrológicos, enfoque que responde a los aprendizajes y adaptaciones que se han venido realizando en la ejecución de más de veinte experiencias en Los Países Andinos.

Los aspectos que marcan la diferencia, entre este enfoque APAB y los mecanismos tradicionales de incentivos para la protección de bosques, la restauración de áreas de interés hídrico, el desarrollo de la agroforestería y el establecimiento de plantaciones para el manejo de ecosistemas son: la condicionalidad, la temporalidad, el financiamiento, el seguimiento y evaluación de los acuerdos y, el acompañamiento. En este sentido, se constituyen en un instrumento innovador para agregar bienestar y conservación.

En términos de condicionalidad, en las áreas de interés hídrico, se trata de negociar la no deforestación de bosques; la salida de ganado vacuno de los páramos y de los bosques; el establecimiento de cercas a lo largo de márgenes de quebradas y ríos, para evitar el ingreso de ganado y favorecer la regeneración

¹ El principio general del PSA consiste en una transacción condicional y voluntaria donde los proveedores de un servicio se verán compensados, mientras que los beneficiarios de los servicios han de pagar por ellos (Pagiola y Platais 2002). Wunder (2006) describe al PSA como una transacción voluntaria, donde un Servicio Ambiental (SA) bien definido (o un uso de la tierra que aseguraría ese servicio) es comprado por al menos un comprador de SA, a por lo menos un proveedor de SA, sólo si el proveedor asegura la provisión del SA transado (condicionamiento).

natural; la regeneración natural de cejas de montaña; la construcción de zanjas de infiltración; la aplicación de labranza cero o mínima, entre otras.

La temporalidad, se relaciona con la negociación y firma de contratos con el mayor plazo posible; mientras que el seguimiento y evaluación permanente, será posible en la medida en que se construya institucionalidad local y exista un mecanismo financiero que articule y disponga los recursos económicos necesarios para los incentivos, compensaciones, investigación, monitoreo y acompañamiento.

Los acuerdos de conservación APAB, son esquemas parecidos, pero no casos puros de pago por servicios ambientales. Tienen las siguientes características:

- Se constituyen en un instrumento eficiente y eficaz para la negociación de intereses y conflictos en las cuencas hidrográficas; entre propietarios de las áreas de interés para el agua y la biodiversidad, con las instituciones que tienen mayor claridad en competencias para el manejo y conservación de estas áreas.
- Facilitan la interacción y negociación con comunidades para organizar el establecimiento y manejo de medidas para la protección de fuentes de agua y de adaptación al cambio climático.
- Se convierten en un instrumento de confianza, reciprocidad y articulación entre los actores involucrados: los propietarios, las autoridades de las instituciones locales y los usuarios de los Servicios Ecosistémicos.
- Un aspecto vinculante de los acuerdos de conservación, son los beneficios que generan a nivel local, regional y global; pues el propósito es mantener una oferta de bienes y Servicios Ecosistémicos que genere bienestar a distintas poblaciones.

Se enmarcan en el principio precautorio, es decir, el acuerdo se adelanta con la protección de áreas que potencialmente podrían estar cambiando su uso o deforestándose. El acuerdo de conservación APAB, no significa únicamente la firma del contrato; se trata de un instrumento de gestión que depende de tres aspectos claves para su desempeño: la construcción de institucionalidad local, el financiamiento permanente, y la firma de acuerdos o convenios condicionados que generen adicionalidad².

La construcción de institucionalidad local es un proceso permanente que requiere de una serie de decisiones de las instituciones competentes, que se cristalizan a través de instrumentos como ordenanzas municipales, resoluciones parroquiales, reglamentos, políticas locales, etc. Con estas decisiones se promueve: la formación de capacidades locales para negociación e investigación; el fortalecimiento de las unidades ambientales municipales; las acciones para facilitar la participación de los usuarios del servicio de agua; la inversión continua; la investigación e información; el ajuste e innovación de instrumentos y, todas las acciones de administración, seguimiento y evaluación para monitorear y sistematizar el cumplimiento de las condiciones y responsabilidades asumidas en los acuerdos.

La otra dimensión clave en el proceso de los APAB, es el financiamiento constante para asegurar la disponibilidad de recursos suficientes para la oferta de incentivos y compensaciones de manera permanente. Las tasas o cánones ambientales (ver Figura 1), las asignaciones anuales de presupuesto, las donaciones y tasas voluntarias, son instrumentos que se pueden implementar; en Ecuador existen quince municipalidades que aprobaron tasas por protección de

² La adicionalidad se constituye en las ganancias adicionales del servicio ambiental. Para su determinación, se parte de una línea base sin proyecto y se confronta con los resultados obtenidos a través de la implementación de un proyecto; si se produce un cambio real en el uso del suelo se produce adicionalidad y se mejora la provisión del servicio ambiental (Wunder et al., 2008).

	MUNICIPIO DE LOJA GOBIERNO MUNICIPAL R.U.C.: 116008240001 2007 INSCRITO EN R.U.C. del Ecuador. N°15497 Inscripción en R.U.C. del Ecuador Datos de inscripción Regimen de Tributos: RUT del 2017, Vig. 2017/2017	FACTURA 001-010-000139262 Documento Contable del Sistema Tributario
Municipio de Loja		
Contribuyente: YAGUACHE VICENTE ROBERT VICENTE Identificación: 110296606 Fecha: 20170917 Expiración: 20180917 17:52:27 Clasificación: 600101 Código: 6000 Cuenta por cobrar: SERVICIO DE AGUA POTABLE Referencia: 98 98 4108 00010 Sección: 70402 Código del Servicio: 13.00 Valor unitario: 0.77 Expiración: 04/03/2018 - RESIDENCIAL - FIANCIERO Antecedente: Expiración: 04/03/2018 00:00	Destinatario: LOJA Vencimiento: 14/03/2017 Correspondencia: 2017 febrero Código Único: 1001 70000017	
Número de identificación: 00001000 Categoría: RESIDENCIAL Fecha de emisión: 04/03 Código de país: 0100 Valor agregado: 0.00	Expiración de emisión: Funcionando Fecha: 001 - 001 Fecha de emisión: 04/03 Tipo de emisión: 00001000	

Detalle de liquidación			
Cantidad	Código	Cuenta por cobrar	Valor
1	0000	SERVICIO DE AGUA POTABLE	0.76
1	0040	ALICATORILLADO	0.06
1	0080	ALIMENTOS PLANTAS BASTIMOS	0.07
1	0080	SEGURIDAD CIUDADANA	0.05
1	0080	PROTECCIÓN Y DEFENSA NACIONAL	0.05
1	0040	SERVICIO BASICO DE FACTURACION	0.00
1	0040	RECARGO DE SERVIDOR	0.07
1	0080	ALISTE REDES PASADIZO	0.00
		SUBTOTAL	0.77
		BASE IMPONIBLE (0.007%)	0.00
		IVA (0.007%)	0.00
		IMPORTE \$ 0.00	0.00
		RECARGOS	0.00
		TOTAL PAGAR	0.77

Fuente: planilla de pago de agua, municipio de Loja.

Cuadro 2. Ejemplos de tasas ambientales que se cobran en diferentes países

País	Municipio	Consumo anual de agua en metros cúbicos	Tasas ambientales en US\$/m³		Valor de recaudación potencial en US\$/año
Ecuador	Celica	189.000	0,07	Tasa por servicios ambientales	13.230
	Puyango	275.000	0,07	Tasa por servicios ambientales	19.250
	Piñas	1.000.000	0,03	Tasa por servicios ambientales	30.000
	Santa Rosa	3.500.000	0,01	Tasa por servicios ambientales	35.000
	Loja	7.000.000	0,05	Tasa por protección de microcuencas	350.000
	Pimampiro	788.000	20%	Tasa por protección ambiental	11.000
Colombia	Villa de Leiva		0,43	Asignación de acueductos rurales	4.680
Perú	San Ignacio		2 NS/mes	Aporte fondo de protección de cuencas	7.400
Bolivia	Los Negros		9%	Asignación de presupuesto	5.000

El tercer aspecto, lo constituye en sí, la firma de los acuerdos donde se estipulan las distintas condiciones y compromisos de las dos partes (propietarios y municipios). Estas condiciones se orientan a reducir amenazas que están limitando la producción de Servicios Ecosistémicos y, con ello a generar adicionalidad.

En resumen, el modelo a nivel de municipios, funciona de la siguiente manera:

los usuarios de agua de consumo humano de las ciudades pagan una tasa por cada metro cúbico de agua que consumen; este dinero se va a una cuenta especial que administra el municipio y se utiliza en los incentivos y compensaciones por cada acuerdo que se negocie con los propietarios; los técnicos de los municipios realizan el seguimiento para dar las órdenes de los pagos. En la Figura 2, se detalla este proceso.

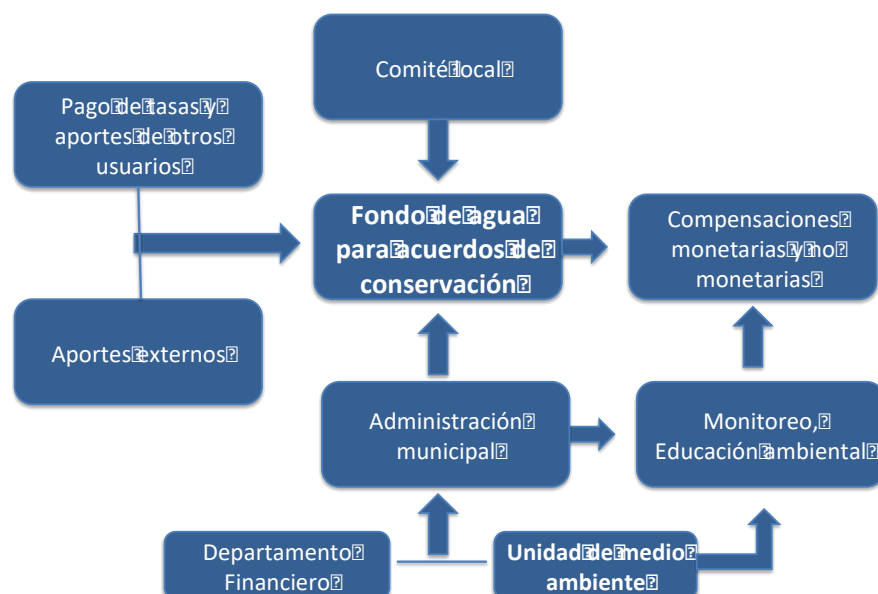


Figura 2. Modelo de funcionamiento de los esquemas municipales para acuerdos de conservación.

El establecimiento de un acuerdo, es un verdadero arte, puesto que se trata de un proceso de negociación sumativa, persistente y de mucha paciencia; la idea es llegar a un acuerdo voluntario, donde las dos partes se sientan ganadoras, es decir, entiendan que ambas obtienen beneficios.

El enfoque APAB permite intervenir integralmente en cuatro ambientes para:

- Proteger los remanentes de ecosistemas de bosque, páramo y matorrales.
- Restaurar áreas de interés hídrico:
 - Recuperar vegetación riparia o de ribera a lo largo de quebradas y ríos.
 - Recuperar cejas de montaña.
 - Conformar franjas horizontales de conectividad.
 - Recuperar áreas degradadas.
- Desarrollar mejores prácticas productivas que favorezcan la hidrología de los suelos y la biodiversidad, tales como las agroforestales, agroecológicas como la labranza cero y, las de conservación de suelos, entre otras.
- Ralear plantaciones forestales (pino) establecidas, especialmente en cejas de montaña.

En el caso de Celica, se han firmado contratos para protección de remanentes y restauración de áreas de interés, donde los propietarios reciben una compensación en efectivo equivalente al costo de oportunidad de US\$ 52/ha/año y de US\$ 60/ha/año en Puyango; en El Chaco también se han establecido contratos con

una compensación de US\$ 60/ha/año, y de US\$ 12/ha/año en Pimampiro. Además de la compensación en efectivo, algunos municipios han optado por la estrategia de compra de predios.

Los costos de transacción y compensación en la experiencia en Celica, corresponden a US\$ 187/ha/año, más los costos fijos (diseño, adecuación de cercas e infraestructura para educación ambiental) alcanzaron los US\$ 147/ha; significando una inversión total de US\$ 1.456/ha en siete años de acuerdo. Durante este tiempo, hubo un proceso de regeneración natural de un matorral alcanzando una altura promedio de 91 cm en lo que anteriormente fue un pastizal y se acumuló una capa de 5 cm de hojarasca y 0,5 cm de humus; entre mayor altura de materia orgánica se consiga, implica mayores posibilidades de almacenamiento temporal de agua. Además, al no existir ganado en estos sitios, no hay compactación, y la labor de las raíces mejora las condiciones de aireación de los suelos y por ende la infiltración de agua. En las Fotografías 1 y 2, se muestra un área en restauración bajo acuerdo, a la firma y luego de siete años de acuerdo.



Fotografía 1. Área a la firma del acuerdo en 2006.



Fotografía 2. Área en restauración en

De acuerdo a evaluaciones de los contenidos de humedad realizadas por el equipo de la Corporación para el Desarrollo de los Recursos Naturales, CEDERENA, en el área de interés hídrico de la microcuenca de Quillosara en Celica durante treinta meses, se determinó que el ecosistema bosque (suelo, materia orgánica sobre el suelo y neblina) logra almacenar 216 m³/ha de agua libre o de drenaje más que un pastizal en la época más seca del año (efecto de regulación) en similares condiciones de pendiente y altitud (Yaguache, 2009).

Aprendizajes

La ejecución de estos mecanismos en Sudamérica va generando algunos aprendizajes, entre los que se destacan:

- La ejecución de programas locales de acuerdos de conservación, ha generado datos, información y nuevos conocimientos, que abren la puerta para tomadores de decisiones hacia un nuevo paradigma de la protección de Servicios Ecosistémicos hidrológicos.
- Es factible crear tasas por protección de microcuencas, hay voluntad y disposición a pagar por los usuarios de los Servicios Ecosistémicos y existen instrumentos institucionales y jurídicos que amparan estas decisiones.
- El 61% de población urbana en la Región Andina, está con voluntad y dispuesta a contribuir para la protección de cuencas, el 90% está dispuesta a pagar US\$

0,25/mes/familia y el 53% podría pagar hasta US\$ 0,5/mes/familia; lo que significa, US\$ 2,5 centavos/m³ para una familia que consume 20 m³ en promedio por mes (Yaguache, 2012).

- Más del 50% de propietarios de las áreas de interés hídrico en Ecuador, tienen voluntad y están dispuestos a negociar y firmar acuerdos, contratos o convenios, de conservación y restauración (Yaguache, 2012).
- Existen experiencias de fideicomisos estrategias de financiamiento más estables donde se disponen aportes importantes de recursos económicos, como son los casos del Fondo de Agua para Quito (FONAG), otros como el Fondo de Agua de Tungurahua, el Fondo Regional del Agua (FORAGUA) y el Fondo para el manejo de la Cuenca del río Paute (FONAPA); estos mecanismos reinvierten las utilidades que se obtienen de las inversiones, convirtiendo al fideicomiso en un mecanismo financiero sostenible. Actualmente ciudades como Bogotá, Lima y Cali están en proceso de formación de fondos similares al FONAG de Quito.
- Bajo la premisa de que la conservación se hace con seres humanos, puesto que son las personas quienes toman decisiones de actuar a favor o en contra de la protección y restauración de ecosistemas, es claro entonces que existen distintos intereses y conflictos sobre el uso de los recursos desde los diferentes tipos de actores de las sociedades humanas; por lo tanto, se requiere crear ambientes favorables, facilitar información y negociar estos intereses y conflictos.
- En un comienzo se pensaba que los municipios estaban preparados para ejecutar este esquema con la creación de unidades ambientales, formación de talentos locales y creación de fondos de agua; sin embargo, luego de varios años de ejecución, el 100% de municipios demuestran debilidades y estancamiento en los procesos de negociación; en este sentido se llega a la conclusión de que requieren de acompañamiento externo y de manera permanente para motivar, estimular y formar constantemente a los técnicos municipales, para realizar análisis de los avances, análisis de eficiencia, eficacia, propuestas de innovación, entre otros aspectos.
- A veces, se piensa muy anticipadamente, que los propietarios no están dispuestos a ceder un centímetro de su uso actual con ganadería para pasar a otro uso como regeneración natural; sin embargo, no se trata solamente de preguntar, sino de establecer un proceso de mucha paciencia y persistencia con los propietarios para construir un ambiente de confianza y de mejor entendimiento sobre las amenazas actuales a los ecosistemas, la degradación de los Servicios Ecosistémicos, la afectación al bienestar; pero también las posibilidades de obtener beneficios y, negociar incentivos y compensaciones.
- Se deben crear instancias superiores competentes que faciliten los procesos de acompañamiento e institucionalización de los acuerdos por el agua y la biodiversidad a nivel de los GAD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Daily, C.G. (ed) 1997. Nature's services: Societal dependence on ecosystem services. Island Press. Washington.

Landell-Mills, N. y I. Porras. 2002. ¿Bala de plata u oro de tontos?. Revisión global de mercados para servicios ambientales del bosque y sus impactos sobre los pobres. Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. IIED. Londres, Reino Unido. 275 p.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. Island Press, Washington D.C. USA. 245 p.

Nielsen, E. y R. Rice. 2004. Sustainable forest management and conservation incentive agreements. *International Forestry Review*. 6:56-60.

Pagiola, S. y G. Platais. 2002. Pago por servicios ambientales. Environment strategy Note N° 3, Banco Mundial. Washington DC. 4p.

Pagiola, S., P. Agostini, J. Gobbi, C. De Hann, M. Murgueitio, E. Ramírez, E. Rosales y J. Ruiz. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Banco Mundial. Washington DC. USA. 40p.

Stanton, T., M. Echavarria, K. Hamilton and C. Ott. 2010. State of Watershed Payments: An Emerging Marketplace. Ecosystem Marketplace. Available online: http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_2438.pdf

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2013): Guidance Manual for TEEB Country Studies. Version 1.0.

Wunder, S., S. Engel y S. Pagiola. 2008. Taking stock: a comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics* 65 (2008) 834 – 852.

Wunder, S. 2006. Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales. Occasional Paper 42(s). Centro para la Investigación Forestal Internacional. 24p.

Yaguache, R. 2012. La participación e inversión local para la protección de la cantidad y calidad del agua en Los Países Andinos, del costo político a una oportunidad emergente. *Revista Natura Economía de la Universidad Agraria La Molina de Perú* (2012).

Yaguache, R. 2009. Análisis Económico de los Acuerdos por el Agua. El caso del Municipio de Celica, Ecuador. Tesis, Doctor en Economía de Recursos Naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México DF.

1.5 GOVERNANÇA DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO - CONTEXTUALIZANDO UM DEBATE

*Sidclay Pereira, Professor Assistente da Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina e
Doutorando em Ciências Geográficas na Universidade Laval (Québec, Canadá).
Email: sidclay.pereira@upe.br*

Entende-se que governança pode significar qualquer tipo de articulação entre organizações, partes de organizações, grupos e indivíduos buscando um sistema de comando e controle hierarquizado para formas de interação descentralizadas e mais horizontais. De maneira mais vertical, governança se refere às formas de coordenação interorganizacionais modeladas por redes, especialmente as que são auto-organizadas (Gregory *et al.*, 2009). A governabilidade é uma dimensão estatal de exercício do poder possuindo atributos considerados essenciais para o exercício do governo, enquanto a governança vai além, envolvendo a governabilidade e os diversos atores não estatais no processo de tomada de decisão. Enquanto a governabilidade tem uma dimensão essencialmente estatal, vinculada ao sistema político-institucional, a governança opera num plano mais amplo, englobando a sociedade como um todo. (Gravel & Lavoie, 2009; Rosenau, 2002; Gonçalves, 2006). É nesta perspectiva que aqui se trabalha o processo de governança da água no semiárido brasileiro. As zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas estão presentes em todos os continentes à exceção da Antártida. Ocupam, aproximadamente, um terço das terras emersas do planeta com mais de cinco bilhões de hectares distribuídos em cerca de cem países. O semiárido brasileiro faz parte deste contexto, possuindo um regime pluviométrico concentrado, comumente entre um e quatro meses ao ano. Com isto, a incidência do fenômeno natural conhecido como seca é periódico e recorrente, normalmente, em intervalos que variam de 5 a 12 anos (Ab'Sáber, 1999).

Mesmo com o semiárido presente em diversas partes do mundo, no Brasil, existe a percepção de que os altos índices de desigualdade socioeconômica encontrados na região Nordeste quando comparadas às demais regiões brasileiras, são decorrentes da presença do semiárido na maior parte do seu território. Isso decorre do pensamento de que o acesso a água, um dos problemas vivenciados pelas populações que habitam o semiárido, seria o maior entrave para o desenvolvimento econômico e social da região. O determinismo ambiental, neste caso, norteia debates.

A população estimada do semiárido brasileiro atingiu 23.846.982 habitantes, equivalendo a 42,44% e 11,76% da população do nordeste e do país, respectivamente. Nas áreas urbanas, estão cerca de 62 por cento, enquanto, 38 por cento estão na zona rural. Em 4 anos (desde o recenseamento de 2010) a população do semiárido cresceu 5,24%. São ao todo 1,135 municípios (20,4 por cento do total brasileiros) na região, dos quais 1,060 são classificados como de pequeno porte; 74 médio porte e 1 considerado um grande município (INSA, 2014).

Objetivando minimizar os problemas de acesso à água, desde a primeira metade do século XX, foram implementadas as chamadas soluções hidráulicas que consistiam em dar uma maior atenção às ações de armazenamentos d'água a partir da construção de repositórios de grande, médio ou pequeno porte. Tais obras eram implementadas numa relação entre o capital público e as empresas privadas. Esta era a base do pensamento de órgãos como o Departamento Nacional de Obras

Contra a Seca (DNOCS), a Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF).

Embora, o documento elaborado pelo grupo que posteriormente viria a criar a SUDENE já demonstrasse, ainda nos 50, que as soluções hidráulicas para a seca trouxeram resultados pífios até aquele momento, a maior parte da atuação estatal utiliza tais expedientes como panaceia para resolver os problemas sociais da região. Entendia-se que os problemas sociais da região seriam finalizados, uma vez que o acesso à água fosse normalizado. Com isso, o Estado brasileiro atuou, sistematicamente, na região através de obras de infraestrutura de acesso à água, sob o argumento de modernização territorial, bem como pôs em prática ajudas pontuais em momentos de secas mais agudas.

A partir de uma necessidade regional aliada ao desenvolvimento das ideias de sustentabilidade, começaram a surgir nos anos de 1980 as ações das sociedades civis organizadas através das Organizações Não Governamentais (ONG). Em vez da mudança de uma condição através de soluções hidráulicas, buscava-se a convivência com o ambiente e, conseqüentemente, com as secas. As ações propostas pelas organizações não governamentais envolvidas no desenvolvimento do semiárido demonstram um caminho possível para minimizar os impactos da seca, bem como o desenvolvimento do capital humano e social.

A visão do Estado brasileiro sobre a governança dos recursos hídricos privilegiou a organização e a normatização do território através do uso da ciência e da tecnologia como meios de modernização espacial e modificação da realidade. Não obstante, isso gerou uma normativa de que o Estado é o centro da tomada de decisão, mesmo que estas mereçam uma atenção maior dos atores regionais ou mesmo locais. A centralização do poder e a pouca partilha com as experiências locais ocasionaram ações intervencionistas que nem sempre lograram o êxito esperado.

Foi sobretudo na primeira década do corrente século que houve uma maior participação da sociedade civil organizada na implementação de ações pontuais no semiárido através de parcerias com ONGs que recebiam recursos federais; a criação de institutos de pesquisa e aplicação como o Instituto Nacional do Semiárido (INSA); o fortalecimento de ações em conjunto como a Articulação do Semiárido (ASA); bem como grandes investimentos em universidades federais e institutos de educação técnica. Começava-se, assim, a intensificação de um processo de descentralização das tomadas de decisão, de parcerias nas decisões tomadas, na escolha na alocação de recursos e na implementação de ações mitigatórias dos problemas socioeconômicos que vão além das obras contra a seca.

As ações governamentais e não governamentais, sejam aquelas tomadas e executadas em conjunto ou ainda em iniciativas próprias, construíram um processo de governança no semiárido que não transformou profundamente a região. De acordo com estatísticas do Ministério da Integração Nacional e sistematizadas pela ASA (2012), cerca de 58% da população brasileira considerada em situação de pobreza habitam na região. Aproximadamente 62% da população da região vive sem as condições mínimas necessárias de qualidade de vida em relação aos indicadores de renda, longevidade e educação. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do semiárido é de 0,65 para aproximadamente 82% dos seus municípios. No meio rural, 67% das famílias não possuem rede geral de abastecimento d'água, dos quais 43% utilizam poços ou nascentes e 24% utilizam outras formas de abastecimento como a busca em lugares mais distantes de onde residem. Apenas 5% da população possui água para irrigação de plantações.

Evidencia-se assim, a necessidade de se repensar e se rediscutir a governança para que uma proposta mais adequada à melhoria da qualidade de vida seja apresentada. Considera-se que a atuação da sociedade civil organizada ainda está incipiente daquilo que pode alcançar, bem como extremamente dependente do Estado, o seu maior financiador. Por outro lado a população residente na região, pouco foi ouvida sobre seus conhecimentos aplicado às minimizações dos impactos sociais resultantes da dificuldade de acesso à água. O semiárido continua vivenciar as desigualdades sociais, mesmo aquelas oriundas das secas sazonais.

Não se conclui aqui que a governança das águas seja abandonada ou mesmo minimizada. Pelo contrário, propõe-se que o debate seja mais amplo e profundo. A centralização da tomada de decisão já se provou ineficaz na diminuição dos problemas socioeconômicos e as experiências das ONG's se apresentam como um caminho possível. Espera-se assim que os mecanismos que possibilitam a governança sejam aperfeiçoados para um desenvolvimento do semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz (1999) *Dossiê nordeste seco*. Revista Eletrônica Estudos Avançados, 13 (36).

ASA (2012) *Semiárido*. [Em linha] <http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp> Consultado em 21 de janeiro de 2014.

GONÇALVES, Alcindo (2006) *O Conceito de Governança*. Conpedi. [Em linha] URL <<http://conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/XIVCongresso/078.pdf>>. Consultado em 14 de abril de 2014.

GRAVEL, Nathalie e Lavoie, A. (2009) *La gouvernance rurale au Mexique en réponse à la vulnérabilité paysanne extrême*. *Revue canadienne des études latino-américaines et caraïbes*. Numéro spécial sur la gouvernance environnementale en Amérique latine, 34 (68) : 111-145.

GREGORY, Derek *et al.* (2009) *The Dictionary of Human Geography*. Malden, Blackwell.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (2014) *Sistema da Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro*. [Em linha] <http://www.insa.gov.br/sigsab/>. Consultado em: 05 de março de 2017.

ROSENAU, J. N. (2002) *Governança, ordem e transformação na política mundial*. Em ROSENAU, J.N. *et al.* (Eds.) *Governança sem governo – ordem e transformação na política mundial*. Brasília. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado : 11-46.

1.6 A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA PARA A CONSERVAÇÃO DA ÁGUA, UMA REFLEXÃO PARA O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO

*José Luiz de Carvalho , Pesquisador Científico I - Instituto Florestal – SMA – SP.
Rua do Horto 931 – São Paulo – CEP – 02.377-000*

INTRODUÇÃO

Muito se discute sobre a importância da proteção e conservação da floresta nativa, sendo que esse valor tem mudado em função do tempo e de novos conceitos do uso da floresta. Inicialmente a floresta nativa apresentava valor somente quanto ao potencial produtivo, dado em metros cúbicos de madeira nobre, e o restante da floresta, quando não utilizada como lenha ou carvão, era queimado no próprio local.

Com o conhecimento dos serviços ambientais produzidos pela floresta nativa, tal como a conservação da biodiversidade, a proteção dos solos, a conservação da água e micro-clima de uma região, o valor da floresta passa a suplantiar o simples valor da madeira nela contida, segundo KUMAZAKI (1977), no Japão esse valor é considerado vinte vezes maior que o valor da madeira (Guillaumon & Ogawa, 1986).

Entretanto, mesmo diante do conhecimento dos serviços ambientais prestados pelas florestas, o uso dos solos da propriedade particular, incorpora uma cultura de destruição das florestas, pois a floresta passa a ser um fator limitante para uso da terra e, muitas vezes estas áreas florestadas são destruídas em favor de atividades dos agronegócios. Não muito diferente de outros países, a situação do uso indiscriminado das florestas no Brasil, vem causando impactos de grandes proporções sobre os recursos hídricos, sendo estes impossíveis de se reparar em curto prazo.

Quanto aos recursos hídricos, no Estado de São Paulo, estes estão cada vez mais comprometidos, devido à falta de proteção, da Zona Ripária, muito conhecida como “mata ciliar” e de outras áreas com cobertura florestal natural. Aliado a estes fatos, as incipientes iniciativas de conservação dos solos nas atividades agropecuárias, vem causando o assoreamento dos rios e, comprometendo o fornecimento de água de qualidade para o uso humano e animal.

O histórico da ocupação do Estado de São Paulo

Estudos realizados por CAVALLI et al. 1975, demonstram que a área do Estado de São Paulo, em sua situação primitiva (Século XVI), ou seja, quando aqui somente habitavam os aborígenes, a cobertura florestal nativa, composta de Mata Atlântica, Cerradão e Matas de Araucária, ocupava 81,7 % desta área.

Entretanto, a floresta nativa, apesar de deslumbrante, sempre foi uma grande ameaça para os desbravadores, pois nelas estavam contidos vários mistérios, tais como, animais, índios, doenças e riquezas. Também, os colonizadores precisavam de áreas para instalar seus povoados e produzir o seu sustento. Foi então o início da devastação das florestas nativas em nosso Estado.

A Exploração pela agricultura

Na época da colonização, com a necessidade de produção de gêneros alimentícios para a sobrevivência, foi praticada a agricultura de subsistência, sendo que a maior parte da produção servia para atender as necessidades do proprietário, e o excedente comercializado. Nesta época muitas áreas foram desmatadas com

esta finalidade, entretanto, eram áreas pequenas, tendo em vista que visavam a atender a uma pequena demanda de consumo de alimentos.

Os grandes desmatamentos para a produção agrícola no Estado de São Paulo, têm início com o incentivo à exportação de açúcar, visando atender a esta produção. Outras culturas também apresentaram certo grau de importância, como por exemplo, a cultura do algodão, que no município de Paraibuna –SP, encontrou clima apropriado e foi cultivado para a venda às fábricas de tecidos existentes na região. Estas atividades causaram um grande impacto sobre a floresta, da ordem de 11,2%, sendo que a região que recebeu maior impacto nesta época foi o Vale do Paraíba, por estar situado justamente no eixo Rio - São Paulo e no caminho das Minas Gerais.



Figura 01 – Telas de Rugendas, pintor alemão, retratando a floresta e corte da Mata Nativa. (MILLIET, S. 1975).

O maior impacto sobre as florestas nativas no Estado de São Paulo se dá no final do século XVIII e início do século XIX e foi provocado pela produção do café.

Descrito historicamente como “ouro verde”, o café vem a ser a solução para o desenvolvimento da agricultura no país naquela época; baseado na mão de obra escrava, a produção do café conferia altos lucros para o produtor. Para que isto se concretizasse, foi necessária a eliminação da floresta para a introdução da cultura do café. Foram décadas de devastação, sem muita tecnologia para o corte e a remoção da floresta; muitas áreas foram queimadas, junto com toda sua biodiversidade, destruindo a maior parte do testemunho de séculos de desenvolvimento de espécies.

A marcha para o Oeste Paulista

Devido aos sucessivos golpes sofridos pela cultura do café no Vale do Paraíba e devido à descoberta de terras mais férteis no Oeste Paulista, a marcha de devastação da floresta ganha nova direção.

“a partir de 1840, quando o café ganha definitivamente as terras ricas do interior de São Paulo, a produção sofre uma aceleração extraordinária, tornando-se o interior paulista – Campinas, Limeira, Jundiaí, Itu, Sorocaba e Ribeirão Preto – o principal centro produtor e exportador do país, e o responsável pela recuperação final da economia brasileira no século XIX.” TEIXEIRA, 1979.

Foi no final do século XIX e início do século XX, quando devido à grande recessão ocorrida na Europa e no Japão, um grande contingente de imigrantes arriscava trocar seu país de origem em busca da “Nova América”. Com a devastação da floresta no Oeste Paulista o Estado de São Paulo passa a ter uma cobertura vegetal da ordem de 44,4%, ou seja, houve uma perda de aproximadamente 26,1% das áreas de floresta em apenas 34 anos.

A continuidade do processo de devastação florestal

O processo de devastação continua até a década de 70, quando uma política mais austera de preservação e de ações mais eficientes de fiscalização passa a enfrentar este quadro desolador da retirada da vegetação florestal nativa do Estado de São Paulo.

Nessa época foi constatada por pesquisadores a existência de aproximadamente 8,3% de cobertura vegetal florestal natural, ou seja, em cerca de 470 anos houve um decréscimo de 73,4% da cobertura de vegetação florestal nativa do Estado de São Paulo.



Figura 02- Mapa do Estado de São Paulo com cobertura Florestal nativa de cerca de 81,7%. (CAVALLI et al. 1975) e Mapa do Estado de São Paulo em 1973, mostrando uma cobertura florestal nativa de 8,3%, a devido a proteção ambiental deficiente. (CAVALLI et al. 1975), montagem comparativa do autor.

Para o Estado de São Paulo, região considerada desenvolvida, nota-se que este “desenvolvimento” apresentou maior crescimento econômico, do que desenvolvimento real, pois a maior parte da superfície se encontra quase totalmente desnuda (Guillaumon & Ogawa, 1986).

Considerações sobre a interceptação da precipitação pela floresta

As árvores desempenham importante papel na interceptação da precipitação, pois dissipam a energia das gotas de chuva através do dossel, conduzindo a água da chuva das folhas, para os galhos e escoando pelo tronco das árvores até alcançar o solo. Considerando a existência da manta orgânica sobre o solo que, em conjunto com as raízes e todas as formas de vida ali existentes ajudam a conservar a porosidade do solo, a água interceptada encontra condições favoráveis para infiltrar rapidamente, ficando armazenada no lençol freático, que irá disponibilizá-la gradativamente para os cursos d'água, garantindo a perenidade dos córregos, riachos e rios.



Figura 3 – Esquema do escoamento superficial em solo com cobertura vegetal. Segundo LIMA, 1999, a saúde da micro-bacia deve-se a perpetuação de seu funcionamento hidrológico, de seu potencial produtivo ao longo do tempo e da biodiversidade ao longo da paisagem.

A falta da cobertura florestal

Considerando a mesma precipitação em um local sem cobertura vegetal, observa-se que a energia da gota de chuva que precipita, ao atingir o solo desnudo, causa a destruturação deste solo, prejudicando a infiltração e como consequência causa o escoamento superficial. Mesmo em solos com pequena declividade esse escoamento propicia a erosão. Este fenômeno modifica a camada superficial do solo, que é a mais rica em nutrientes e matéria orgânica, causando o assoreamento dos corpos d'água. Nesta situação, sem o armazenamento dinâmico da água, ou seja, sem a armazenamento de água no lençol freático, tem-se uma situação de extremos, com rios com pouca água ou até secos na época de seca e rios apresentando enchentes na época das chuvas. Enchentes estas que causam efeitos catastróficos às margens dos córregos e rios, que transbordam trazendo toda a sorte de problemas ao ser humano.



Figura 4 – Esquema do escoamento superficial em solo sem cobertura vegetal.

Reflexão sobre o efeito da retirada da floresta e a conservação dos recursos hídricos

Considerando-se a drástica redução da cobertura florestal nativa do Estado de São Paulo (em cerca de 470 anos foi da ordem de 73,4%), toda a dinâmica de armazenamento da água passa a ser afetada, reduzindo seu armazenamento no lençol freático, passando a apresentar um déficit hídrico, pois a água cedida aos recursos hídricos pelo lençol freático não é mais reposta em quantidade e qualidade.

As nascentes, minas e olhos d'água começam a secar ou a surgir em pontos mais baixos do relevo. Ocorre então, a redução da água disponível para os córregos, que já se encontram assoreados pela falta da proteção da Zona Ripária (mata ciliar) e pela destruição da floresta. A drástica redução da Zona Ripária ou mata ciliar e, a fragmentação das florestas em geral, têm causado aumento significativo nos processos de erosão dos solos (BARBOSA, 1999). Este processo, apesar de ser acelerado na escala do tempo da formação do planeta, pode não ser sentido de imediato pelo homem, que apresenta uma escala de tempo muito mais curta, mas mesmo assim não é difícil encontrar-se exemplos de córregos e cachoeiras, no Estado de São Paulo, que foram assoreados ou até, que secaram em questão de poucas décadas, devido ao mal uso dos solos de determinada área. Os rios, formados por estes córregos, são também assoreados, reduzindo a sua calha e, conseqüentemente, a capacidade de drenagem do excesso de água, vindo a causar enchentes em áreas anteriormente seguras.

CONCLUSÃO

Concluindo esta reflexão, vê-se a grande importância do estudo dos fenômenos da natureza que, associados com o estudo da dinâmica da ocupação das terras realizados pelo homem. Os estudos destes fatores são de grande importância para a compreensão da dinâmica do meio ambiente. Isto nos induz a idealizar propostas de estudos mais aprofundados para a elaboração de projetos mais efetivos de recuperação dos recursos naturais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA, L.M. **Implantação de mata ciliar**. SIMPÓSIO DE MATA CILIAR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Belo Horizonte, 1999.

BOTELHO, R.G.M, **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**.in: GUERRA, A.J.T; SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G.M. (organizadores) Erosão e conservação dos solos. Conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 268-300.Samuel Gazolla Lima. Geografia/UFV

CAVALLI, A.C.; GUILLAUMON, J.R. & SERRA FILHO, R. 1975. **Mapas de reconstituição da cobertura florestal do Estado de São Paulo**. In: VICTOR, M.A. M. **"A devastação florestal"**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 43p.

GUILLAUMON, J.R. & OGAWA, H.Y. **Usos múltiplos – Lazer**. In: Congresso Florestal Brasileiro, 5, Olinda – PE, nov. 23-28, 1986. Anais ... Silvicultura, São Paulo, 11 (41): 25-32, 1986.

GOWDAK, D. **Natureza e vida**. São Paulo: FTD, 1997. 300 p.

HEWLETT, J.D.**Principles of Forest hydrology**. The University of Geórgia Press. 1982. 183 p.

KLAR, A.E. **A água no sistema solo – planta – atmosfera**. 2ª edição. Ed. Nobel. São Paulo. 1992. 408 p.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ – USP. 1986. 241. p.

MAIA, THEREZA R. C. **O passado ao vivo**. São Paulo.FDE. 1988.

MILLIET, SÉRGIO. **RUGENDAS -Viagem pitoresca através do Brasil**.Tradução; apresentação Josué Montello. Rio de Janeiro: A Casa do Livro, 1972. 96 pag. il. color.

PERAZZA, M.C.D. **Estudo analítico de metodologia de avaliação de impacto ambiental**. São Paulo: EDUSP. 1986.

REICHARDT K. 1985. **Processos de transferências no sistema solo – planta – atmosfera**. 4ª Ed. Ver. E ampliada. Campinas. Fundação Cargil, VII, 466 p.

TEIXEIRA, FRANCISCO MARIA PIRES. História do Brasil.**1979, 209 p.**

1.7 PESQUISAS NO LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL WALTER EMMERICH

Maurício Ranzini¹, Francisco Carlos Soriano Arcova¹, Valdir de Cicco¹

¹ Pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo. Email: ranzini@if.sp.gov.br

O Instituto Florestal de São Paulo desenvolve estudos em hidrologia florestal desde o início dos anos 1980, quando recebeu suporte técnico, científico e financeiro do governo japonês, por intermédio da Agência Japonesa de Cooperação Internacional - JICA.

A cooperação resultou na implementação do Laboratório de Hidrologia Florestal Engenheiro Agrônomo Walter Emmerich - LHFWE, que possibilita a realização de pesquisas de longa duração, condição requerida para avaliação dos processos hidrológicos em condições tropicais, onde a variabilidade climática é muito grande, e necessária para acompanhar as alterações nesses processos com o desenvolvimento da vegetação florestal ao longo do tempo.

O LHFWE está localizado no município de Cunha-SP, nas proximidades das cabeceiras do rio Paraibuna, que é um dos primeiros formadores do rio Paraíba do Sul, curso de água federal que em toda sua extensão abastece 12 cidades em território paulista, outras 16 cidades no interior fluminense, além de uma população de aproximadamente nove milhões na região da Grande Rio de Janeiro. Com a crise hídrica que assolou o estado de São Paulo no período de 2014 a 2016, o rio Paraíba do Sul passou a ter parte de suas águas transpostas para o Sistema Cantareira, contribuindo assim para suprir a demanda por água na região metropolitana de São Paulo. Nesse contexto, as pesquisas em andamento no LHFWE ganham maior importância com o passar do tempo.

O “carro-chefe” do LHFWE são suas microbacias experimentais recobertas com vegetação de Mata Atlântica. Em número de três, têm a precipitação pluviométrica e a cota fluviométrica monitoradas continuamente. As microbacias B e D geram dados hidrológicos há mais de trinta anos e a Microbacia “A” há vinte e cinco anos.

Com dados consistentes, o balanço hídrico de massa calculado nas três microbacias indica para uma condição moderada de consumo de água pela floresta em favor de uma elevada produção hídrica (Tabela 1). As perdas evaporativas são intermediárias aos de florestas tropicais nebulares de grande altitude e de florestas tropicais de baixa altitude.

Tabela 1. Balanço hídrico médio nas microbacias monitoradas A, B e D do LHFWE.

Microbacia	Chuva		Deflúvio		Evapotranspiração	
	mm	%	mm	%	mm	%
A	1.814	100	1.205	66,4	609	33,6
B	2.013	100	1.473	73,2	540	26,8
D	2.205	100	1.528	69,3	677	30,7
Média	2.011	100	1.402	69,7	590	30,3

Igualmente importantes são as pesquisas sobre os ciclos biogeoquímicos e de transferências de espécies químicas realizadas nas microbacias experimentais. O monitoramento integrado da precipitação, da transprecipitação, da água do solo, solo e curso d'água indica que a região onde está localizado o LHFWE, embora esteja situada entre os dois maiores pólos industriais do Brasil, ainda se encontra

razoavelmente isenta da influência dos efeitos da poluição atmosférica. Esta condição credencia as microbacias como áreas-referências ou de controle para estudos comparativos com ambientes já impactados.

O consumo de água por espécies florestais exóticas de rápido crescimento também foi estudado no LHFWE. Para tal finalidade foram construídos lisímetros planos, que são tanques quadrados de concreto com 10 m de largura e 2 m de profundidade, vedados no piso de forma a concentrar a água percolada para uma única saída onde é mensurada. Os lisímetros foram preenchidos com solo retirado do próprio local e, posteriormente, foram plantados com *Eucalyptus urophylla* e *Pinus elliottii* em espaçamento de 0,5 x 0,5 m, num total de 361 mudas de cada espécie. Entre 1985 e 1995, os cultivos sofreram três desbastes, restando 24 árvores de pínus e 22 de eucaliptos. Os resultados mostram maior consumo de água pelo eucalipto nos primeiros anos do experimento com a sucessiva inversão de comportamento ao longo do tempo, quando a conífera passa a utilizar mais água nos processos evaporativos (Tabela 2). Essa pesquisa está em fase de encaminhamento para submissão em revista científica de renome nacional.

Tabela 2. Evapotranspiração em *Eucalyptus urophylla* e *Pinus elliottii* cultivados em lisímetros planos no LHFWE, do plantio até cerca de 10 anos de idade.

FASE	EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)		EVAPOTRANSPIRAÇÃO (%)	
	Pínus	Eucalipto	Pínus	Eucalipto
Plantio	159,4	254,7	47,5	76,0
1º desbaste	122,3	129,5	62,8	66,5
2º desbaste	226,1	189,8	68,5	57,5
3º desbaste	244,2	135,6	69,5	38,6

Finalmente, além das pesquisas, o LHFWE tem cumprido seu objetivo de capacitação de estudantes de graduação, de pós-graduação e pesquisadores nos temas relacionados à hidrologia florestal. Estima-se que aproximadamente duas mil pessoas já participaram de eventos programados com este propósito, onde os participantes destacam importância da realização das atividades práticas na consolidação dos conhecimentos teóricos e conceituais adquiridos.

1.8 A IMPORTÂNCIA SOCIAL DO SOLO NA DIGNIDADE DO HOMEM DO CAMPO

João Brunelli Júnior, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, brunelli@cati.sp.gov.br

Contextualização

De acordo com a ONU, os principais agentes causadores de degradação do solo são o pastejo excessivo, descuido das práticas de conservação do solo e desmatamento sem critérios. No que diz respeito ao desmatamento, dados da Embrapa de 1996, demonstram que as florestas tropicais estão reduzidas a 44% de sua área original.

Os problemas derivados deste processo de degradação atingem diretamente os agricultores pela redução do seu potencial produtivo. Mas, além dos agricultores, o problema atinge toda a população nos núcleos rurais e urbanos, pois o manejo inadequado dos solos acarreta a erosão, com o consequente arrastamento dos insumos aplicados e das camadas mais férteis do solo para os corpos d'água, provocando o assoreamento e a poluição destes, gerando substanciais acréscimos nos custos para a captação e o tratamento de água para o consumo.

O estado de São Paulo conta com uma área ocupada com pastagens da ordem de 40% do total de terras cultiváveis, o que corresponde à perto de 7,8 milhões de hectares, entretanto, cerca de 20% delas (1,5 milhão de hectares) encontram-se fora do sistema produtivo e outras 60% (4,6 milhões de hectares) em estágios de inicial a moderado de degradação, com perspectivas de se ver agravada a situação, caso não sejam adotadas ações para a correção desta tendência. Segundo dados do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária – LUPA houve uma ocupação das áreas de pastagens por culturas como a cana-de-açúcar, reflorestamento e fruticultura perene, especialmente com a busca por alternativas energéticas e com relação às preocupações sanitárias da cultura dos citros.

Notamos claramente a ocupação, por pastagens, em áreas normalmente consideradas como pouco destinadas às culturas com enfoque industrial, consideradas marginais, o que tem sido, via de regra, o grande motivo do pouco investimento, por parte dos proprietários de áreas de pastagens. Estas têm ocupado áreas anteriormente exploradas por culturas como algodão e café, que alavancaram o desenvolvimento regional em meados do século 20, com a escassez e esgotamento da fertilidade natural do solo, em prover de fartas colheitas, estas culturas foram sendo abandonadas e em seu lugar houve a ocupação por gramíneas nativas e cultivadas, especialmente as Brachiarias. As grandes voçorocas que ocorrem no Estado estão inseridas neste contexto de pastagens, entendendo como tal toda a área marginal ou inexplorável da propriedade, tendo sido originadas ou por degradação direta destas pastagens ou, principalmente por contribuição de águas lançadas de forma concentrada ou desordenada (leitos de drenagem natural) de estradas, nestas áreas. Portanto, há forte correlação da ocorrência de voçorocas no espaço de pastagens degradadas.

A importância social da conservação do solo não advém de nenhuma corrente ideológica, mas de uma necessidade básica de sobrevivência. Simples relação de causa e efeito. A exploração extrativista de solos quimicamente ricos, porém de extrema fragilidade física, após vários ciclos de culturas como o algodão, amendoim e café, provocam, em algumas gerações, o êxodo rural, mesmo contra a vontade do produtor, promovendo intensa rotatividade da posse das terras ou a sua manutenção

como atividade secundária, por conta, principalmente, da falta de lucratividade, ocasionada pela degradação dessas áreas, entendidas como áreas marginais, submetidas a usos menos nobres, pousios prolongados ou mesmo ao total abandono, ocasião em que as braquiárias, e apenas elas, se consolidam formando o que passou a ser genericamente chamado de pastagens.

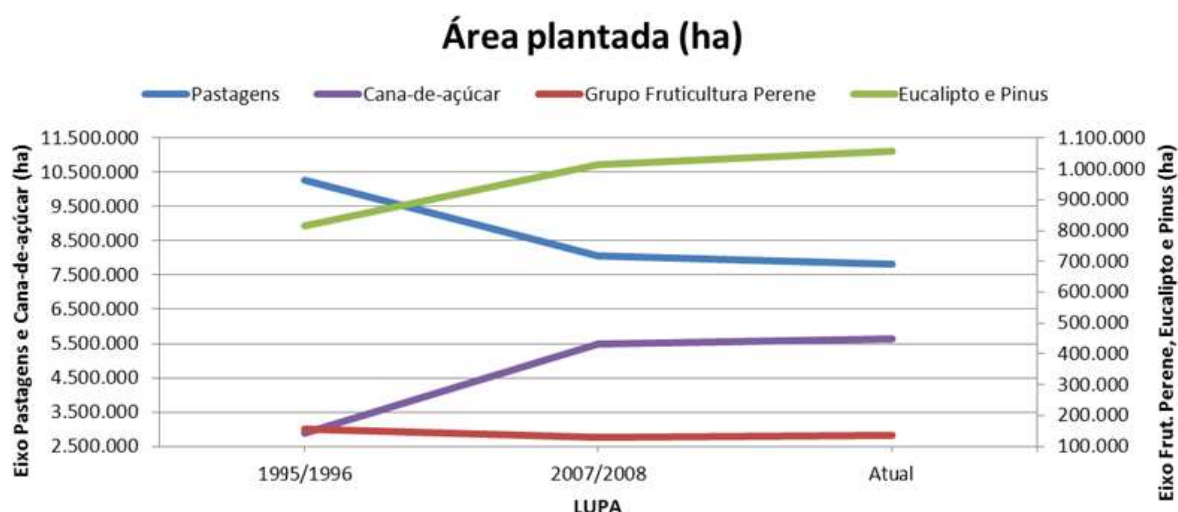
Inexoravelmente tal cenário aponta para a falência da atividade agropecuária do oeste paulista, exceto, talvez, pela pecuária extensiva, que demanda grandes áreas e, por consequência, concentração de terras, para justificar economicamente a atividade, dada a baixa capacidade de suporte de animais. Isso funcionou durante décadas para fundamentar a substituição das propriedades familiares, falidas, por atividades melhor remuneradas nos centros urbanos, ao mesmo tempo em que grandes pecuaristas as absorviam.

As ações públicas para conservação do solo em São Paulo foram intensificadas no final da década de 1990, com a implementação do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, que já vinha se desenvolvendo embrionariamente desde 1987, forte incentivador da adoção de sistemas sustentáveis de manejo e conservação dos recursos naturais, incluindo o plantio direto na palha.

Nos últimos 15 anos têm-se observado na dinâmica da agropecuária paulista, o avanço das áreas de cana de açúcar e reflorestamento, a redução da área de pastagem, e na fruticultura, embora tenha se mantido com área estável, a citricultura, por questões sanitárias, tem se deslocado para a região centro-sul do estado.

Pela comparação entre os dados do LUPA 1995/1996 e 2007/2008, podemos visualizar um acréscimo da área ocupada pela cana-de-açúcar da ordem de 90% (de 2.886 para 5.500 mil ha) contra uma regressão da área ocupada por pastagens de 22 % (de 10.275 para 8.000 ha). Podemos inferir que a cultura da cana-de-açúcar avançou sobre as áreas de pastagens e que estudos demonstram que 80% destas áreas encontram-se em algum estágio de degradação. Estima-se que cerca de 60% da área total ocupada por pastagens encontra-se entre um estágio inicial e mediano de degradação, como por exemplo, erosão laminar aparente ou formação de sulcos rasos ou ocasionais, demandando normalmente apenas correções no manejo, e outros 20% já em estágio avançado de degradação, necessitando de intervenção de maquinário e grande inversão de recursos em insumos para reintegrá-las à capacidade de produzir alimentos, fibras ou energia.

Gráfico 1 – Evolução das Áreas Plantadas de Pastagem, Fruticultura Perene, Reflorestamento e Cana de Açúcar.



Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Desenvolvimento de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária - Integra SP

Considerando essas premissas e a constatação do cenário que vinha se apresentando, a CATI elaborou um detalhado diagnóstico da situação, o que permitiu a formulação de uma política pública para intervir no problema, definindo assim as bases do Projeto Integra SP. Por meio dessa política, incorporada a outras, está sendo possível começar a reverter o processo de êxodo rural. Evidente que não retornaram todos que partiram, mas passou-se a oferecer uma opção aos que ainda têm aptidão para retornar, ou de se manter, e viver com dignidade, pois o campo hoje oferece toda a comodidade da zona urbana, ainda com vantagens, pois a violência, poluição e o custo de vida são menores em relação ao meio urbano. O que falta é a rentabilidade e esta é possível, porém o alicerce para isso começa com um solo produtivo. Sendo assim, se tem trabalhado com alternativas de explorações econômicas com foco na rentabilidade. Se o foco não for esse, a conservação de solo vira poesia. Exemplos práticos têm sido os projetos de pecuária leiteira intensiva em que se busca a rentabilidade econômica, na qual os índices zootécnicos, agrônômicos e econômicos devem ser perseguidos incessantemente.

Os itens elegíveis do Projeto Integra SP, com suas linhas de financiamento amplas e flexíveis, permitem alcançar a excelência dos índices almejados ou, ainda, reinserir áreas degradadas ao estoque de patrimônio de bens de produção, ganhando, além da valorização da propriedade e do seu entorno, principalmente a necessária valorização da autoestima do produtor, que passa a valorizar ainda mais o seu legado.

Para viabilizar a adesão dos produtores rurais, foi criada no FEAP a linha de financiamento Integração Lavoura – Pecuária – Floresta, com abrangência estadual.

Os itens financiáveis incluem: adubação verde e/ou plantio de cultura de cobertura do solo; aquisição de insumos e pagamento de serviços destinados à implantação e manutenção dos projetos financiados; aquisição de sementes e mudas para formação de pastagens e de florestas; aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos agrícolas (calcários e outros) e fertilizantes (químicos e/ou orgânicos); implantação e recuperação de cercas, convencionais e/ou elétricas; aquisição, construção ou reformas de bebedouros, saleiros ou cochos de sal; estrutura hidráulica para dessedentação animal; marcação e construção de terraços e implantação de práticas conservacionistas do solo; operações de destoca e/ou

limpeza de pastagens; preparo de solo para implantação do sistema de adequação de pastagens e/ou lavouras cíclicas.

O teto de financiamento é R\$ 200.000,00 por produtor rural, pessoa física ou jurídica, com prazo de pagamento de até 8 anos, podendo ser estendido para 12 anos quando o componente florestal estiver presente, inclusa a carência de até 4 anos.

Para atender a necessidade do controle de voçorocas, também foi criada a linha de subvenção para Recuperação de Áreas Degradadas de Grandes Extensões – RADGE, com abrangência estadual e limite de apoio de R\$ 15.000,00 por produtor rural.

O “Projeto Voçoroca”, como ficou popularmente conhecido pelos produtores rurais, visa não apenas ao fechamento dessas grandes erosões, mas se propõe a corrigir as causas e promover a estabilização da área com cobertura vegetal, pois será exatamente essa cobertura a grande responsável por tornar a terra produtiva novamente. As práticas elegíveis para a recuperação de voçorocas e respectivas áreas de contribuição:

- Correção física dos sulcos profundos e/ou frequentes e voçorocas existentes, através de serviços de motomecanização;
- Recuperação ou construção do sistema de terraceamento agrícola, quando for recomendado;
- Correção química do solo (calagem, gessagem e fosfatagem) visando a revegetação da área a ser recuperada;
- Construção de cercas de isolamento das voçorocas e de cercas para divisão de pastagens, tanto elétricas como convencionais, com todos os equipamentos requeridos;
- Construção de cochos e bebedouros e do sistema hidráulico para a dessedentação animal, quando for recomendado;
- Aquisição de sementes e mudas para a revegetação da área;
- Aquisição de herbicidas para a área a ser recuperada;
- Adubação química e/ou orgânica da área a ser recuperada, para a recomposição da fertilidade do solo; e
- Escarificação e/ou subsolagem, visando aumentar a capacidade de infiltração da área.

A solicitação para elaboração do projeto deve ser feita via Casas da Agricultura e Regionais CATI. Até o momento, 92 projetos já foram pagos e 112 voçorocas exterminadas no Estado.

O que acontece, na prática, é que as grandes erosões estão em solos que já foram exaustivamente cultivados e encontram-se mais vulneráveis às erosões, ou seja, solos pobres, rasos, sem cobertura vegetal, improdutivos. Por isso não é surpresa para os técnicos da CATI esses solos serem mais encontrados na região Oeste paulista, caso dos municípios abrangidos pelas Regionais de Marília, General Salgado, Presidente Prudente, Presidente Venceslau e Dracena, onde os exemplos já são muitos e a demanda cresce a cada dia.

Em Ocaçu, município da região de Marília, uma área já está pronta e o gado começa a ser colocado sobre a pastagem nos quatro piquetes. De longe é possível observar o pasto verdejante que nasceu onde existia apenas uma erosão “corroendo” uma área de praticamente três hectares de uma propriedade que tem pouco mais de 14ha para trabalhar. O proprietário, Paulo Henrique de Assis Menegucci, está orgulhoso e já faz planos de aumentar a capacidade de lotação do pasto. “Ganhei, do dia para a noite, um terço de minhas terras”, conta Paulo, que

adquiriu a propriedade de 14,9ha em 2009, já com uma erosão em andamento. Foi uma semana de trabalho com as máquinas – 79horas/máquina – e mais 60 dias para a estabilização da pastagem de braquiária MG-4. “Eu já havia tentado controlar a erosão, fiz cinco caixas de contenção, mas ela só crescia e foi só com a intervenção proposta pela CATI que o problema finalmente foi resolvido”, conta satisfeito o proprietário da Estância Menegucci. A última boa notícia foi saber que R\$ 13.455,00, dos R\$ 17.300,00 gastos no total, já estão na conta.

Para o sucesso do projeto é preciso ter o comprometimento e a confiança do proprietário, que deve arcar com os custos para depois ser ressarcido. O valor de R\$ 15 mil geralmente cobre todas as despesas, mas na maioria das vezes os proprietários se animam e acabam solicitando uma intervenção maior e aí assumem os custos adicionais. Isto por conta do efeito de difusão de tecnologia, onde o produtor adota a prática no restante da propriedade após verificar a sua eficiência.



Produtor Paulo Menegucci (último à esquerda), de Ocaçu, observa junto com a equipe de técnicos da CATI a área onde o projeto, definido pela UTE Marília, foi implantado.

Loteamento Fazenda São Jerônimo – seis pequenas áreas recuperadas

A Fazenda São Jerônimo, em Amadeu Amaral, distrito de Marília, foi arrecadada e os 32 lotes de 4,5ha adquiridos, via Projeto Banco da Terra, foram sorteados às famílias adquirentes, todos pequenos agricultores que têm como principal característica uma agricultura diversificada para o sustento familiar. O loteamento foi montado há pouco mais de três anos e alguns dos lotes não tinham terras agricultáveis. Em sete áreas havia erosões, algumas maiores e outras menores, mas todas inviabilizando a prática agrícola na área total. Destas, seis aderiram ao RADGE e hoje já têm suas terras recuperadas. Um deles já trabalha com bicho da seda e mandioca e resolveu instalar um pomar de mangas em seu terraço recém-terminado; vai plantar café também. O compromisso agora é fazer análise da terra, adubar, colocar calcário, deixá-la pronta para receber o novo cultivo, seja este um pomar, um cafezal, pastagens, uma lavoura anual de milho e feijão ou uma estufa para cultivo de olerícolas.

Na propriedade que coube ao Agenor Alves da Silva havia uma estrada, não uma bela estrada para escoar a produção, mas um trecho erodido e encaixado que dividia as terras e impedia que ele e a mulher atravessassem para o outro lado da propriedade. “Era uma terra perdida, não dava passagem e nem era possível plantar nada ali”, conta o produtor. Na verdade era um buraco de 30m de comprimento, 20m de largura e 8m de profundidade em terreno íngreme. A opção foi fazer caixas de

contenção usando uma técnica preconizada pela CATI de colocar canos (drenos de pé) para escoamento da água por gravidade até a parte mais baixa, de forma a não causar erosão e ainda alimentar os cursos de água ou o lençol freático, já tão aflorado em um argissolo susceptível à erosão, como a maioria das terras da região. No trecho recuperado Agenor vai cultivar tomate orgânico, plantar alho, banana de “três pencas” e aumentar o gado de leite. É como se tivesse ganhado outra propriedade. Já instalados na casa nova, ele e a mulher contam com a ajuda dos dois filhos nos finais de semana. “Gostaria que todos pudessemos viver da atividade rural”, conta, afinal agora ele realmente tem os 4,5ha prometidos no início, quando houve o sorteio dos lotes. “Deus sabe o que faz, tinha a pior propriedade; agora acho que tenho a melhor!”, diz com orgulho.



No loteamento Fazenda São Jerônimo seis projetos foram executados em toda a área, permitindo aos pequenos proprietários terem suas terras totalmente agricultáveis.

Vários outros exemplos podem ser citados, como o da família de um produtor que abandonou a atividade, contra a sua vontade, para virar caminhoneiro e voltou depois de ter parte da sua propriedade recuperada com recursos subvencionados. Com esse estímulo, a adoção dos princípios da pecuária de leite intensiva - preconizados pelo Projeto CATI Leite -, e investimentos da ordem de R\$ 150 mil, hoje, apenas um ano após a sua volta à atividade, já esta obtendo renda 10 vezes superior à da região, o que possibilitou até a construção de nova moradia para acomodar toda a sua família. Ou, ainda, o exemplo do assentado que passou da condição de eterno descontente com o tamanho da sua propriedade e em permanente conflito com os vizinhos e os seus pares, para o sucesso como empreendedor ao reestruturar sua pequena concessão para gerar renda e possibilitar oferecer conforto e abrigo para sua família, demonstrando grande ânsia de crescimento.

Em todos os casos, é possível notar a relação de causa e efeito. O solo preservado e a adoção de tecnologias adequadas para pequenas áreas garantem a boa produção com obtenção de renda, agregando qualidade de vida e a manutenção do homem no campo. O produtor passa a viver com alegria e orgulho do seu esforço em conservar o legado dos seus ascendentes, preservando o principal bem de produção, o solo, para seus descendentes. O produtor passa a ter no seu inconsciente que a conservação de solo por ele praticada é a mola propulsora de todo o seu processo produtivo. Esse é o conceito elementar de sustentabilidade.

1.9 EL CULTIVO LENOSO DEL OLIVAR EN ESPANHA

Juan Antonaya Liébana – Ingeniero Florestal – SOTOYUDA S.L. Espanha.

El olivar es el agrosistema más representativo y simbólico del sur de España, y desde los poderes públicos y el conjunto de la sociedad española es considerado como estratégico. Enraizado en nuestro territorio desde su prehistoria.

La importancia del cultivo del olivar ha estado impulsada por la intervención de los hombres, que han encontrado en su conformación como bosque ordenado y en su excelente adaptación a las muy diversas y pobladas comarcas motivos más que suficientes para una expansión discontinua, pero prolongada e inacabada, de este cultivo, a lo que habría que añadir la importancia social y económica de la transformación y distribución de sus producciones y el aprovechamiento de sus subproductos.

En la mejora de la calidad de los aceites hay que considerar también como un elemento fundamental la actividad de las denominaciones de origen que se han constituido en Andalucía en los últimos años.

Por otro lado, las nuevas plantaciones orientadas a la búsqueda de la productividad espacial y temporal y a la mecanización de la recolección, junto con el riego de olivares tradicionales, son la base del espectacular aumento de la producción oleícola.

Por todo ello, puede decirse que, si hay un cultivo arraigado en la cultura milenaria de España, ese es sin duda el olivar, que ha sido fuente de inspiración literaria, musical y pictórica de nuestros artistas, además de seña de identidad de muchos de los grandes movimientos sociales que se han desarrollado en nuestra región.

Se realizará una revisión sobre los factores limitantes de producción del olivar:

- Diseño de plantaciones (marco de plantación y sistemas de poda).
Desde el punto de vista del aprovechamiento del agua y en la radiación solar, merece la **correcta elección de la densidad** de plantación de olivar.
- Manejo del suelo para evitar la erosión.
Es el olivar uno de los cultivos en los que las **pérdidas de suelo** son mayores más de 80 toneladas de suelo por hectárea, por lo que estudiaremos la forma más eficaz para luchar contra la erosión.
- Optimizar el uso del agua, programación de riegos fertilización.
El **riego localizado** de alta frecuencia es el sistema más recomendable, con el empleo de emisores autocompensantes aplicando el agua de riego con una adecuada uniformidad.

El objetivo de la **fertilización** es restituir los elementos esenciales que la planta extrae del suelo para la formación de tallos, hojas, raíces y frutos.

- Defensa fitosanitaria.
Los sistemas de lucha contra plagas han ido evolucionando desde la lucha química aconsejada, hasta la producción integrada que integra todos los métodos de lucha (biológicos, culturales, ecocompatibles etc) limitando la utilización de los productos químicos.

- Rentabilidad del olivar en regadío.

El agua es el factor más limitante para la productividad del olivar, se **triplicaría la producción**, pasando de unos 2.000 kilos de aceituna por hectárea en secano a 6.000 kilos por hectárea en regadío.

- Relación fruto y aceite.

La **separación** de suelo y vuelo, en la recolección en **momento óptimo de madurez** o en la lucha contra plagas como la mosca ya ven gratificados sus esfuerzos en el reconocimiento a sus aceites y en el precio final de los mismos.

CONCLUSIONES

Una correcta de **elección** de variedad, plantación y buen **manejo** del olivar pueden hasta triplicar por hectárea la productividad del olivar en cuanto a cantidad de aceite y precio.

1.10 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS COMO ELEMENTOS FUNDAMENTAIS PARA A GARANTIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Wanderley da Silva Paganini¹, Silvio Renato Siqueira², Miriam Moreira Bocchiglieri²

¹ Livre Docente e Professor Associado da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Superintendente de Gestão Ambiental da Sabesp

² Engenheiro Civil. Gerente do Departamento de Gestão de Recursos Hídricos da SABESP

³ Doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Engenheira da Sabesp

O acesso aos serviços de saneamento, em condições adequadas de gestão, operação e manutenção, resulta em melhorias ambientais e à saúde pública, sendo também um vetor de desenvolvimento social, uma vez que promove condições mais dignas de vida para a população, que passa a ser atendida com abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos sólidos e drenagem urbana/controla inundações. Tais benefícios levam à diminuição da incidência de doenças de veiculação hídrica, reduzindo os índices de morbidade e de mortalidade relacionados à falta ou precariedade dos serviços de saneamento. Assim, sendo a saúde pública propósito primordial do saneamento, é fundamental que o setor de saneamento amplie a abrangência de suas ações, considerando a perspectiva da saúde pública como um objetivo e não apenas como uma consequência, e da mesma forma, a área da saúde incorpore a visão preventiva com ênfase para a ação do ambiente sobre ela.

Essas duas variáveis, saneamento e saúde, são dependentes de um terceiro fator elementar: a disponibilidade de água em quantidade suficiente e com qualidade adequada para suprir as necessidades da população.

Assim, a efetiva gestão dos recursos hídricos, por meio dos instrumentos estabelecidos para esse fim, deve ser observada. Essa necessidade se confirma por três razões simples: condições críticas de disponibilidade hídrica, compatibilização dos múltiplos usos e comprometimento da qualidade das águas, especialmente nos grandes centros urbanos.

Considerando a gestão dos recursos hídricos nesse contexto amplo, e não apenas como um emaranhado de regulamentos, provido de um vocabulário com significado próprio, por exemplo, “enquadramento”, “bacia”, entre outros, serão descritos os instrumentos de gestão, visando modificar a equivocada percepção de que o tema é restrito aos entes do sistema, comitês de bacias, companhias de saneamento, agências ambientais e demais órgãos competentes, visando aproximá-lo da realidade individual e da sociedade como um todo, uma vez que o cuidado com as águas passa pela responsabilidade de cada usuário, individual, público ou privado.

Gestão de Recursos Hídricos

A promulgação da Constituição Federal de 1988 constitui um marco histórico para a gestão de recursos hídricos, abrindo espaço para o desenvolvimento de um processo integrado de planejamento delimitado geograficamente não mais pelos limites políticos de estados e municípios, mas sim pelo conceito de bacia hidrográfica. As diretrizes instituídas no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos permearam para várias constituições estaduais. O Estado de São Paulo foi além, e em 1991 promulgou a lei 7663 que instituiu a Política Estadual de

Recursos Hídricos, criando o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, descentralizando o processo decisório e abrindo-o para a participação da sociedade civil organizada, através dos Comitês de Bacia. Como forma de fomento econômico, criou a cobrança pelo uso da água e estabeleceu que os recursos obtidos fossem aplicados diretamente ao sistema de recursos hídricos, nas iniciativas definidas pelos planos de bacia.

Em 1997 foi criada a Política Nacional de Recursos Hídricos, com a promulgação da Lei 9433, fundamentada no conceito de que a água, mesmo como bem público, tem um valor econômico associado. Como recurso finito, deve ser gerida para atender aos múltiplos usos, sendo que em situações de escassez a prioridade é o uso para abastecimento humano. Sua gestão deve ser descentralizada, integrada e com plena participação da sociedade.

A Política Nacional consolidou o modelo de gestão da água escolhido pela sociedade, contemplando nobres objetivos de assegurar às gerações atuais e futuras a disponibilidade de água em qualidade e quantidade para as múltiplas finalidades, estabelecendo princípios de utilização racional e integrada. Desde então, enfrenta-se o desafio de sua efetivação, sendo que parte do ferramental necessário foi estabelecido pela própria Política, por meio dos instrumentos de gestão: planos de recursos hídricos, outorga de direito de uso de recursos hídricos; cobrança pelo uso da água; enquadramento dos cursos d'água segundo os usos preponderantes e sistemas de informação.

Planos de Recursos Hídricos

Conforme estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, os Planos de Recursos Hídricos correspondem ao instrumento de planejamento que orienta a gestão de recursos hídricos, estabelecendo diretrizes e metas que incorporam a integração dos diversos atores envolvidos nas decisões correlatas.

Os planos devem contemplar a adequação ao uso do solo, a proteção e recuperação de qualidade dos recursos hídricos, as premissas de desenvolvimento sustentável da região, de acordo com a vocação e os anseios das comunidades, a previsão e o atendimento às demandas pelo uso da água dos diversos segmentos de uso, adequando-se o binômio “oferta-demanda”. Suas diretrizes devem permear os Planos Estaduais de Recursos Hídricos que, por sua vez, subsidiam os Planos de Bacia. É nos Planos de Bacia, que se busca equacionar três importantes elementos de contorno associados à realidade específica de cada bacia: a bacia existente, a bacia desejada, e a bacia possível.

O primeiro aspecto está relacionado ao levantamento das condições atuais da bacia, no que diz respeito aos fatores físicos, ambientais, sociais, econômicos e demográficos, bem como às demandas existentes por recursos hídricos em qualidade e quantidade, compondo um diagnóstico integrado.

O segundo aspecto reflete a visão de futuro que a sociedade local deseja para a bacia e, por consequência, para si própria. Com base no diagnóstico integrado, são estabelecidas hipóteses de desenvolvimento sustentável regional, sempre considerando, como diretrizes básicas, os elementos que compõem a vocação própria da bacia. Com a análise criteriosa dos cenários, os segmentos de usuários podem ter compreensão das oportunidades e dificuldades relativas a cada cenário, encontrando a alternativa factível de implementação. Este cenário escolhido compõe, então, o terceiro aspecto: a bacia possível. Assim, o Plano deve conter o programa de ações necessárias para atingir aos objetivos e metas dentro do período considerado e os indicadores de desempenho que permitam seu acompanhamento.

Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos

Como bem público de domínio da União, dos Estados e Municípios, a utilização da água, de forma privativa ou por um ente público ou privado, depende da autorização emitida pelos órgãos competentes.

Esse instrumento assegura ao outorgado o direito de uso da água para as finalidades propostas, seguindo as condicionantes de uso prescritas na outorga conferida. Dessa forma o outorgado dispõe da reserva daquela quantidade de água para que possa exercer e planejar suas atividades e investimentos. O agente outorgante, por sua vez, pode também avaliar o atendimento aos diversos usuários de acordo com a disponibilidade hídrica na região, assegurando o acesso da água e a manutenção de vazões mínimas sazonais admissíveis nos cursos d'água, possibilitando que alguns conflitos de uso possam ser avaliados ou até mesmo contornados, já no momento da concessão da outorga.

A ausência de outorga caracteriza o uso indevido dos recursos hídricos, sendo passível de sanções e penalidades previstas em lei. A obtenção da outorga não se resume apenas em uma obrigação meramente administrativa ou impositiva, mas tem importância fundamental como instrumento de gestão, contribuindo para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

Este instrumento materializa o conceito de que a água possui valor econômico associado ao seu uso. Não se trata de um imposto ou taxa, mas é praticada por meio do estabelecimento de um preço pactuado entre os setores representados nos comitês de bacia. A aplicação dos valores arrecadados com a cobrança deve ser restrita às finalidades de manutenção e recuperação da qualidade das águas da bacia hidrográfica, consoante com as iniciativas estruturais e não estruturais previamente estabelecidas nos Planos de Bacia. Esse elemento financeiro também tem o objetivo de estimular o uso racional da água, já que o desperdício representa um custo adicional na matriz contábil dos usuários.

A estrutura do processo de cobrança prevê a elaboração de uma fórmula de cálculo composta pelos volumes utilizados envolvidos, pelo Preço Unitário Básico - PUB e pelo Coeficiente Multiplicador - Kn.

O PUB é estabelecido pelos Comitês através de simulações que permitem verificar a viabilidade do processo e de sua discussão pelos diversos segmentos. As parcelas de uso correspondem ao volume de captação, ao volume consumido e à carga poluidora associada ao volume de efluente lançado. Eventualmente pode-se diferenciar uma quarta parcela, correspondente ao volume de transposição entre bacias praticada pelo usuário.

Sobre o PUB são aplicados os coeficientes ponderadores, os quais consistem em multiplicadores específicos para cada forma de utilização e características da água utilizada, resultando nos Preços Unitários Finais – PUF. Da aplicação dos PUF às respectivas parcelas de uso resulta o valor a ser pago pelo usuário.

Enquadramento dos Corpos D'água

Este é o instrumento da Política que está diretamente relacionado aos aspectos qualitativos da água. Em essência, consiste na definição das classes de qualidade da água a serem alcançadas para cada um dos corpos hídricos da bacia, superficiais ou subterrâneos, de acordo com as premissas estabelecidas pela sociedade através do debate nos comitês.

Enquadramento, portanto, é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento do corpo d'água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, conforme estabelece a Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Cabe ao CONAMA estabelecer a classificação e os padrões de qualidade dos corpos d'água, de acordo com os usos previstos.

Nas bacias hidrográficas em que a qualidade dos corpos d'água esteja em desacordo com os usos pretendidos, deverão ser estabelecidas metas progressivas de melhoria da qualidade da água. As metas progressivas são os objetivos de qualidade, intermediários e finais, a serem alcançados ou mantidos em um segmento do corpo d'água ao longo do tempo, até a efetivação do enquadramento. Se forem estabelecidas metas muito ambiciosas, os custos envolvidos para o atingimento das metas podem ser excessivamente altos e de difícil realização. Se as metas forem pouco arrojadas, a degradação da qualidade das águas continuará dificultando os usos múltiplos, causando prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

Sistema Integrado de Informações

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Deve garantir o acesso aos dados e informações à toda a sociedade. Seu objetivo principal é reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil, fornecendo subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os Planos de Recursos Hídricos, a emissão de outorgas deve refletir as prioridades estabelecidas nesses planos. Em situações de conflito pelo uso da água, o debate deve ser estimulado no âmbito dos comitês, subsidiando a decisão a ser tomada.

O enquadramento dos corpos d'água considera a classe do corpo hídrico de acordo com os usos pretendidos, conforme as aspirações da sociedade, considerando uma vazão mínima adotada como referência. A partir do momento em que as concentrações de poluentes, na condição de vazão mínima adotada, estejam suficientemente próximas aos limites estabelecidos para a classe de uso pretendida, a emissão de novas outorgas não será possível nos trechos de jusante, até que as condições de autodepuração associadas aos aportes hídricos subsequentes (naturais ou não) resultem em novo “saldo” disponível para os usuários. Assim, fica estabelecida a relação entre outorga e enquadramento.

O processo de Cobrança, por sua vez, contribui para o cumprimento do programa de ações da bacia, na medida em que os valores arrecadados dos usuários são destinados para esse fim, formando uma espécie de senso comum de responsabilidade pelos resultados, cabendo aos segmentos de usuários o cumprimento de seus próprios compromissos atrelados ao plano de bacia. Assim, o processo de cobrança contribui para o alcance das metas do enquadramento, que definirá a emissão das outorgas, o que reflete as prioridades estabelecidas no planejamento, sendo esses processos dependentes de um bom sistema de informações sobre os recursos hídricos.

Desse modo, os instrumentos da PNRH foram concebidos para serem aplicados de forma integrada. É essa integração que promove, efetivamente, o

sucesso da gestão dos recursos hídricos na forma de sua utilização pelos múltiplos usuários com equilíbrio qualitativo e quantitativo, planejado de acordo com a realidade e visão de futuro da coletividade, proporcionando perenidade, conservação e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. A evolução da gestão de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2013.

BRASIL. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Revista Ciência & Saúde Coletiva, 3(2):73-84, 1998.

PAGANINI, W.S.; SIQUEIRA, S.R. Gestão do Saneamento por bacia hidrográfica. In: PHILIPPI JR. (coord.), A.; GALVÃO JR., A.C.(ed.). Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 463-85.

1.11 PRAÇA SUSTENTÁVEL UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DE INICIATIVAS PÚBLICAS

Valdemir Antonio Rodrigues⁽¹⁾

¹ Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) Botucatu – São Paulo – Brasil. Email: valdemirrodriques@fca.unesp.br

INTRODUÇÃO

O crescimento do processo de urbanização das cidades acarreta no aumento da densidade demográfica e, paralelamente, em maior emissão de poluentes, aumento no uso de recursos escassos e mudanças nos hábitos cotidianos. Mesmo que, de um lado, esse movimento proporcione maiores possibilidades de desenvolvimento econômico local, por outro, é inevitável que o homem se afaste da natureza e a perder qualidade de vida.

O primeiro setor carece de propostas e ações sustentáveis, concretas e permanentes que proporcionam ao homem urbano uma visão de sustentabilidade ambiental, para amenizar o impacto das “ilhas de calor” em prol da melhoria da qualidade de vida da comunidade e, projeção de uma sociedade mais humanizada em harmonia com a natureza.

Nesse sentido, o primeiro setor tem a responsabilidade de fornecer propostas de ações concretas e permanentes que objetivem sensibilizar o homem urbano sobre a urgência de uma nova visão de sustentabilidade ambiental. Por exemplo, como um governante poderia amenizar o impacto das “ilhas de calor” e, ao mesmo tempo, envolver a comunidade local?

As “ilhas de calor” formadas pela concentração das construções, cimento nas calçadas e asfalto nas ruas que provoca a impermeabilização do solo, diminui a infiltração da água das chuvas, aumenta as enchentes e, juntamente com a ausência de áreas verdes, altera o microclima do ambiente urbano com consequências deletérias à saúde das pessoas.

As “ilhas de calor” são um fenômeno típico da urbanização e são formadas principalmente pela impermeabilização do solo e pela concentração das construções edificadas. O resultado dessa combinação de mais concreto e asfalto e menos áreas verdes é nítido, com o aumento das enchentes e a alteração do microclima do ambiente urbano, além de consequências deletérias à saúde das pessoas.

“O dever do poder público e da coletividade é proteger o meio ambiente para o presente e futuras gerações”, de acordo com o artigo 225 da Constituição Federal do Brasil. O desenvolvimento sustentável sempre será uma busca permanente através de ações concretas no meio ambiente, realizadas por todos os povos, enfim “pensar globalmente e agir localmente” que tem início na educação ambiental e passa pelo 1º setor, com políticas públicas adequadas na área ambiental, para atenuar os efeitos da poluição da água e atmosfera, do lixo, dos incêndios e desmatamentos que causam impactos constantes degradando a natureza e a qualidade de vida da população.

A Praça Sustentável é uma alternativa que reúne uma série de fatores que norteiam a pedagogia da sustentabilidade como ferramenta de sensibilização, um “upgrade” indispensável no processo de conscientização da comunidade, mostrando ao visitante novos elementos de fácil compreensão e internalização da importância e vantagens elevando o nível da concepção ambiental.

O que é uma praça sustentável? É um ambiente urbano, uma praça pública, formatada com elementos de sustentabilidade, que chama a atenção do visitante para uma nova leitura da paisagem, a uma concepção da vida saudável, com energia limpa, um entendimento da importância dos quatro elementos da natureza, a separação e reciclagem do lixo que degrada o ambiente e o homem com prejuízos para ambos. A praça sustentável visa essencialmente priorizar os serviços ambientais com visão de sustentabilidade da água, calçadas ecológicas, energia solar e eólica, trilhas sensitivas e arborização urbana com alta biodiversidade de fácil leitura do visitante em benefício da coletividade e construção de uma sociedade integrada ao meio ambiente. Sendo assim este trabalho tem os seguintes objetivos: apresentar ao primeiro setor proposta de sustentabilidade ambiental com estratégia da visibilidade na implantação da praça sustentável, com perspectivas de retorno social, ecológico e econômico.

Os objetivos deste trabalho são: apresentar um novo paradigma de uso do espaço urbano, desenvolver a pedagogia da sustentabilidade com temáticas ambientais num processo contínuo de educação ambiental, amenizar as ilhas de calor com aumento da biodiversidade urbana, focar as energias limpas.

Localização praça sustentável

O projeto piloto foi implantado no jardim Paraíso II na cidade de Botucatu, São Paulo, Brasil, através de uma parceria entre a Prefeitura Municipal / Rotary Club Bons Ares -Faculdade de Ciências Agrônômicas FCA - PROEX- UNESP Figura 1



Figura 1. Praça Sustentável

Geograficamente localizada entre a latitude: 22°52'47" S, e longitude: 48°25'12" W, com altitude média de 810m, a cidade de Botucatu, de acordo com a classificação Koeppen, é definida como Csa ou de clima temperado chuvoso, úmido e com verões quentes, precipitação média anual de 1517mm e a temperatura média anual de 20,6°C.

Além disso, a cidade sedia vários cursos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Estado de São Paulo, possibilitando um intercâmbio real entre a comunidade acadêmica e os municípios da região.

As calçadas ecológicas contribuem significativamente na absorção da água das chuvas, diminuindo o escoamento superficial e atenuando as enchentes em áreas urbanas. A energia solar e eólica na praça representa o conceito de sustentabilidade da energia limpa que devem ser adotadas pelos órgãos públicos,

empresas e escolas e condomínios afim de contribuir e atenuar os efeitos do aquecimento local e global.

As trilhas sensitivas além de promover a inclusão social desenvolvem os sentidos a observação e a reflexão das crianças. A arborização urbana contribui no aumento da biodiversidade vegetal e animal com o abrigo dos passarinhos, além de atenuar as ilhas de calor proporcionando maior conforto térmico aos visitantes e a comunidade do entorno.

A praça sustentável é um ambiente urbano formatada com elementos de sustentabilidade, que chama a atenção do visitante para uma nova leitura da paisagem, a uma concepção da vida saudável, com energia limpa, um entendimento da importância dos quatro elementos da natureza, a separação e reciclagem do lixo que degrada o ambiente e o homem com prejuízos para ambos.

Espaços Urbanos

Os espaços físicos utilizados na expansão das cidades causam transformações impactantes ao meio ambiente devido à ausência de planejamento e fatores antropofísicos criados com as construções, tais transformações negativas podem ser mitigadas na adoção de praças sustentáveis com a adoção da pedagogia da sustentabilidade e espaços verdes com cobertura vegetal de forma, distribuição e densidade variadas aos ambientes.



Figura 2. Educação Ambiental na Praça Sustentável

O projeto praça sustentável apresenta as calçadas ecológicas energia solar e eólica, trilhas sensitivas, os quatro elementos da natureza, belezas cênicas de forma didática, lúdica, com vivência socioambiental plena e educativa dos universitários com a comunidade envolvida.

Relógio de sol



Figura 3. Relógio de Sol

O sol aponta a direção da luz na face da terra, desde o amanhecer, a leste, até o entardecer, a oeste. O relógio de sol na praça é uma ferramenta democrática de educação ambiental, disponível para todos os visitantes, portanto o 1º setor pode adotar este modelo de educação ambiental em parcerias com o setor privado, onde todos ganham os dividendos de uma geração mais conscientes em um planeta saudável.

O desmatamento e substituição da cobertura vegetal natural decorrente de atividades antrópicas, são fatores preponderantes na modificação do ciclo hidrológico no ambiente urbano, resultando na redução de tempo de concentração e no aumento do volume e velocidade do escoamento superficial, ocasionando extravasamento dos cursos d'água (POMPÊO, 2000)

Neste contexto, a floresta urbana contribui na diminuição da temperatura, com o aumento da umidade relativa do ar, redução das doenças respiratórias; diminuição da poluição sonora; favorecendo também a infiltração das águas fluviais evitando enchentes e proporcionando a recarga do lençol freático.

Outro aspecto relevante está no fato de que a microbacia urbana arborizada, contendo paisagem verde exuberante harmoniza as relações do homem com o meio ambiente, uma vez que as áreas verdes diminuem os estresses e melhoram a qualidade de vida coletiva. Além disso, os bosques urbanos podem contribuir na mitigação das “ilhas de calor” e na diminuição do aquecimento local e global.

Desse modo, torna-se necessário incentivar a implantação de bosques de biodiversidade nas áreas urbanas públicas como: áreas degradadas, marginais aos rios, avenidas, praças, parques, locais de interesse da coletividade, além de áreas de preservação permanente e reserva legal urbana.

A educação ambiental na Praça Sustentável: 10 pontos no folder auto-guiado:

- 1) Os 4 elementos da natureza: água, terra, fogo, ar (permitem a existência da vida na terra). Em 5 portais. O 5º elemento é o Homem que possibilita o desenvolvimento sustentável adequadamente garantindo os recursos naturais para as futuras gerações “preservar a natureza é garantir a vida no planeta terra”

- 2) Energia Solar e Eólica: A iluminação em postes e lâmpadas, utilizando a energia solar que simboliza a energia limpa da humanidade, e, de baixo custo.
- 3) Relógio de sol (sistema solar responsável pela energia da vida vegetal e animal). Orientado pelos 4 pontos cardeais (NSEW) nos dá a hora e localização no espaço (GPS natural). Pré-histórico, usado pelos gregos, romanos e na Idade Média nas igrejas para se saber o momento da oração.
- 4) A trilha sensitiva com plantas aromáticas (Vegetação – fotossíntese – polinização – frutos e sementes) possibilita a integração homem-natureza através dos 5 sentidos. (Visão: do verde das folhas (fotossíntese) e colorido das flores (polinização das abelhas); Audição: do canto dos passarinhos das cigarras entre outros como a água das cachoeiras; Tato: sentindo a sensibilidade das folhas lisas e rugosas e tateando com abraço o tronco das árvores; Paladar: degustando os sabores das frutas da terra; Olfato: o perfume das flores, das plantas aromáticas, macerando e sentindo o perfume das folhas de eucalipto.
- 5) A calçada ecológica com passarelas de seixos, circundada com material reciclado, garrafas pets e grama esmeralda, para aumentar a infiltração da água das chuvas reabastecendo o lençol freático e as nascentes. A água é a fonte da vida.
- 6) 6) A reciclagem de material com garrafas pets e outros, leva à redução da poluição e do lixo no planeta.
- 7) Biodiversidade da floresta: a arborização urbana visa aumentar as áreas verdes, abrigo dos pássaros, que enfoca a biodiversidade, o sequestro de carbono, o melhor conforto térmico contra o aquecimento global do planeta.
- 8) A paisagem no horizonte com flores no jardim leva o visitante fazer uma leitura da beleza cênica da paisagem. Lê as sementes que estão a sua espera para alcançar a terra. Assim o Homem encontra a paz, energia natural e harmonia entre todos os elementos da natureza, desfrutando do banco ecológico: material reciclado ou madeira.
- 9) Aquecimento Global: a conscientização das crianças (formação ambiental da futura geração). Discussão das principais temáticas ambientais como: o desmatamento, aquecimento global, incêndios florestais, poluição do ar e da água, consumo e escassez de água, levando a visualizarem a possibilidade de um maior equilíbrio ambiental do Planeta.
- 10) O Ciclo Hidrológico: com as secas e enchentes. Colheita de água das chuvas: A drenagem vertical, horizontal sustentável com o objetivo de diminuir o impacto dos alagamentos e amenizar as enchentes. Conscientização na “Praça sustentável” que é um novo paradigma de educação ambiental, lembrando o Rio + 20 (sustentabilidade ambiental do planeta - economia verde – equidade social), é possível diminuir os picos de enchentes urbanas e secas prolongadas. Isso leva a entender a importância do planejamento ambiental e manejo de microbacias hidrográficas.

CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto que a pedagogia da sustentabilidade apresentada na praça sustentável de forma didática, lúdica, produz resultados importantes no processo de educação ambiental com vivência socioambiental plena e contínua dos universitários com a comunidade envolvida.

O 1º setor em parceria com a universidade ameniza as ilhas de calor com aumento da biodiversidade urbana, e proporciona uma realização contínua da extensão universitária com os alunos de ensino fundamental e médio. A construção de espaços didáticos facilita o acesso para a realização da sensibilização e conscientização ambiental da comunidade.

A extensão universitária é fundamental no tripé ensino, pesquisa e extensão. Levar os estudantes do campus para a cidade e desenvolver projetos de educação ambiental com enfoque na sustentabilidade da água, oxigênio, arborização, biodiversidade, fauna, e, conservação da natureza em trilhas sensíveis nesta praça, gera atividades extra curriculares e benefícios sociais e ambientais.

1.12 MODELO DE GESTIÓN PARTICIPATIVA DEL AGUA POTABLE, PUEBLA, MÉXICO

Griselda M.C. Tomé Hernández³

¹ Doctoranda en el programa de Ciencias Geográficas. Universidad Laval, Quebec, Canadá.

Email: thgris@hotmail.com

RESUMEN

En este estudio analizamos el modelo de gestión participativa del agua potable ideado por los usuarios de San Gabriel Chilac, Puebla. Para su análisis nos apoyamos en el marco teórico del concepto de gobernanza del agua. El estudio fue direccionado por la metodología cualitativa con el uso de aproximaciones cuantitativas. El modelo estudiado refleja los siguientes indicadores de la gobernanza del agua: espacios para el diálogo y la toma de decisiones consensuadas; marcos regulatorios, asignación clara de roles y responsabilidades; inclusión y representatividad de los usuarios en las etapas de formulación, implementación y monitoreo de acuerdos y estrategias; rendición de cuentas; capacidad autofinanciera y coordinación efectiva entre los diferentes actores. Demuestra también, mecanismos de comunicación y captación de información. Este modelo innovador además de garantizar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable, también ha favorecido el fortalecimiento de la cohesión social en la comunidad.

Palabras clave: Gestión del agua, gobernanza del agua, participación ciudadana, capacidades locales y cohesión social.

ABSTRACT

In this study, we analyze the participative management model of drinking water created by the users of San Gabriel Chilac, Puebla. For its analysis, we used analytical framework of water governance. The study was directed by qualitative methodology with the use of quantitative approaches. The model studied shows the following indicators of water governance: spaces for dialogue and consensus-based decision-making; regulatory frameworks, clear roles and responsibilities; inclusiveness and representativeness of stakeholders in the formulation, implementation, monitoring and evaluation of policies and strategies; accountability; self-financing capacity and effective coordination between different participants. It also demonstrates mechanisms of communication and information gathering. This innovative model, in addition to guaranteeing the sustainability of the potable water supply system, has also promoted the strengthening of social cohesion in the community.

Key words: Water management, water governance, citizen participation, local capacities and social cohesion.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio se centra en analizar y comprender cómo se ha dispuesto —en términos de diseño e implementación— el modelo de gestión social del agua potable diseñado por los usuarios de la localidad de San Gabriel Chilac, con el fin de aportar elementos teórico-metodológicos que coadyuven en la construcción de procesos sólidos de gobernanza en la gestión del agua. Para el

análisis de los procesos participativos del agua nos apoyamos en el termino de gobernanza ambiental y en sus indicadores observables: a) espacios para el diálogo y la toma de decisiones consensuadas; b) marcos regulatorios; c) definición y asignación clara de roles y funciones; d) rendición de cuentas; e) monitoreo y evaluación de acuerdos; f) capacidad autofinanciera; y g) coordinación transversal.

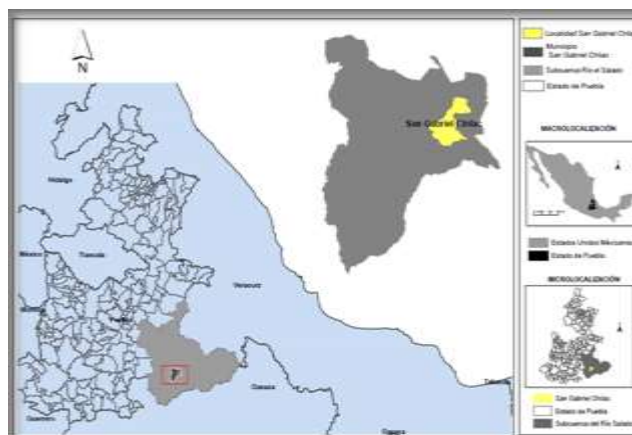
El estudio fue direccionado teóricamente por la metodología cualitativa con el uso de aproximaciones cuantitativas. Las técnicas cualitativas aplicadas durante la recopilación de información primaria (realizada de febrero a agosto del año 2015) fueron principalmente: recorridos exploratorios, entrevistas semiestructuradas y testimonios orales. Se aplicó un total de 60 entrevistas semiestructuradas, de las cuales, 53 se aplicaron a los usuarios y siete a informantes clave (presidentes de los Comités comunitarios y líderes de la comunidad mayores de 70 años). Para la cuantificación y el procesamiento de los datos obtenidos en los cuestionarios se utilizó el programa estadístico SPSS® versión 11.5.

Marco geográfico

La localidad de San Gabriel Chilac se ubica en la parte sureste del estado de Puebla⁴, México y forma parte de la subcuenca del Río Salado, la cual a su vez, pertenece a la Cuenca del Río Papaloapan (Figura 1).

En 2010, la población en San Gabriel Chilac, ascendió a 12 149 habitantes, lo cual representa 0.21% (5 779 829 habitantes) a nivel estatal y el 0.01% a nivel nacional. El clima que predomina es seco semicálido, con una temperatura media anual que oscila entre 14°C y 24°C, y una precipitación pluvial promedio de 350 mm/año (inferior a la promedio nacional, 750 mm/año) (INEGI, 2009).

Figura 1. Localización de la localidad de San Gabriel Chilac



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico 2013 versión 6.0. INEGI.

⁴ Puebla es una de las 32 entidades federativas de México y se localiza dentro de la denominada Región Centro País (Programa Regional de Desarrollo 2011-2017).

1.13 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA GOBERNANZA DEL AGUA EN EL MODELO DE GESTIÓN SOCIAL Y PARTICIPATIVA DEL AGUA POTABLE DE CHILAC

Griselda M.C. Tomé Hernández

Doctoranda en el programa de Ciencias Geográficas. Universidad Laval, Quebec, Canadá.

Email: thgris@hotmail.com

En este apartado se analiza y describe la estructura interna del modelo estudiado, los espacios para el diálogo edificados, los actores que lo conforman, el marco regulador; así como los mecanismos de participación, comunicación, recaudación y cobranza, coordinación y rendición de cuentas que forman parte de este modelo innovador de gestión social del agua potable.

Estructura organizacional y los actores

El modelo de gestión social del agua —denominado “modelo de ramales” — fue ideado por los habitantes de San Gabriel Chilac en los umbrales del siglo XX, como refieren los testimonios de las personas entrevistadas. Dicho modelo cuenta con una estructura organizativa compuesta por un *Comité Central* (CC) y un *Comité del Ramal* (CR) —en total hay 52 comités de ramal—, siendo el CC la estructura administrativa central en este modelo. Ambos comités están integrados por los propios usuarios de Chilac.

Otro actor clave en este modelo es el aguador, cuya función principal es abrir y cerrar las válvulas de paso que conducen el agua a los diferentes ramales, de acuerdo con los turnos establecidos. El único actor gubernamental que participa en este modelo de gestión, es el H. Ayuntamiento, cuyas funciones son: aportar el cloro para desinfectar el agua y efectuar el pago anual de los derechos por concepto de extracción y aprovechamiento de agua ante CONAGUA.

Marco regulatorio

Este modelo de gestión contiene una de las dimensiones más importantes de la gobernanza del agua: el marco jurídico-normativo, representado en este caso por un Reglamento interno —no protocolizado ante notario— y un acta de acuerdos por medio del cual se define la estructura e integración de los comités, la interacción de todos los actores; así como las facultades, limitaciones, derechos y funciones tanto de los integrantes de la mesa directiva como de los propios usuarios. También precisa la formulación e implementación de los acuerdos. Por su parte, el Acta de acuerdos, hace constar los acuerdos consensuados en las Asambleas y las sanciones.

Cabe mencionar que tanto el CCI como los 52 CR cuentan con un Reglamento interno y un acta de acuerdos. Pese a que ambos instrumentos regulatorios no están protocolizados por un notario público, los usuarios lo consideran legítimo, por lo tanto, conocen sus especificaciones (98.7% de la población entrevistada) y las cumplen en su totalidad.

Asignación clara de roles y responsabilidades

La información de primera mano reveló que cada uno de los integrantes del CC como del CR conocen de manera clara sus roles y funciones. El CC, como elemento fundamental en el ejercicio de la capacidad administrativa del modelo de gestión por ramales, tiene como principal cometido efectuar una distribución efectiva y equitativa del agua a los 52 ramales. Para ello, desempeña funciones técnicas y

administrativas establecidas claramente en su Reglamento. De igual manera, el comité del ramal desempeña funciones operativas y administrativas para el buen funcionamiento de la infraestructura hídrica a su cargo. Para poder cumplir con las responsabilidades generales, en cada comité se estipulan claramente jerarquías y se delegan responsabilidades específicas a cada integrante.

Espacios para el diálogo y la adopción de decisiones

Al igual que en los estudios de caso analizados por Aguilar (2001), Ocampo (2004), Pimentel (2005), Pimentel *et al.* (2012), Morales *et al.* (2013) y Sandoval y Günther (2015), la toma de decisiones se efectúa en las “Asambleas”, espacio para el diálogo e instancia de máxima autoridad. A diferencia de los estudios de caso citados precedentemente, en el modelo de gestión estudiado existen dos tipos de Asamblea: 1) la Asamblea encabezada por el CC, en la cual se reúnen los once integrantes del CC y los 52 presidentes de los ramales; y 2) la Asamblea que se realiza en cada ramal, la cual acoge a los usuarios que integran al ramal y a la mesa directiva o comité del ramal.

El proceso de comunicación para la toma de decisiones inicia en el CC. Posteriormente, la información se difunde a los usuarios, a través de los presidentes de cada ramal, quienes también informan las propuestas y decisiones de sus representados al CC. Con esto, se puede decir que los presidentes del ramal son el puente que comunica bidireccionalmente a los dos comités (central y por ramal). Este mecanismo de comunicación permite que todos los integrantes se comuniquen en forma activa, desde arriba hacia abajo y vice-versa. Asimismo, favorece la adopción de decisiones consensuadas.

Los actores locales erigieron este espacio para el diálogo, de modo que la adopción de decisiones se desarrolle de manera incluyente y representativa. Puede decirse que es representativa, porque en ambas asambleas, están presentes todos los usuarios, ya sea de manera directa —en las Asambleas del CR— o indirecta —en la Asamblea del CC—. Es incluyente porque se toman en cuenta los intereses, inconformidades, propuestas, necesidades y conocimientos de los usuarios (hombres y mujeres) y dirigentes en la toma de decisiones para la formulación, implementación y seguimiento de decisiones regulatorias.

Como se puede advertir, los mecanismos de participación, comunicación y captación de información ideados modelan una gestión en redes, siendo la interacción, la comunicación y la participación los ejes centrales de este modelo. Esta estructura de red permite la implicación activa de todos los integrantes en la etapa de planeación, ejecución, vigilancia y seguimiento de acuerdos y funciones de todos los integrantes (usuarios y mesa directiva). De igual manera, permite la coordinación efectiva entre los diferentes actores, la pronta identificación y resolución de problemas; asimismo, agiliza la toma de decisiones y la difusión de información directa y expedita a los usuarios.

Mecanismos de rendición de cuentas, vigilancia y monitoreo

El modelo estudiado también engloba mecanismos de rendición de cuentas que garantizan la transparencia en el manejo de los recursos económicos, de acciones y cumplimiento de funciones de dirigentes y usuarios. Como aparece enfáticamente en las voces de los entrevistados:

“Los presidentes de cada comité del ramal, deben rendir cuentas a los usuarios sobre la manera en que implementan los acuerdos, los resultados obtenidos y la consecución de sus obligaciones. En el caso de que éstos no

desempeñen sus funciones eficazmente e incurran en desvío de recursos, los usuarios tienen la facultad de sancionarlos” (Artemio Méndez Bautista, entrevista, 2015).

“El comité central debe transparentar su desempeño y someterse a la evaluación de los usuarios cada tres meses. En la asamblea, el presidente central otorga una copia del informe a los presidentes de los 52 ramales, para que, más tarde, en sus respectivas asambleas, ellos lo expongan a los usuarios de su ramal. Si los usuarios expresan alguna inconformidad sobre los gastos y acciones realizadas, los presidentes del ramal deben comunicarla al comité central” (Vicente M. Zarate Amador, 2015).

Capacidad autofinanciera

Uno de los problemas que enfrentan los sistemas de agua potable en distintas ciudades, municipios y localidades del país es la alta tasa de morosidad en el pago del servicio y el déficit presupuestal que ello genera (Pimentel *et al.*, 2012). Sin embargo, en la localidad de Chilac, los mecanismos de recaudación y cobranza existentes garantizan la recuperación de las cuotas y sanciones en un 100%, así lo afirma el actual presidente del CC, favoreciendo con ello, la capacidad autofinanciera y la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad.

Otra singularidad de este modelo de gestión que contrasta con los estudios de caso reportados por Aguilar (2001), Pimentel *et al.* (2012) y Sandoval y Günther (2015) es que los usuarios de San Gabriel Chilac, no pagan cuotas mensuales por el servicio de agua potable, más bien, ellos aportan cooperaciones fijas (dos veces al año) y esporádicas (cada vez que se presente un problema en la infraestructura hídrica).

La política de recaudación de este modelo, incluye además, el cobro de interés del 50% sobre el monto total. Esta medida se aplica cuando el CR o algún usuario no paga en el tiempo establecido las cooperaciones acordadas. Aquí cabe destacar que todos los integrantes que forman parte de este modelo deben aportar las cooperaciones y sanciones establecidas, incluyendo a los miembros del CC y del CR. Este rasgo de equidad social en la aportación de las cuotas fortalece los lazos de confianza entre el CC y los usuarios.

Capacitación y disponibilidad de datos e información hídrica

El modelo analizado adolece de falta de capacitación y disponibilidad de datos e información —confiable, actualizada y pertinente— hidrológica y técnica (calidad del agua potable, cantidad de agua disponible, volumen de agua distribuida a los usuarios, consumo per cápita de agua, etc.) elementos tan necesarios en el proceso de gestión del agua y en la elaboración de estrategias rentables y pertinentes del agua a distintos niveles.

CONCLUSIONES

Esta experiencia alternativa de gestión del agua, muestra un proceso en evolución de gestión social y participativa exitoso. Expone también, la manera en que los actores locales han canalizado sus capacidades locales territoriales (conocimiento ancestral en el uso y manejo del agua y capacidades participativas) para alcanzar un objetivo social común: gestionar su sistema de abastecimiento de agua potable más allá de la autoridad. Asimismo, resalta la importancia de analizar, rescatar y reforzar las capacidades participativas, el conocimiento, las estrategias y funcionamiento de

los actores locales para operar los sistemas de abasto. En concreto, debe reconocerse que la gobernanza del agua es altamente dependiente del contexto, esto último es importante para poder encajar las políticas del agua en cada ámbito geográfico.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Jasmin *et al.* (2001) *Normas comunitarias indígenas y campesinas para el uso de los recursos naturales. Una experiencia de Guerrero, México*. Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales. Grupo de estudios ambientales, AC. México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2015) Censo de población y vivienda del Estado de Puebla. Tabulados del cuestionario ampliado.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.

MORALES, *et al.* (2013) Políticas públicas, articulación territorial y construcción de consensos. Memorias del III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Morelia. Mesa V.

OCAMPO, Fletes Ignacio (2004) *Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Felix, Atlixco, México*. Tesis de doctorado. Universidad de Cordoba.

PIMENTEL, Equihua José Luis *et al.*, (2012) Capacidades locales y de gestión social para el abasto de agua doméstica en comunidades rurales del valle de Zamora, Michoacán, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, Vol. 9, n° 2, pp.107-121.

PIMENTEL, Equihua José Luis (2005) *Organización social autogestiva y cogestión en el río Júcar: el caso de la Asequia Real del Jugar, Comunidad de Valencia*. Tesis de doctorado. Universidad de Cordoba. 212 páginas.

1.14 PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA

Devanir Garcia dos Santos

Engenheiro Agrônomo: Coordenador de Implementação de Projetos Indutores da Agência Nacional de Águas (ANA) – Brasília - DF.

Desenvolvido pela Agência Nacional de Águas - ANA, o “Programa Produtor de Água” é um programa voluntário no qual são beneficiados produtores rurais que, por meio de práticas e manejos conservacionistas e de melhoria da cobertura vegetal, venham a contribuir para o abatimento efetivo da erosão e da sedimentação, e para o aumento da infiltração de água.

Sua concepção foi embasada na necessidade de reverter a atual situação de muitas bacias hidrográficas em que, o uso inadequado do solo e dos recursos naturais concorrem para a degradação dos recursos hídricos. Para tanto, o programa contempla o apoio a projetos de pagamento por serviços ambientais em um contexto de recuperação ambiental com foco na disponibilidade quali-quantitativa de recursos hídricos.

Trata-se de um programa moderno, perfeitamente alinhado com a tendência mundial de pagamento por serviços ambientais, como forma de incentivar práticas que contribuam para a preservação dos recursos naturais, em especial a água.

É baseado no mesmo princípio que orienta o pagamento pelo uso da água usuário-pagador quando a ação gera externalidades negativas; e provedor-recebedor quando gera externalidades positivas.

O conceito de externalidade é chave para entender as motivações para os programas de PSA. A humanidade usa os recursos naturais e o meio ambiente gerando externalidades positivas ou negativas, que impactam a sociedade atual e as futuras gerações. A premissa básica para o PSA é compensar os agentes econômicos que manejam o meio ambiente e os recursos naturais gerando bens ambientais e serviços que beneficiam não somente ele mesmo, mas principalmente a sociedade, seja a sociedade local, a sociedade regional ou mesmo a sociedade global.

Além do caráter econômico, os sistemas de PSA contribuem na educação (conscientização) ambiental na medida em que insere uma nova relação entre os fornecedores dos serviços e os beneficiários, e entre esses e a natureza.

O PSA aparece como uma forma de agregar valor monetário aos serviços gerados, tornando a oferta de serviços ambientais parte da decisão estratégica dos agentes, pois os usuários terão um incentivo direto a tornar suas práticas mais sustentáveis.

Os projetos que compõe o Programa são voltados a produtores rurais que se proponham, voluntariamente, a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas propriedades com vistas à conservação de solo e água. Para que um projeto de pagamento por serviços ambientais se credencie como parte do Programa Produtor de Água e receba o apoio da ANA é necessário cumprir uma série de exigências em termos de conceitos e metodologias, como por exemplo, possuir o pagamento por serviços ambientais (PSA) dentro de um contexto de recuperação ambiental, ser aplicado na área rural, ser implementado na sub-bacia hidrográfica, estabelecer parcerias, dentre outras.

Atualmente, o Programa Produtor de Água conta com 38 projetos de PSA distribuídos nas regiões sul, sudeste, norte, nordeste e centro-oeste do país, com

diferentes arranjos e em diferentes estágios de implantação. Apesar dos arranjos serem adaptados à realidade local, o pagamento pelos serviços ambientais nos diferentes projetos segue sempre a mesma base metodológica: o valor a ser pago deve ser diretamente proporcional ao abatimento da erosão e da sedimentação. É importante ressaltar que a eficácia dessas ações na redução da poluição difusa e no aumento da infiltração de água no solo deve ser sempre analisada, sendo, por essa razão, o monitoramento uma etapa imprescindível de cada projeto.

O Programa prevê o apoio técnico e financeiro à execução de ações de conservação de água e solo, tais como: a construção de terraços e de bacias de infiltração, readequação de estradas vicinais, agricultura e pecuária sustentáveis, recuperação e proteção de nascentes, reflorestamento das áreas de proteção permanente e reserva legal, saneamento ambiental, entre outros. Prevê também, o pagamento de incentivos (compensação financeira e outros) aos produtores rurais que, comprovadamente, contribuam para a proteção e recuperação de mananciais, gerando benefícios para a bacia e sua população.

A concessão dos incentivos somente ocorre após a implantação, parcial ou total, das ações e práticas conservacionistas previamente contratadas.

Os valores a serem pagos aos produtores são calculados em função do abatimento da erosão e da sedimentação proporcionados pela prática implementada e da melhoria da cobertura vegetal da bacia, analisando-se sempre a eficácia dessas ações na redução da poluição difusa e no aumento da infiltração de água no solo.

O Programa é implementado por sub-bacias, onde existam condições para a criação de um mercado, ou seja, onde existam interessados em água com garantia de oferta e qualidade e estejam dispostos a pagar por ela e atores com condições e interesse de desenvolver ações voltadas à ampliação da oferta e melhoria da qualidade da água, mediante recebimento de incentivos.

A idéia subjacente, e que encontra amparo na legislação vigente, é de que quando um usuário causa um prejuízo à bacia hidrográfica, seja reduzindo a disponibilidade de água, ao captá-la para determinado uso, seja prejudicando sua qualidade, ao lançar efluentes em um corpo d'água, esse usuário deverá pagar por esse uso; ora se determinado usuário, ao utilizar práticas adequadas e ambientalmente sustentáveis ou mesmo, ao tratar adequadamente os resíduos de sua produção, traz benefícios a bacia, sejam eles de maior disponibilidade de água ou de melhoria da qualidade dos recursos disponíveis, é justo que ele receba um incentivo para continuar executando tais práticas.

A experiência na implementação dos projetos tem demonstrado a necessidade de um acompanhamento muito próximo da execução das ações, e um longo tempo de implementação, mobilizando assim um grande número de atores. Desta forma, se evidencia a necessidade do fortalecimento de parcerias, notadamente com os estados e municípios, onde poderiam ser constituídas equipes capazes de desempenhar este papel, com impactos positivos na ampliação da escala de implementação do Programa.

Neste sentido, a ANA vem trabalhando para motivar estados e municípios a constituírem essas equipes, as quais passariam a atuar no seu raio de ação, da mesma forma que a ANA atua hoje no Programa em nível nacional, com a vantagem de contar com apoio técnico e financeiro da ANA no desenvolvimento dos projetos.

O desenvolvimento dessas equipes, além da decisão municipal ou estadual de constituí-las, requer a capacitação de técnicos, com a realização de diversos cursos, realização e participação em workshops e seminários, além de inúmeras

visitas a projetos implantados e em implantação, envolvendo nesses trabalhos, além da equipe técnica da ANA, os diversos técnicos que hoje atuam nos projetos bem como a academia, na busca de novos conhecimentos que permitam alcançar melhores resultados com menor esforço.

Como se sabe, quando bem manejada, a agricultura é uma das poucas atividades econômicas capaz de “produzir” água em quantidade e de boa qualidade, ao contribuir para sua reservação no solo, guardando-a com qualidade para os períodos de escassez. A ANA espera que, com este Programa, os beneficiários da melhoria de qualidade e da quantidade de água na bacia (empresas de saneamento, indústrias, municípios, estados) possam co-financiá-lo. Assim, o Programa permitirá uma participação crescente de produtores, gerando um círculo virtuoso em que todos (sociedade e meio ambiente) só têm a ganhar.

1.15 CONFLITOS E ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM NASCENTES E ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA MICROBACIA

VALDEMIR ANTONIO RODRIGUES¹; LUIZA ZULIAN PINHEIRO²; SAMARA DA SILVA NASCIMENTO²; AMANDA APARECIDA DE LIMA²; CAMYLA HECKLER PUPO²; CAIO VINICIUS FERREIRA MARMONTEL³; MANUEL ESTEBAN LUCAS-BORJA⁴

⁽¹⁾ Departamento de Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista. FCA - UNESP. Botucatu - São Paulo – Brasil, valdemirrodrigues@fca.unesp.br

⁽²⁾ Mestrandas do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista. FCA - UNESP. Botucatu – SP.

⁽³⁾ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista. FCA - UNESP. Botucatu – SP.

⁽⁴⁾ Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria - Escuela Superior de Ingeniería Agrícola Universidad Castilla La Mancha. UCLM. Albacete. Espanha, manuelesteban.lucas@uclm.es

RESUMO

As mudanças climáticas afetam as pessoas e o ambiente, alterando seriamente o ciclo da água, com consequências deletérias aos ecossistemas e na produção de água das microbacias. Os objetivos deste trabalho foram realizar a caracterização morfológica, quantificar a cobertura florestal, inferir sobre adequação ambiental de nascentes nas áreas de preservação permanente (APP) e as áreas de conflito de uso da terra na frente Cuesta da microbacia do Ribeirão São Pedro em Botucatu - SP. Os parâmetros foram obtidos na carta do (IBGE) escala 1:50.000, utilizando o programa ArcGIS 9.2. A 920 metros de altitude encontra-se o reverso da Cuesta. A frente da Cuesta, com 42% de declividade, apresenta um relevo escarpado com coeficiente de rugosidade indicando terras propícias para reflorestamentos. A área de preservação permanente com 582,2 hectares apresentou apenas 30% de cobertura florestal. Conclui-se que as áreas de conflito de uso do solo em relevo íngreme com ausência de 70% da floresta nativa, alteram substancialmente o equilíbrio ambiental desse ecossistema, com prejuízos a biodiversidade, ao microclima e a regulação do sistema hidrológico da microbacia. Quando há conflito de uso das APPs em torno das nascentes e rios, faz-se necessário a adequação ambiental de acordo com o Código Florestal Brasileiro.

Palavras-chave: Adequação ambiental, área de preservação, conflito, microbacia, nascentes

ABSTRACT

Global climate change will affect people and the environment, being water cycle highly altered, with deleterious consequences to ecosystems and the production of water from watersheds. The objectives were to quantify the area of permanent preservation (APP), infer about the environmental suitability of springs in the areas of permanent preservation (APP), forest cover and the area of land use conflict in front of Cuesta the watershed Ribeirão São Pedro, at 920 meters altitude in Botucatu – SP. These parameters were obtained in the map (IBGE) scale 1: 50.000, using ArcGIS version 9.2. The front of the Cuesta, with 42% slope, presents a steep relief

with roughness coefficient indicating favorable lands for reforestation. The conservation area of 582.2 hectares with permanent showed only 30% forest cover. It was concluded that the areas of conflicting use in high relief with slope absence of 70% of the native forest, substantially change the environmental equilibrium of ecosystems, with biodiversity losses, the microclimate and regulating the water of the watershed system. When there is a conflict of use of the APPs around the springs and rivers, it is necessary the environmental adequacy according to the Forest Code Brazilian.

Keywords: Environmental suitability, preservation area, conflict of land use, watershed, water spring.

INTRODUÇÃO

As microbacias possuem um papel fundamental na ecologia dos ecossistemas e bem-estar da sociedade humana, sua importância incide principalmente no fornecimento de água de qualidade, na regulação dos caudais e do escoamento superficial segundo Calder et al. (2007). As características físicas de uma microbacia estão diretamente atreladas ao ciclo hidrológico em todas as suas fases, podendo interferir no escoamento superficial, favorecendo os processos erosivos, o transporte de poluentes e sedimentos até os corpos d'água conforme Prado et al. (2010). O funcionamento hidrológico da microbacia está relacionado aos processos geomorfológicos de formação do relevo, aos processos hidrológicos tais como: precipitação/vazão e suas inter-relações com o meio (RODRIGUES et al., 2013).

Nesse contexto, as características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio da água das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação dos elementos que compõem a superfície terrestre (PISSARA et al., 2004). De acordo com Kirchner et al. (2006) superfícies planas podem ter pouca ou nenhuma enxurrada e, conseqüentemente, pouco transporte de solo, diminuindo os problemas da erosão. A declividade é um fator fundamental com influência direta no estado de conservação da microbacia. Em áreas de relevo acidentado, como nas matas de encosta da Floresta Atlântica, por exemplo, a cobertura vegetal é o principal item responsável pela manutenção dos processos hidrológicos e conservação dos solos e da paisagem. A diferença de estratos na floresta funciona como uma barreira às gotas de chuva, amortecendo seu impacto no solo, evitando a compactação do mesmo, enquanto a cobertura do solo por matéria orgânica favorece a infiltração de água e diminui a velocidade de escoamento superficial. Portanto, esses fatores são fundamentais para que não ocorra a erosão.

O uso adequado das diversas áreas da cobertura do solo da bacia desempenha um papel fundamental para alcançar ambos os fins: 1) reduzir a vulnerabilidade da bacia para os efeitos que provoca dinâmica geo-torrencial; 2) contribuir para o seu uso sustentável (RODRIGUES et al., 2015). Nesse contexto, a floresta contribui de uma forma especial, pois constitui um elemento eficaz para regular o ciclo da água e proteger o solo da erosão hídrica (MINTEGUI e LOPEZ,

1990). As áreas de preservação permanente (APP) nas encostas íngremes e nos ecossistemas ripários em torno das nascentes e canais de drenagens das microbacias hidrográficas contribuem para a conservação da fauna, da biodiversidade e principalmente na recarga da água subterrânea que disponibiliza água para as nascentes, as “fábricas de água”, segundo Rodrigues (2017), que promovem a estabilidade ambiental da microbacia. As áreas de conflito de uso da terra nesses ambientes com altas declividades devem ser identificadas, avaliadas e manejadas com a recomposição da vegetação nativa como elemento estabilizador dos processos erosivos, hidrológicos e ecológicos.

Em estudos de áreas de conflitos de APP e usos da terra na bacia do rio Uberaba, Valle Junior et al., (2010) verificaram que as atividades de pecuária e agricultura ocupavam, indevidamente, as margens dos rios, abrangendo áreas que deveriam ser conservadas no que diz respeito à vegetação nativa. Os autores consideraram, neste caso, que havia um déficit em relação ao exigido pelo Código Florestal.

A Cuesta de Botucatu apresenta um relevo íngreme com altas declividades, portanto, as nascentes de cabeceiras e matas ciliares devem ser preservadas pelos agricultores, que certamente resultarão em menor escoamento, diminuindo as erosões, possibilitando maior infiltração da água das chuvas o que regulariza a vazão nas microbacias de acordo com Rodrigues (2014). Por esse motivo, as microbacias devem ser vistas como unidades de produção de água, de preservação dos ecossistemas ripários, de produção agropecuária e de desenvolvimento sustentável socioeconômico da região devendo estar protegidas o suficiente para a conservação dos recursos hídricos. Portanto, as áreas de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente devem ser prioritárias nos programas de pagamentos por serviços ambientais (PSA) com a recomposição da vegetação nativa, tanto nas zonas ribeiras quanto em regiões montanhosas por possuir alta suscetibilidade à erosão, pois, as áreas de preservação permanente podem não estar protegidas o suficiente para a conservação dos recursos hídricos. O modelo de PSA em nível de município de acordo com Yaguache (2017) funciona da seguinte maneira: os usuários da água de consumo humano das cidades pagam uma taxa por metro cúbico que consomem, este dinheiro vai para uma conta especial do município, e, por meio de acordos firmados entre ambos, a secretaria do meio ambiente repassa aos proprietários, como compensação pela proteção das nascentes, rios e matas ciliares de sua propriedade agrícola. O PSA e a adequação ambiental das nascentes e áreas de preservação permanente tem a finalidade de atingir a capacidade de retorno da produção de água das nascentes.

Por tais razões, esse trabalho teve como objetivos realizar a caracterização morfológica, quantificar as áreas de preservação permanente, a cobertura florestal, inferir sobre adequação ambiental das nascentes e as áreas de conflito de uso da terra da microbacia do Ribeirão São Pedro em Botucatu – São Paulo – Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da microbacia hidrográfica

A microbacia do Ribeirão São Pedro localiza-se na Cuesta de Botucatu, SP. Está circunscrita entre as coordenadas geográficas: 22°52'45" a 22°56'27" de Latitude (S) e 48°21'12" a 48°23'23" de Longitude (W) de Gr. Possuindo uma área de 1496 ha e uma altitude máxima de 920 metros (Figura 1), e está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) – perímetro Botucatu-SP, criada através do Decreto Estadual nº 20.960 (SÃO PAULO, 1983).

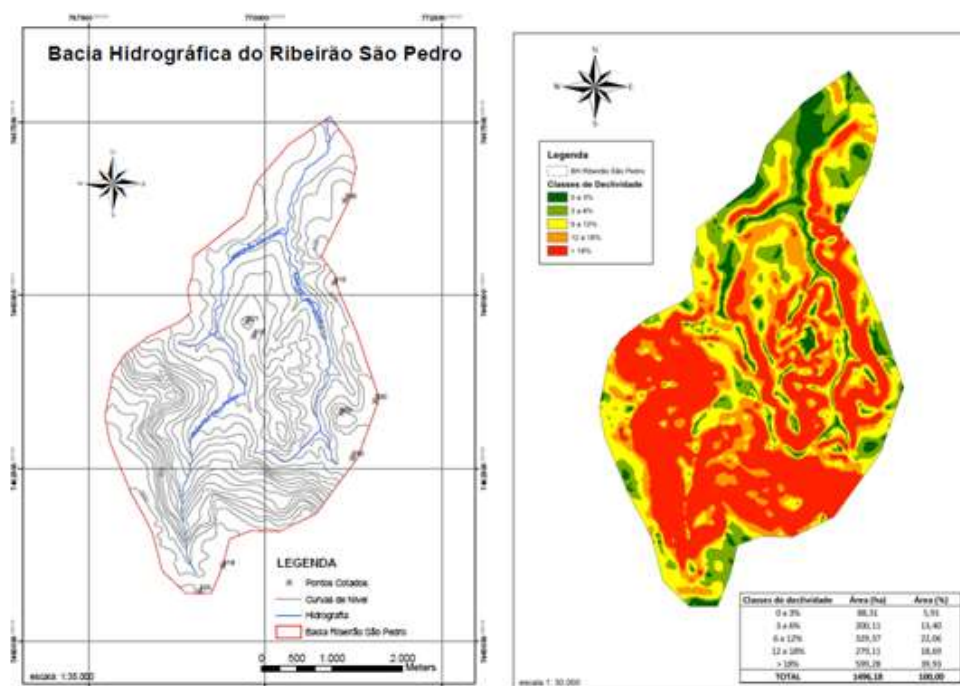


Figura 1. Microbacia do Ribeirão São Pedro com suas classes de declividades.

Características morfológicas do relevo da Cuesta

As análises das características do relevo e suas declividades específicas foram realizadas em três ambientes distintos: na parte superior no reverso da cuesta, no relevo abrupto na frente da cuesta, e na parte inferior na depressão periférica. Utilizou-se a ferramenta Google Planimeter, com imagens do Google Maps, efetuando-se a busca das áreas de interesse, onde foram delimitadas e calculadas as áreas de ocupação do solo. O divisor de águas das microbacias na ordem de ramificação segundo Strahler (1957). ??? A Carta foi importada no software ArcGIS 9.2 e georreferenciada para obtenção dos parâmetros dimensionais da microbacia com precisão. A Carta do Brasil apresenta escala 1: 50.000 com equidistância das curvas de nível de 20 metros, Folha SF - 22 - R - IV - 3 (IBGE, 1969).

Parâmetros dimensionais da microbacia

Os parâmetros dimensionais obtidos foram: maior comprimento da microbacia (C), maior largura (L), comprimento do rio principal (Cp) representação horizontal das sinuosidades do rio principal, desde a foz até a nascente, de acordo com Horton (1945); comprimento total da rede de drenagem (Cr) acompanha a sinuosidade do

rio principal e tributário; perímetro (P) e área (A) circunscrita pela linha do divisor de águas.

Características da forma e do relevo da microbacia

O coeficiente de compacidade (Kc) é a relação entre a forma da microbacia com um círculo. De acordo com Villela e Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da microbacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for irregular, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente inferior ou igual à unidade 1,0 corresponde a microbacia circular, portanto, maior susceptibilidade a enchentes e conseqüentemente, assoreamentos da rede de drenagem da microbacia. Quando o coeficiente for superior a 1,7 corresponde a uma microbacia comprida com maiores tendências à conservação ambiental. Para a determinação do coeficiente de compacidade (Kc) utilizou-se a equação 01: $Kc = 0,28(\frac{P}{\sqrt{A}})$ Onde: kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro

(m), A = área de drenagem (m²). Quanto mais próximo da unidade for o coeficiente, mais a microbacia se assemelha a um círculo. O formato das microbacias (redonda, ovalada, oblonga e, comprida) indica a tendência de conservação até a degradação e a interpretação ambiental na (Tabela 1).

Tabela 1. Interpretação ambiental do coeficiente de compacidade (kc)

VALORES (kc)	FORMATO	TENDÊNCIA
1,00 – 1,25	Redonda	Alta a enchentes
1,25 – 1,50	Ovalada	Mediana a enchentes
1,50 – 1,70	Oblonga	Baixa a enchentes
> 1,70	Comprida	A conservação

(RODRIGUES, 2014) adaptado da Fonte: (VILLELA e MATOS, 1975).

A razão de relevo conforme proposição de Schumm (1956) é a relação entre a amplitude altimétrica da microbacia e o seu maior comprimento, equação 02:

$Rr = (\frac{H}{C})$ Onde: Rr = razão de relevo, H =amplitude altimétrica (m), comprimento microbacia (m).

A razão de relevo permite comparar a altimetria das regiões, demonstrando que, quanto maiores os valores, mais acidentado é o relevo na região, e maior será o escoamento superficial da água das chuvas, refletindo numa menor relação infiltração deflúvio, provocando erosão. A razão de relevo indica o declive total ou declividade geral da microbacia, segundo Strahler (1957). Piedade (1980) classificou a razão de relevo em três classes: baixa, média e alta, sendo a razão de relevo baixa entre (0 a 0,1), a razão de relevo média entre (0,11 a 0,30) e razão de relevo alta (0,31 a 0,60).

O coeficiente de rugosidade foi calculado de acordo com Rocha (1991), equação 03: $R_n = (Dd * D\%)$ Onde: R_n = coeficiente de rugosidade, Dd = densidade de drenagem (km/km^2), D = declividade média (%). Quanto maior for o coeficiente de rugosidade, maiores são os riscos de erosão. Na interpretação considerou-se a classificação de Rocha (1997), onde os coeficientes de rugosidade estão distribuídos em quatro classes: A, B, C, D (Tabela 2) com terras propícias respectivamente para: agricultura; pastagens; pastagens/reflorestamento; e reflorestamento.

Tabela 2. Classes de aptidão de usos dos solos e coeficiente de rugosidade (R_n)

Coeficiente de rugosidade	Classes	Aptidão
1,09 - 10,63	A	Agricultura
10,64 - 20,18	B	Pastagem
20,19 - 29,73	C	Pastagem/Reflorestamento
29,74 - 39,28	D	Reflorestamento

Fonte: (ROCHA, 1997).

A declividade média é a somatória do comprimento das cotas pela equidistância entre as cotas, pela área em km^2 calculada através da equação 04, segundo Wisler e Brater (1964) citado por (LIMA, 1986). $D\% = \frac{(\sum C_n * \Delta H)}{A}$ Onde: D = declividade média (%), C_n = comprimento das cotas (m), ΔH = equidistância entre as cotas em (m), A = área (km^2). As classes de declividade foram separadas em seis intervalos, segundo Lepsch et al. (1991). O intervalo de 0 a 3% relevo plano; de 3 a 6% relevo suave ondulado; de 6 a 12% ondulado; de 12 a 20% forte ondulado; de 20 a 40% montanhoso; e maior que 40% escarpado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros dimensionais descritos na (Tabela 3), tais como: área, perímetro, comprimento e largura da microbacia, comprimentos dos rios e cotas altimétricas, bem como as áreas de preservação permanente, são imprescindíveis na caracterização, interpretação das variáveis morfométricas e análises de tendências da degradação ou conservação ambiental. Com base nos resultados do coeficiente de compactidade (k_c), a microbacia do ribeirão São Pedro demonstra ter uma forma ovalada com mediana tendência à enchente (Tabela 1).

O coeficiente de rugosidade da frente da Cuesta (Tabela 3) enquadra a microbacia na classe (D) com terras propícias para reflorestamentos de acordo com Piedade (1980) e Rocha (1991). Nesta mesma linha de análise a declividade na frente da Cuesta de acordo com Lepsh et al. (1991) o relevo é escarpado com declividade superior a 40%. A alta declividade tem relação direta com a maior velocidade da água do escoamento superficial e menor infiltração, resultando em irregularidades no sistema hidrológico e na produção de água da microbacia.

Portanto, a frente da Cuesta, devido ao seu relevo íngreme, é um ambiente altamente susceptível a erosão. Somado a isto, quando se encontra desprotegido de vegetação, esta região fica sujeita a erosão. Piedade (1980) classificou como alta razão de relevo a faixa entre 0,31 e 0,60. A frente da Cuesta, com 0,42 é alta e representa um relevo com 42% de declividade.

Características morfométricas do relevo da Cuesta

As características fisiográficas das microbacias são fundamentais para avaliação do seu comportamento hidrológico, apresentam relações com os dados hidrológicos conhecidos, e podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos (Villela e Mattos, 1975).

Tabela 3. Características físicas da microbacia do Ribeirão São Pedro – SP.

Características físicas	Microbaci	São Pedro
Parâmetros dimensionais	Unidade	Resultados
Área (A)	km ²	14,96
Perímetro (P)	km	17,49
Comprimento (C)	km	7,19
Comprimento Frente da Cuesta (C1)	m	958,00
Comprimento da drenagem (Cr)	km	14,06
Comprimento Canal Principal (Ccp)	km	8,20
Comprimento das cotas (Cn)	km	146,28
Área de preservação permanente (APP)	ha	582,18
Coeficiente de compacidade (kc)	-	1,27
Declividade média (D)	%	19,56
Maior altitude (MA)	m	920,00
Menor altitude (mA)	m	520,00
Amplitude altimétrica da Frente da Cuesta	m	210,00
Coeficiente de rugosidade (Rn)	-	18,39
Razão de Relevo da Frente Cuesta (RR)	-	0,42
Razão de Relevo da Frente Cuesta (RR)	%	42,0

Uso do solo na microbacia São Pedro

A utilização do solo para as culturas agrícolas, pecuária e florestal de forma adequada, com práticas conservacionistas de solo, manutenção das matas ciliares nas áreas de preservação permanente e proteção total de um raio de 50 metros no entorno das nascentes - de acordo com o Código Florestal Brasileiro são de fundamental importância para a regularidade na produção de água nas nascentes e conservação dos recursos hídricos de forma sustentável - seria o ideal, mas na maioria das vezes não acontece. Para o uso e ocupação do solo da microbacia São Pedro no município de Botucatu – SP podem ser observados os valores das áreas

em hectares e porcentagem de cada classe de uso do solo na área objeto de estudo, na (Tabela 4).

Tabela 4. Uso do solo na microbacia do Ribeirão São Pedro – SP.

Uso do solo	Microbacia São Pedro	
	Área (ha)*	Uso (%)*
Culturas		
Mata nativa	250,75	16,76
Reflorestamento	224,77	15,02
Pastagem	1007,67	67,36
Café	7,00	0,47
Outras culturas	5,12	0,34
Espelho d'água	0,69	0,05
Total	1496,00	100,00

*Área em hectares (ha), porcentagem (%).

Observa-se que o maior percentual da área da microbacia 67,36% é utilizado com pastagens para criação de gado, com alto nível de impacto pela ausência de práticas conservacionistas sujeitas a compactação pelo pisoteio do gado. A microbacia apresenta uma mata nativa de 250,75 hectares, com 16,76% de ocupação da área. Os reflorestamentos com *Eucalyptus* ocupam 15,5%. Isto demonstra que o uso atual das microbacias atende a legislação da reserva legal, considerado de 20% para o estado de São Paulo, porém não é suficiente para a proteção das áreas de preservação permanentes (APP), fundamentadas de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2012).

Conflitos de uso em área de preservação permanente (APP)

A área de preservação permanente da microbacia é de 582,18 ha. Deste montante, 169,95 ha estavam com cobertura florestal e 412,33 ha sem cobertura florestal. Portanto, 70% da APP da microbacia encontra-se sem cobertura florestal. A frente da Cuesta, por força de lei (Código Florestal), é considerada APP. Entretanto, a análise dos dados revela que somente 28,02% apresenta cobertura florestal, ou seja, verifica-se que 71,98% desta área está desprovida de vegetação e não atende a regulamentação legal (Tabela 5).

Tabela 5. Percentual de área de conflitos de uso em área de preservação.

Área de APP	Com Floresta		Sem floresta		área total (ha)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
APP	169,95	29,19	412,23	70,81	582,2
APP da Frente da Cuesta	133,31	28,02	342,51	71,98	475,8

APP = Área de preservação permanente (APP), ha = hectares.

As áreas de conflitos de APPs, dentro da zona que delimita a frente da cuesta, mostraram-se ambientes altamente sensíveis à degradação. Verificou-se que as áreas sem floresta em média de 71,4%, apresentavam conflito de uso, desprovidas de floresta, favorecendo à erosão e alterações no ecossistema ripário (Tabela 5).

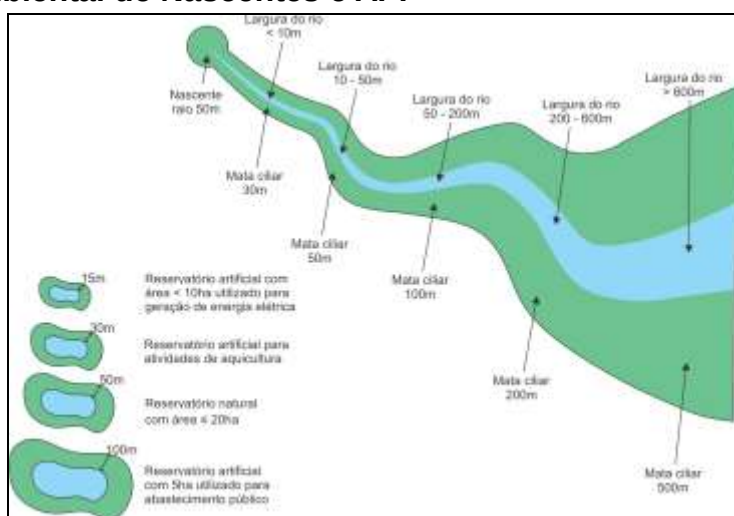
Em estudos de áreas de conflitos de APP e usos na bacia do rio Uberaba, Valle Junior et al., (2010) verificaram que as atividades de pecuária e agricultura ocupavam, indevidamente, as margens dos rios, abrangendo áreas que deveriam ser conservadas no que diz respeito à vegetação nativa. Os autores consideraram, neste caso, que havia um déficit em relação ao exigido pelo Código Florestal.

Em análise das classes de conflitos, Valle Junior et al. (2013), verificaram que as terras usadas para culturas anuais, cultivos intensivos, pastagem, reflorestamento ou preservação ambiental, apresentavam riscos ou limitações significativas. De toda área da bacia estudada pelos autores, 17,07% encontrava-se em conflito quanto ao uso e ocupação, necessitando de adequações quanto ao manejo e conservação dos solos.

Em estudos de zoneamento da bacia do córrego Rico, Rodrigues (2013) considera fundamental a readequação das áreas de conflitos para elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas. Ressalta a importância do zoneamento ambiental visando o desenvolvimento sustentável, uma vez que aponta as áreas de risco ambiental em conflito com a legislação.

A microbacia em estudo tem apenas 30% das áreas de preservação permanente (APP) e, portanto 70% necessitam de recomposição da floresta, dada sua importância na regulação do sistema hidrológico. De acordo com Rodrigues (2014) o ambiente ripário proporciona filtragem de sedimentos carregados pelas águas das chuvas, diminuindo a carga de poluição dos rios, essencial na qualidade da água e manutenção dos ecossistemas aquáticos. A recomposição florestal na Cuesta é essencial na conservação dos serviços ambientais, como a água e a biodiversidade que proporciona maior estabilidade aos recursos hídricos e beleza cênica da paisagem.

Adequação Ambiental de Nascentes e APP



Fonte: CENATEC, 2014

Figura 2. Adequação ambiental de nascentes e APP

Adequação Ambiental das nascentes e da área de preservação permanente (APP): qual é o foco principal? É atingir a capacidade de retorno da produção de água das nascentes!

Como?

- 1) Identificar as nascentes degradadas *in locu*, a montante da microbacia.
- 2) Mapeamento das nascentes (Google /IBGE e SIG).
- 3) Avaliar o uso do solo do entorno das nascentes.
- 4) Planejar atividades conservacionistas de solo, adequação ambiental e ações de restauração física com bacias de captação ao longo das estradas e em torno das nascentes, após os 50 metros da APP (Figura 3).



Figura 3. Bacia de captação do escoamento da água: a) cheia após a chuva, b) infiltração da água e reabastecimento do lençol freático.

- A) Adotar prática conservacionista de solo acima da APP e construir as (caixas/conchas) ou bacias de captação do escoamento superficial da água (Figura 3) para evitar erosão, frear o escoamento, captação e redistribuição da água na bacia com maior infiltração da água das chuvas, maximizar a retenção de sedimentos, frear entrada de sedimentos finos no rio, reabastecer o lençol freático, e aumentar a produção de água em (l/s) litros/segundo.
- B) Identificação da vegetação do entorno das nascentes e APP (mata ciliar).
- C) Medição do Raio de 50 metros das Nascentes e construção de (cerca de arame).
- D) Avaliar o conflito de uso da terra em APP (quantos hectares é o passivo de restauração ambiental?).
- E) Recomposição da vegetação ciliar com a seleção das espécies higrófilas e/ou espécies nativas ribeirinhas (Figura 4).



Figura 4. Recomposição da mata ciliar

- 5) Plantio das mudas de espécies nativas na área de preservação permanente.
- 6) Tratos culturas e silviculturais após o plantio das mudas, por no mínimo de 2 anos.
- 7) Monitorar as possíveis erosões na microbacia e os impactos ambientais.
- 8) Construir curvas de nível a 50 metros da APP para captar a água das chuvas antes de atingir os rios.
- 9) Monitorar a produção de água da microbacia (l/s) litros por segundo.
- 10) Fazer correlações da produção de água com o microclima local e sistema de gestão eficaz ao longo do ano.

CONCLUSÕES

A frente da Cuesta, com alta declividade, apresenta um relevo escarpado com coeficiente de rugosidade indicando terras propícias para reflorestamentos. A área de preservação permanente apresentou apenas 30% de cobertura florestal. Conclui-se que as áreas de conflito de uso em relevo íngreme com ausência de 70% da floresta nativa, alteram substancialmente o equilíbrio ambiental desse ecossistema, com prejuízos a biodiversidade, ao microclima e a regulação do sistema hidrológico da microbacia.

Quando há conflito de uso das áreas de preservação permanente, em torno das nascentes e matas ciliares, faz-se necessário a adequação ambiental de acordo com o Código Florestal Brasileiro.

A restauração das nascentes e recomposição das áreas de preservação permanente tem o foco principal no retorno da produção de água das nascentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e

7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. **Presidência da República**. Casa Civil. Brasília, DF, 17 de out. 2012. Disponível em: <<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/10/Lei-12727-2012-Codigo-florestal.pdf>> Acesso em: 16 jun. 2017.

CALDER, I.; HOFER, T.; VERMONT, S.; WARREN, P. 2007. Hacia una nueva comprensión de bosques y el agua. UNASYLVA. Revista Internacional de silvicultura e Industrias forestales. FAO (Organización das Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación) 58(229): 3-10.

CENATEC. Área de Preservação Permanente, 2014. Disponível em: <<http://cenatecbrasil.blogspot.com.es/2014/05/as-areas-de-preservacao-permanentes-app.html>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

HORTON, R.E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America 56:275-370.

KIRCHNER, H.S.; FENNER, P.T.; HILDEBRAND, E.; ANTONANGELO, A. 2006. Índices topográficos do potencial de erosão em estradas florestais. In: ____ Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais. Botucatu: FEPAF 1:188-199.

LEPSCH, I.F, BELLINAZZI, J.R.R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. 1991. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação. Campinas: SBCS 175p.

LIMA, W.P. 1986. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” 241 p.

MINTEGUI AGUIRRE J.A.; LÓPEZ UNZÚ, J. 1990. La ordenación agrohidrológica en la planificación. Ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, España. 308 p.

PIECADE, G.C.R. 1980. Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, 161 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

PISSARA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. 2004. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). Revista Brasileira de Ciências do Solo 28:297-305.

PRADO, R.B.; NOVO, E.M.L.M.; FERREIRA, C.G. 2010. Mapeamento e caracterização dos fatores fisiográficos da bacia hidrográfica de contribuição para o reservatório de Barra Bonita, SP. Caminhos de Geografia, Uberlândia 11:237-257.

ROCHA, J.S.M. 1997. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: UFSM. 423p.

- ROCHA, J.S.M. 1991. Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 181p.
- RODRIGUES, F.M. 2013. Caracterização ambiental da bacia do córrego Rico, Jaboticabal-SP. (Tese de Doutorado em Agronomia), UNESP, Jaboticabal. 85p.
- RODRIGUES V. A. Estudos sobre microbacias: “as fábricas de água” Jubileu de Prata. FEPAF. FCA. UNESP. Botucatu, 2017, 270p.
- RODRIGUES V.A. 2014. Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas. Tese (Livre docência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu. 125p.
- RODRIGUES, V.A.; CARDOSO, L.G.; POLLO, R.A.; RÉ, D.S, PISSARRA, T.C.T, VALLE JUNIOR, R.F. 2013. Análise morfométrica da microbacia do ribeirão das Araras – SP. Re.C.E.F., Garça 21:25-37.
- RODRIGUES, V.A.; MADRUGA, P.R. DE A; GARCIA MOROTE, F.A.; LUCAS-BORJA, M.E. 2015. Avaliação das áreas de conflito da microbacia do Córrego Água Limpa (São Paulo - Brasil). Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 41:1-10.
- SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983. **Área de Proteção Ambiental**: São Paulo. Diário Oficial v.96, n.002, 1983. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/decreto/1983/1983-Dec-20960.pdf>. Acesso em: 05/07/2017.
- SCHUMM, S.A. 1956. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. Bulletin of the Geological Society of America. Colorado 67:597-646.
- STRAHLER, A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans Amer. Geophys., Union 38:913-920.
- YAGUACHE, R. O. Los Acuerdos de Conservación para el Agua y la Biodiversidad (APAB): Un enfoque innovador para la protección de Servicios Ecosistémicos hidrológicos y adaptación al cambio climático. In: 5º Simpósio internacional de microbacias hidrográficas. Faculdade de Ciências Agrônômicas. FCA – UNESP. Botucatu, 2017, 259p.
- VALLE JUNIOR, R.F.; GALBIATTI, J.A.; PISSARRA, T.C.T.; MARTINS FILHO, M.V. 2013. Diagnóstico do conflito de uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Uberaba. Global Science and Technology 6:40-52.
- VALLE JUNIOR, R.F.; PASSOS, A.O.; ABDALA, V.L.; RAMOS, T.G. Determinação das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do rio Uberaba – MG, utilizando o Sistema de Informação Geográfica – SIG. Revista Global Science Technology, v. 03, n.01 p.19 – 29, 2010.
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A. 1975. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 245p.

1.16 INVESTIMENTOS DA SABESP NO INTERIOR PAULISTA BENEFICIAM RIOS E CÓRREGOS AFLUENTES DOS RIOS TIETÊ, SOROCABA E PIRACICABA E GARANTEM A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NA REGIÃO

Maurício Tápia

Superintendente da Unidade de Negócio Médio Tietê da Sabesp. Engenheiro Sanitarista.

RESUMO: A Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – é uma sociedade anônima de economia mista fundada em 1973 e atualmente é responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de esgotos de 367 municípios do Estado de São Paulo. É considerada uma das maiores empresas de saneamento do mundo em população atendida. São 27,7 milhões de pessoas abastecidas com água e 21,2 milhões de pessoas com coleta de esgotos. A Unidade de Negócio Médio Tietê, com sede em Botucatu foi criada em 1991 e abrange atualmente 34 municípios da região, pertencentes às bacias hidrográficas dos rios Piracicaba Capivari e Jundiaí; Tietê e Sorocaba; e Tietê e Jacaré. Neles, está concentrada uma população urbana de aproximadamente 809 mil habitantes. A Sabesp está investindo R\$ 233 milhões para universalizar o saneamento nas cidades operadas pela Unidade de Negócio Médio Tietê e o resultado desse aporte já pode ser sentido pela população com a despoluição das bacias dos rios Tietê, Sorocaba e Piracicaba. Os investimentos em esgotamento sanitários contemplam 30 importantes obras de coleta, afastamento, revitalização e construção de novas estações de tratamento de esgotos, no período de 2011 a 2017. Essas obras foram decisivas para a melhoria da qualidade de 42 rios e corpos d'água nas bacias hidrográficas dos rios da região, com a despoluição de córregos e cursos d'água que deixarão de receber 14 mil toneladas/ano de cargas poluidoras, em função da eliminação dos esgotos in natura, contribuindo também para a melhoria da qualidade das águas do principal rio paulista que é o Tietê e para rios afluentes como o Sorocaba, Sarapuí e Represa de Itupararanga, resgatando a biodiversidade aquática que estava ameaçada há anos, devolvendo o equilíbrio necessário à vida desse importante rio e, contribuindo para com a sustentabilidade dos ecossistemas naturais, com consequências diretas na fauna, flora e saúde pública. A meta é elevar o índice de tratamento de esgotos da regional nas sedes dos municípios dos atuais 84% para 100%. Mais de 800 mil habitantes serão diretamente beneficiados, por esse conjunto de obras, que traz avanços também para a saúde pública, contribuindo com a redução dos índices gerais de mortalidade infantil e a redução das internações por doenças de veiculação hídrica. Com essas ações, a empresa pretende no final desse período universalizar os serviços de saneamento, alcançando a meta de 100% de abastecimento com água de qualidade, 100% de coleta de esgotos e 100% dos efluentes coletados tratados.

Conheça a seguir os dados técnicos e os investimentos das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) operadas pela Unidade de Negócio Médio Tietê e os corpos d'água beneficiados com a melhoria das águas na região. A apresentação das estações prossegue por meio da divisão por Bacias Hidrográficas.

Bacia Hidrográfica Sorocaba/Médio Tietê: Na cidade de Alumínio, a Sabesp investiu cerca de 12 milhões de reais na ETE que já está concluída. O sistema beneficia os Ribeirões do Varjão, do Olidel e Bugrão, removendo 269 toneladas de carga orgânica por ano. Em Anhembi, a ETE Sede recebeu um investimento de quase 3,5 milhões de reais. O corpo d'água beneficiado é o Ribeirão dos Remédios, afluente

do Rio Tietê. A obra já finalizada remove 68 toneladas de carga orgânica por ano e chega a dois miligramas por litro de oxigênio dissolvido a jusante. Ainda em Anhembi, a ETE no distrito de Pirambóia teve um total de quase 1,4 milhão de reais investidos. A obra contribui para a despoluição dos Córregos Águas Claras e Águas do Brejão, atingindo 17 toneladas por ano de carga orgânica removida e oito miligramas por litro de oxigênio dissolvido a jusante.

Em Araçariguama, a ETE em construção recebeu 13,6 milhões de reais em investimentos. A carga orgânica removida por ano é de 235 toneladas, contribuindo diretamente para a despoluição do Ribeirão Araçariguama. Em Boituva, foram investidos 13 milhões de reais na ETE Campos de Boituva. O Córrego Campos de Boituva e o afluente do Rio Tietê, Ribeirão Jerivá, são beneficiados com a ETE que possibilita a remoção de 130 toneladas de carga orgânica por ano e atinge cinco miligramas por litro de oxigênio dissolvido a jusante. A ETE Pau D'Alho, também em Boituva, totalizou cerca de 14,3 milhões de reais em investimento. O sistema beneficia o meio ambiente com a despoluição do Córrego Pau D'Alho, afluente do Rio Tietê. A estação que já se encontra concluída realiza a remoção de 622 toneladas de carga orgânica por ano e chega a seis miligramas por litro de oxigênio dissolvido a jusante.

Na cidade de Botucatu duas estações foram revitalizadas visando a excelência operacional dos sistemas. A ETE Lageado recebeu quase 2,2 milhões de reais na revitalização, contribuindo para a despoluição do Ribeirão Lavapés. O sistema totaliza 2445 toneladas por ano de carga orgânica removida e seis miligramas por litro de oxigênio dissolvido a jusante. Já na ETE Rubião Júnior foram investidos mais 830 mil reais na revitalização. Com 117 toneladas de carga orgânica removida por ano e seis miligramas por litro de oxigênio dissolvido, essa estação beneficia o Córrego do Cintra. Ainda em Botucatu, na ETE Rio Bonito e Mina, já concluída, foram investidos quase 3,6 milhões de reais, contribuindo diretamente para a despoluição do Rio Tietê.

Em Capela do Alto, a Sabesp investiu 200 mil reais na revitalização da ETE Sede, que beneficia o Córrego Olaria. Esse sistema remove 184 toneladas de carga orgânica por ano e chega a cinco miligramas de oxigênio dissolvido por litro. Já na ETE Bairro do Porto, também nessa cidade, cerca de 3,2 milhões de reais foram investidos, beneficiando o Rio Sarapuí. A obra concluída realiza a remoção de 12 toneladas de carga orgânica por ano. Na cidade de Cesário Lange os investimentos na ETE Sede totalizaram aproximadamente 8,5 milhões de reais. O sistema em construção irá beneficiar o Ribeirão Aleluia e o Córrego do Monte Alegre. Será possível chegar a uma carga orgânica removida de 99 toneladas por ano e a sete miligramas por litro de oxigênio dissolvido.

Em Conchas, a Sabesp investiu quase 18 milhões de reais na ETE já concluída. O Rio Conchas, afluente do Rio Tietê é beneficiado com o sistema de esgotamento sanitário na cidade. Nessa estação a remoção de carga orgânica é de 262 toneladas por ano e o oxigênio dissolvido chega a cinco miligramas por litro a jusante.

Em Laranjal Paulista, os investimentos nas duas ETE's concluídas totalizaram aproximadamente 13,8 milhões de reais. A ETE Sede contribui para a despoluição do Rio Sorocaba, com uma carga orgânica removida de 335 toneladas por ano e sete miligramas por litro de oxigênio dissolvido. Já na ETE Laras, o Rio Tietê é beneficiado diretamente pelo sistema de esgotamento que atinge 16 toneladas de carga orgânica removida por ano e três miligramas de oxigênio dissolvido por litro.

Na cidade de São Roque, a ETE Sede concluída teve um investimento de 44,6 milhões de reais. O sistema contribui com a despoluição dos Córregos Guaçu,

Aracaí, Carambei e os Ribeirões Mombaça, do Marmeleiro e Bandeirantes. No Bairro do Carmo, em São Roque, existe também uma ETE já concluída que recebeu 500 mil reais de investimento. A estação beneficia o Córrego do Carmo e atinge quatro toneladas de carga orgânica removida por ano.

Em Tatuí, cerca de 9,3 milhões de reais foram investidos no Coletor Tronco em construção. A obra irá beneficiar o Córrego do Matadouro e o Rio Tatuí, chegando a 2488 toneladas de carga orgânica removida por ano.

Bacia Hidrográfica dos Rios Tietê/Jacaré: Na cidade de Agudos, o investimento na ETE já concluída totalizou cerca de 12,7 milhões de reais. A obra traz benefícios para o Córrego dos Agudos e Ribeirão Grande, atingindo uma carga orgânica de 61 toneladas por ano e cinco miligramas por litro de oxigênio dissolvido. Em Bocaina, aproximadamente 770 mil reais foram investidos na revitalização da ETE Sede, que beneficia o Córrego Bocaina. O sistema possibilita a remoção de 382 toneladas de carga orgânica por ano e chega a 7,3 miligramas por litro de oxigênio dissolvido. Em Dourado, a Sabesp investiu quase 9,7 milhões de reais na ETE já concluída que contribui com a despoluição do Ribeirão Dourado. O sistema remove 86 toneladas de carga orgânica por ano e atinge 5,6 miligramas por litro de oxigênio dissolvido.

Bacia Hidrográfica Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ): Na cidade de Águas de São Pedro foram investidos cerca de 5,9 milhões de reais na ETE concluída. O sistema de esgotamento beneficia o Ribeirão Araquá. A carga orgânica removida é de 76 toneladas por ano e o oxigênio dissolvido é de sete miligramas por litro.

Palavras chaves: microbacia, saneamento básico, despoluição de rios, qualidade da água, meio ambiente e saúde pública.

1.17 IMPACTOS AMBIENTAIS DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA – CASO SAMARCO

Carlos Alberto Valera¹

(1) Promotor de Justiça do Ministério Público de Minas Gerais. Coordenador Regional das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente das Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba e Baixo Rio Grande. Membro da Força -Tarefa do caso Samarco.

1. Digressão histórica

Em 5 de novembro de 2015, no município mineiro de Mariana, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, de propriedade da Samarco Mineração S.A, com o galgamento e erosão da barragem de Santarém, ambas integrantes do complexo denominado Germano, ocasionando danos ambientais, sociais e humanos.

O referido episódio representou a maior catástrofe ambiental da história do Brasil e, seguramente, uma das mais impactantes do mundo. A amplitude e intensidade de suas consequências alcançaram proporções inéditas, segundo a experiência institucional e acadêmica brasileira. Perdas de vidas humanas, desestruturação afetiva e material de famílias inteiras, danos irreversíveis à biodiversidade, ao patrimônio cultural, aos recursos hídricos e, sobretudo, às comunidades que viviam intimamente conectadas à vida do rio Doce e seus afluentes, como o ribeirão do Carmo e o rio Gualaxo, compuseram cenas de uma tragédia jamais vista. file:///C:/Users/User/Downloads/Relatorio%20-%20Mariana_Meio%20Ambiente.pdf. Acesso 05.06.2017.



Figura 1. Comunidade destruída pela lama da Barragem Fundão – MG

Atuação Estratégica e compartilhada

Atuação Estratégica e compartilhada:Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), Ministério Público do Espírito Santo (MPES), Ministério Público Federal(MPF), Ministério Público do Triângulo (MPT).

Já nas primeiras semanas, foram realizadas reuniões do MPMG com o Ministério Público Federal (MPF) no intuito de se criar um ambiente de compartilhamento de informações e formação de estratégias de atuação.

Competência judicial para decidir sobre os danos ambientais é da 12ª Vara Federal de Belo Horizonte.

No âmbito da atuação institucional preventiva, que compreende as medidas relacionadas à segurança das estruturas remanescentes, o MPMG ajuizou ação civil pública em face da Samarco Mineração S.A. e do Consórcio Candonga, alertando para os riscos e a situação de instabilidade da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, que conteve boa parte dos rejeitos originários de Fundão. No escopo, a apresentação de projeção atualizada dos possíveis cenários em caso de rompimento (estudo *Dam Break*) da barragem Germano, da barragem Santarém e das demais estruturas remanescentes (diques 2, Sela, Tulipa e Selinha), com previsão de consequências e execução de um novo Plano de Ações Emergenciais para socorro de pessoas, mitigação de danos ambientais e fornecimento de água potável, bem como o esvaziamento da barragem da UHE, de forma a que, em caso de eventual novo rompimento no complexo Germano, tal estrutura tivesse condições de servir como barreira de contenção, como ocorreu na primeira oportunidade.

Direitos Humanos/Mariana

Várias medidas judiciais e extrajudiciais vêm sendo adotadas pelo MPMG para garantir os direitos das vítimas do desastre e resguardar o seu bem-estar e a dignidade. Destacam-se medidas adotadas especialmente nas comarcas de Mariana e de Ponte Nova, onde a população foi mais diretamente afetada.

Inclusão e Mobilização Sociais

Desde o dia 10 de novembro de 2015, a Coordenadoria de Inclusão e Mobilização Sociais (CIMOS) do MPMG vem prestando apoio às Promotorias de Justiça de Mariana e de Ponte Nova nas questões relacionadas à garantia, de forma coletiva, dos direitos das famílias atingidas pelo rompimento da Barragem de Fundão.

Patrimônio Cultural

A Promotoria Estadual de Defesa do Patrimônio Cultural e Turístico de Minas Gerais também tem atuado de forma efetiva frente ao desastre ambiental ocorrido em Mariana, especialmente em relação à verificação dos danos ao patrimônio cultural, arqueológico e naturais e à proteção e à recuperação de bens atingidos pelo desastre.

Defesa da fauna

Os animais atingidos pelo desastre tiveram atenção especial do MPMG desde o dia do desastre. Por meio do Grupo Especial de Defesa da Fauna (GEDEF), a atuação ministerial foi combativa e extremamente importante. Em **19 de novembro**

de 2015: a Recomendação nº. 01/2015 foi expedida nesta data, com vistas à execução, pela Samarco Mineração S.A, de um plano emergencial de localização, resgate e cuidado dos animais atingidos pelo derramamento de lama, bem como para cumprimento de outras medidas emergenciais. Em **18 de dezembro de 2015:** foi firmado com a empresa, em, Termo de Compromisso Preliminar, nos autos do Inquérito Civil nº.0024.15.016236-0, que teve por escopo a adoção de medidas mínimas objetivando a proteção e preservação da fauna doméstica resgatada e que ainda seria resgatada, nas localidades afetadas pelo rompimento da barragem. A situação do Rio Doce e do parque estadual que leva o nome do rio também tem sido alvo de atenção do MPMG.

Atuação na esfera penal

Até outubro de 2016, foram distribuídas cinco denúncias criminais em face da Samarco Mineração S.A. e de pessoas físicas a ela relacionadas, em razão de: danos ao patrimônio cultural; falsidades e irregularidades constatadas no licenciamento ambiental, no funcionamento do empreendimento e nas auditorias de estabilidade; omissões frente as recomendações de segurança expedidas pelo órgão ambiental estadual após o rompimento da barragem de Fundão. Todas as denúncias foram recebidas e os processos penais estão em trâmite regular, com acompanhamento e atuação dos membros da força-tarefa.

Atuação junto a políticas públicas de segurança de barragens

No âmbito do Plano Geral de Atuação Finalístico, biênio 2016-2017, na área de “defesa do meio ambiente”, foi estabelecido, como prioritário, o projeto “Segurança das Barragens de Rejeitos de Mineração”, que visa à regularização ambiental dessas barragens de modo a garantir a sua segurança e a minimização dos riscos à população e/ou ao meio ambiente.

Para fins de implementação do referido projeto, o CAOMA participou da elaboração de minuta de projeto de lei, de iniciativa popular, que estabelece normas de segurança para as barragens destinadas à disposição final ou temporária de rejeitos de mineração no Estado.

O texto aborda questões sensíveis e que, acaso sejam implementadas, podem vir a prevenir outros rompimentos de barragens de mineração, bem como atenuar ou impedir óbitos e danos ambientais em caso de eventual ruptura de outras estruturas.

Mais de 56 mil assinaturas foram coletadas em apoio ao projeto de lei, número 5,6 vezes maior ao estabelecido pela Constituição Estadual de Minas Gerais para apresentação de projetos de iniciativa popular, que requer a coleta de 10 mil assinaturas de eleitores do estado.

O referido projeto de lei se encontra em tramitação no Legislativo Estadual sob o número PL 3695/2016.

A retomada das atividades e o licenciamento ambiental corretivo da Samarco

Para uma regular e lícita retomada de atividades pela Samarco Mineração S.A., faz-se necessário procedimento próprio de licenciamento ambiental do empreendimento minerário como um todo, com a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA).

Já antecipando possíveis questões relacionadas à viabilidade ambiental da reativação de suas operações de lavra, bem como riscos efetivos à segurança das comunidades a jusante, o MPMG instaurou o Inquérito Civil nº.0024.16.010647-2, o qual tem por escopo verificar eventuais irregularidades ambientais nesse licenciamento ambiental.

Por considerar ilícito o licenciamento de uma atividade que continua causando o agravamento ilegal de danos ambientais mitigáveis, foi expedida a Recomendação nº. 05/2016/CGBH ao Superintendente da Regional de Meio Ambiente Central Metropolitana (SUPRAM-CM) e ao Secretário Adjunto de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável para que, em síntese: (a) procedessem a reorientação do procedimento de licenciamento ambiental de forma a que sua análise contemplasse, de forma sinérgica e cumulativa, todas as atividades e estruturas integrantes do complexo Germano; (b) abstivessem de conceder documentos autorizativos precários para a retomada de atividades, com subterfúgios à exigência do licenciamento ambiental; (c) abstivessem de conceder licenças ambientais ou autorizações para a operação da lavra minerária antes da comprovação de medidas efetivas para a retirada da lama e rejeitos às áreas de preservação permanente dos rios e córregos atingidos.

Ainda em 2016, as autoridades ambientais recomendadas acataram as questões acima relatadas e convocaram a Samarco para o licenciamento ambiental corretivo.

Acordo preliminar – Fundação Renovac

Justiça homologa acordo que permite contratação de empresas para realização de diagnósticos no caso do desastre socioambiental de Mariana

A Justiça Federal de Minas Gerais homologou parcialmente o Termo de Acordo Preliminar (TAP), firmado em 18 de janeiro deste ano, entre Ministério Público Federal (MPF), Samarco Mineração S.A., Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda., para a contratação de empresas independentes para prestação de serviços ao Ministério Público em dois eixos distintos.

O primeiro eixo é o socioeconômico, que tem por objeto o diagnóstico socioeconômico e a prestação de assistência técnica aos atingidos. Nova metodologia participativa para o cumprimento deste eixo do TAP vem sendo construída por meio de um exaustivo trabalho conduzido pelos coordenadores do Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Defesa dos Direitos Humanos (CAO-DH) e da Coordenadoria de Inclusão e Mobilização Sociais (Cimos) do MPMG e da Procuradoria da República de Defesa do Cidadão, que contou inclusive com a realização de um workshop no dia 10 de março, em Belo Horizonte. Em relação ao eixo socioambiental do TAP, seu objetivo específico é a contratação de empresas de auditoria externa e independente para: 1) realizar diagnóstico socioambiental de todos os danos decorrentes do desastre; 2) avaliar o e monitorar os programas de reparação socioambiental e socioeconômica.

Apesar de o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) não ter participado formalmente do TAP, participou das negociações para a contratação das empresas do eixo socioambiental e passará a ser destinatário de todos os serviços que serão por elas prestados, bem como participará de um comitê de trabalho que será instituído para definição do escopo e cronograma de realização das atividades. As

empresas se reportarão com exclusividade ao MPF e ao MPMG, sem qualquer subordinação à Samarco, à Vale, à BHP Billiton e à Fundação Renova, conforme estabelecido em contrato.

Alguns desafios

- I - Criação da Fundação RENOVA
- II - Aporte de R\$ 20.000.000.000,00
- III - Eficiência dos programas
- IV - Extensão dos danos



Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente das Bacias dos Rios Paranaíba e Baixo Rio Grande

1.18 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E O MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Carlos Alberto Valera¹

(1) Promotor de Justiça do Ministério Público de Minas Gerais. Coordenador Regional das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente das Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba e Baixo Rio Grande. Doutorando do Programa de Pós-Graduação – Ciência do Solo – UNESP – FCAV – Campus Jaboticabal.

NOÇÕES GERAIS – Lei Federal 9.433/97

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

- I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;
- II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou
- III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

O que é então uma bacia hidrográfica?

Segundo PALARETTI: Bacia Hidrográfica: área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou por um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída.

Pode-se ainda utilizar o conceito de regiões hidrográficas, com sendo, o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

(<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/luizfabianopalaretti/bacia-hidrografica.pdf>). Acesso 05.06.2017

Definida a bacia hidrográfica resta agora uma pergunta: É possível a instalação de um projeto florestal, ou mesmo agrosilvapastoril sem a observância da legislação?

INFRAÇÃO – NOÇÕES GERAIS

TRÍPLICE RESPONSABILIDADE (administrativa, civil e penal)

Artigo 225, §3º, da Constituição Federal de 1988:

“As condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas e jurídicas, as sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

Responsabilidade administrativa:

Sistema comando e controle – Lei Federal 9.605/98 – Art. 70. Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente.

Responsabilidade administrativa:

Decreto 6.514, de 22 de julho de 2008.

Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.

Decreto 6.514, de 22 de julho de 2008.

Art. 3º As infrações administrativas são punidas com as seguintes sanções:

I - advertência; II - multa simples; III - multa diária; IV - apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora e demais produtos e subprodutos objeto da infração, instrumentos, petrechos, equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração; (Redação dada pelo Decreto nº 6.686, de 2008); V - destruição ou inutilização do produto; VI - suspensão de venda e fabricação do produto; VII - embargo de obra ou atividade e suas respectivas áreas; VIII - demolição de obra; IX - suspensão parcial ou total das atividades; e X - restritiva de direitos.

Decreto 6.514, de 22 de julho de 2008.

Art. 53. Explorar ou danificar floresta ou qualquer tipo de vegetação nativa ou de espécies nativas plantadas, localizada fora de área de reserva legal averbada, de domínio público ou privado, sem aprovação prévia do órgão ambiental competente ou em desacordo com a concedida:

Multa de R\$ 300,00 (trezentos reais), por hectare ou fração, ou por unidade, estéreo, quilo, mdc ou metro cúbico.

Parágrafo único. Incide nas mesmas penas quem deixa de cumprir a reposição florestal obrigatória.

Art. 2º Considera-se infração administrativa ambiental, toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente, conforme o disposto na Seção III deste Capítulo.

Parágrafo único. O elenco constante da Seção III deste Capítulo não exclui a previsão de outras infrações previstas na legislação.

Competência legislativa comum – art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

Competência legislativa concorrente - art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

Responsabilidade administrativa:

Resolução SMA, 48, de 28 de maio de 2014

Dispõe sobre as condutas infracionais ao meio ambiente e suas respectivas sanções administrativas.

Art. 2º - Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente, conforme disposto nesta Resolução.

Parágrafo Único – O elenco constante desta Resolução não exclui a previsão de outras previstas na legislação.

Responsabilidade penal:

Lei Federal 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Lei Federal 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

Art. 38. Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção:

Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

Responsabilidade civil:

Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Art. 14 ... *omissis* ...

§ 1º Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

Responsabilidade civil:

Responsabilidade objetiva – sem necessidade da prova de dolo ou culpa. Necessidade de prova do nexo causal (vínculo entre a ação e omissão e o dano ambiental)

Teoria do risco integral – quem exerce atividade, ainda, que lícita, responde pelos danos ambientais, não podendo invocar culpa de terceiro, caso fortuito e de força maior.

OBRIGAÇÕES AMBIENTAIS

Licenciamento ambiental – conceitos

Res. CONAMA 237/97 – artigo 1º, inciso I: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Lei Complementar 140/2011 – artigo 2º, inciso I: o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental;

ÓRGÃOS REGULARIZADORES ESTADUAIS

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, ligada à Secretaria do Meio Ambiente do governo paulista.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica.

CBRN – Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais.

Alguns municípios podem fazer o licenciamento ambiental – Deliberação CONSEMA Normativa 01/2014

Exemplo: Ribeirão Preto – para empreendimentos de médio e baixo impacto; Santo André – para empreendimentos de alto, médio e baixo impacto.

REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL/LICENCIAMENTO

Atividades / Empreendimentos que devem ser licenciadas

Segundo o Artigo 58 do Regulamento da Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto nº 8.468/76 e alterado pelo Decreto nº 47.397/02 são sujeitas ao Licenciamento Ambiental (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação) as seguintes atividades / empreendimentos:

1. Construção, reconstrução, ampliação ou reforma de edificação destinada à instalação de fontes de poluição;
2. Instalação de uma fonte de poluição em edificação já construída;
3. Instalação, ampliação ou alteração de uma fonte de poluição.

São consideradas como fontes de poluição as atividades / empreendimentos indicadas no Anexo 5 do Regulamento da Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto nº 8.468/76 e alterado pelo Decreto nº 47.397/02. Fontes de poluição (Regulamento da Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto nº 8.468/76) - Artigo 4º - São consideradas fontes de poluição todas as obras, atividades, instalações, empreendimentos, processos, dispositivos, móveis ou imóveis, ou meios de transportes que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar poluição ao meio ambiente. Parágrafo único - Para efeito da aplicação deste artigo, entende-se como fontes móveis todos os veículos automotores, embarcações e assemelhados, e como fontes estacionárias, todas as demais.

Poluição (Lei Estadual nº 997/76) - Artigo 2º - Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo: I - impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; II - inconvenientes ao bem estar público; III - danosos aos materiais, à fauna e à flora; V - prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Lei Estadual nº 7.663, 30 DE DEZEMBRO DE 1991 (Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996 (*) Alterado pelo Decreto nº 50.667, de 30 de março de 2006) Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Artigo 9º - A implantação de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, a execução de obras ou serviços que alterem seu regime, qualidade ou quantidade dependerá de prévia manifestação, autorização ou licença dos órgãos e entidades competentes.

OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Lei Estadual nº 7.663, 30 DE DEZEMBRO DE 1991

Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Artigo 10 - Dependerá de cadastramento e da outorga do direito de uso a derivação de água de seu curso ou depósito, superficial ou subterrâneo, para fins de utilização no abastecimento urbano, industrial, agrícola e outros, bem como o lançamento de efluentes nos corpos d'água, obedecida a legislação federal e estadual pertinentes e atendidos os critérios e normas estabelecidos no regulamento.

Parágrafo único - O regulamento desta lei estabelecerá diretrizes quanto aos prazos para o cadastramento e outorga mencionados no "caput" deste artigo.

É o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, garantindo o controle quantitativo e qualitativo do uso da água.

A outorga não dá ao usuário a propriedade de água ou sua alienação, mas o simples direito de seu uso. Portanto, a outorga poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em casos extremos de escassez ou de não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga, por necessidade premente de se atenderem os usos prioritários e de interesse coletivo, dentre em outras hipóteses previstas na legislação vigente.

Modalidades de outorga:

Concessão, quando as obras, os serviços ou as atividades forem desenvolvidas por pessoa jurídica de direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública.

Autorização, quando as obras, os serviços ou as atividades forem desenvolvidas por pessoa física ou pessoa jurídica de direito privado e quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública.

USOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996 (*) Alterado pelo Decreto nº 50.667, de 30 de março de 2006

Art. 1º - Outorga é o ato pelo qual o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE defere:

I - a implantação de qualquer empreendimento que possa demandar a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos;

II - a execução de obras ou serviços que possa alterar o regime, a quantidade e a qualidade desses mesmos recursos;

III - a execução de obras para extração de águas subterrâneas;

IV - a derivação de água do seu curso ou depósito, superficial ou subterrâneo;

V - o lançamento de efluentes nos corpos d'água.



Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente das Bacias dos Rios Paranaíba e Baixo Rio Grande

1.19 RESERVAS DA BIOSFERA BRASILEIRAS: CONCEITOS E PERSPECTIVAS

Luís Alberto Bucci
Patrícia R. Rossi
Kátia Mazzei

Criadas pela UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - em 1972, as **Reservas da Biosfera** - atualmente localizadas em mais de uma centena de países congregando também vastas extensões territoriais e englobando mais de 600 sítios - têm sua origem e estruturação no programa "O Homem e a Biosfera" (MAB – *Man and Biosphere*) da UNESCO, desenvolvido com o PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, com a UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza e com agências internacionais de desenvolvimento.



Figura 1. Reservas da Biosfera

Para tanto, as Reservas da Biosfera são interligadas por uma Rede Mundial de Reservas com vistas a garantir o intercâmbio de experiências no âmbito da pesquisa, da gestão por meio da avaliação estratégica das ações desenvolvidas e ajustes necessários.

São áreas de ecossistemas terrestres e/ou marinhos reconhecidas pelo programa MAB/UNESCO como áreas estratégicas - e em nível mundial - para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável buscando continuamente - por meio de Programas e Projetos e, pelo trabalho conjunto de instituições governamentais e não governamentais - o atendimento às necessidades da

comunidade local e o relacionamento equilibrado entre os seres humanos e o meio ambiente. Numa associação entre o direito do uso do meio e o uso de fato, as Reservas da Biosfera atendem às premissas do direito ambiental: prevenção na natureza, da precaução, da cooperação entre os povos – uso responsável associado à conservação.

Nesse sentido, devem atender a três funções:

- Contribuir para **conservação da biodiversidade**, incluindo os ecossistemas, espécies e variedades, bem como as paisagens onde se inserem;
- Fomentar o **desenvolvimento econômico** que seja **sustentável** do ponto de vista sociocultural e ecológico;
- Criar **condições logísticas** para a efetivação de projetos demonstrativos, para a produção e difusão do conhecimento e para a educação ambiental, bem como para as pesquisas científicas e o monitoramento nos campos da conservação e do desenvolvimento sustentável.

•



Figura 2. Funções principais de uma Reserva da Biosfera

Como áreas prioritárias para o planejamento e a práxis de ações sustentadas, as Reservas da Biosfera são entendidas como centros de monitoramento, desenvolvimento de pesquisas e educação ambiental e, gerenciamento de ecossistemas, bem como centros de informação e desenvolvimento profissional. Referidos elementos de forma integrada, possibilitam e fortalecem o manejo territorial numa relação contínua de relações intersetoriais. Para tal, como estratégia para o cumprimento da gestão efetivamente sustentada, o zoneamento territorial é a ferramenta fundamental e está estruturado da seguinte forma:

Reservas da Biosfera - Zoneamento

Zona Núcleo – São constituídas por áreas legalmente protegidas (unidades de conservação de proteção integral e outras), definidas como de proteção máxima, suficientemente amplas, para assegurar os objetivos de conservação das reservas da biosfera.

Zona de Amortecimento (e Conectividade) – Estabelecidas no entorno das zonas núcleo ou entre elas, tem por objetivos minimizar os impactos negativos sobre estas e promover a qualidade de vida das populações da área, especialmente as comunidades tradicionais. Inclui UCs de uso sustentável.

Zona de Transição (e cooperação) – Área externa à zona (ou zonas) de amortecimento e núcleo voltada à monitoramento, educação ambiental e integração com o entorno da Reserva.



Figura 3. Zoneamento das Reservas da Biosfera

1. **Zonas Núcleo** – sua função é a proteção da biodiversidade. Correspondem basicamente às Unidades de Conservação de proteção integral como Parques e Estações Ecológicas.
2. **Zonas de Amortecimento** – estabelecidas no entorno das zonas núcleo, ou entre elas e têm como objetivos, minimizar os impactos negativos sobre estes núcleos e promover a qualidade de vida das populações da área, especialmente as comunidades tradicionais.
3. **Zonas de Transição** - sem limites rigidamente definidos, envolvem as zonas de amortecimento e núcleo. Destinam-se prioritariamente ao monitoramento, à educação ambiental e à integração da Reserva com o seu entorno, onde predominam áreas urbanas, agrícolas e industriais.

No Brasil, uma Reserva da Biosfera é reconhecida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) por meio da Lei 9985 de 18 de julho de 2.000 que a define como "*um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais*". Atualmente no Brasil são seis as Reservas da Biosfera envolvendo uma extensão territorial de 1.609.540 km², o que equivale 18,9% do Território Brasileiro e envolvendo parte dos seguintes biomas:

Denominação	Ano de criação	Área (km ²)
1. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica	1991 *	784.654 km ²
2. Reserva da Biosfera da Cerrado	1993 **	296.500 km ²
3. Reserva da Biosfera da Caatinga	2001	198.990 km ²
4. Reserva da Biosfera da Amazônia Central	2001	208.600 km ²
5. Reserva da Biosfera do Espinhaço	2005	30.700 km ²
6. Reserva da Biosfera do Pantanal		251.570 km ²
7. Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo	2017	18.262 km ²

Cabe ressaltar a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, foi criada em 1993 abrangendo 18.262 km² com revisão realizada em 2008 e individualizada em 2017.

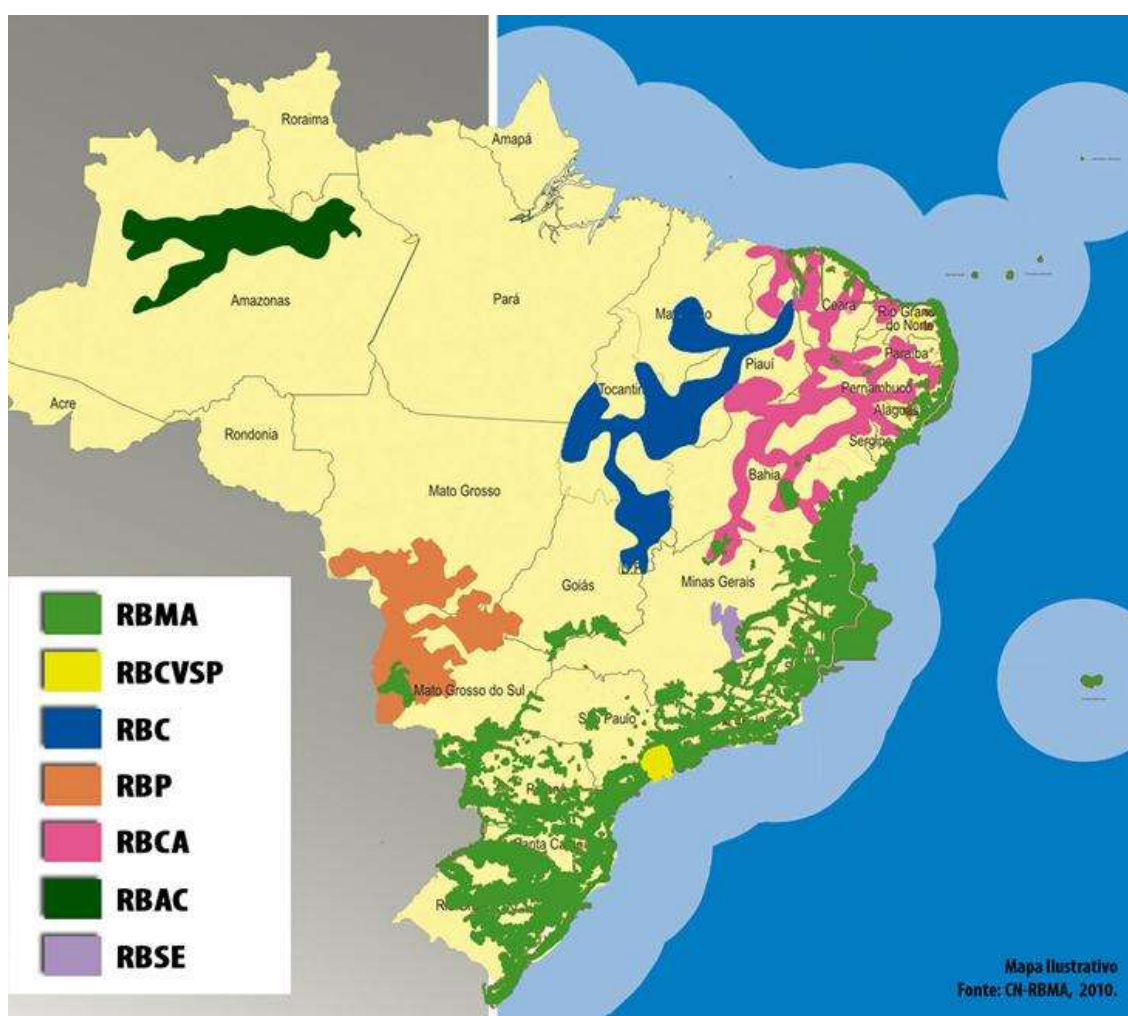


Figura 4. Distribuição das Reservas da Biosfera Brasileiras.

Para a consolidação do desenvolvimento sustentado em âmbito territorial, as regiões inseridas em uma Reserva da Biosfera, na figura de seus representantes, preveem um esforço para a elaboração e implantação de um Planejamento Estratégico Integrado, desafio contínuo dadas as extensões territoriais que as Reservas contemplam.

Nesse sentido, a necessidade do aprimoramento comunicacional entre os representantes locais/regionais (governamentais e da sociedade civil) das áreas, sítios e outros espaços geográficos envolvidos por uma Reserva da Biosfera um fator de extrema relevância. Para tal, as Reservas consideram o seguinte Sistema de Gestão:

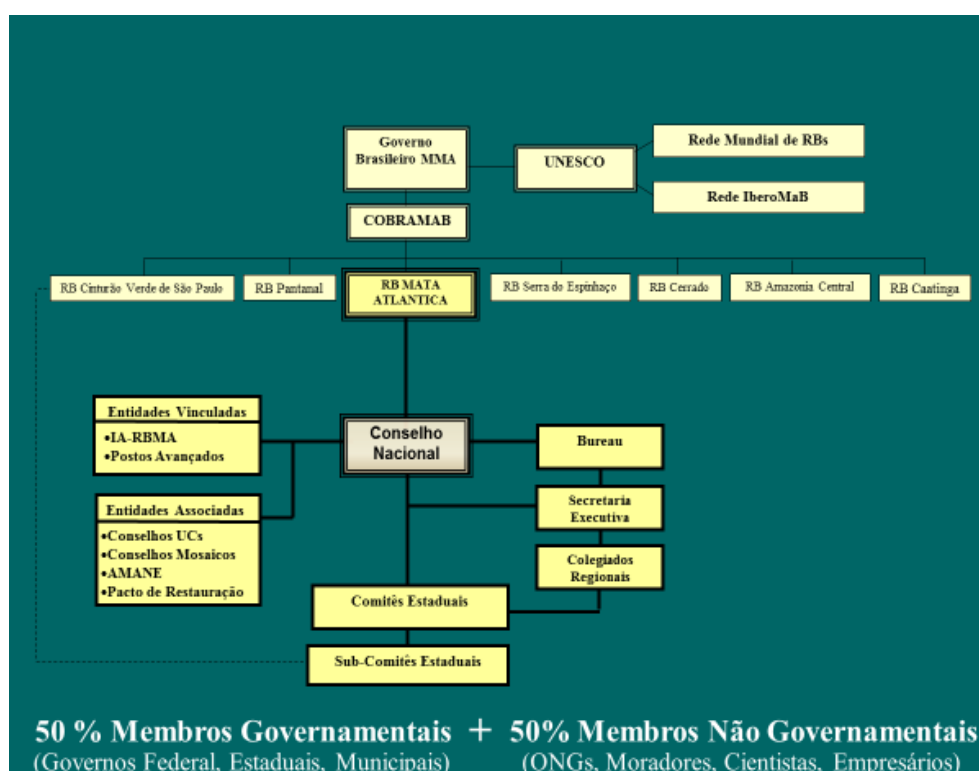


Figura 5. Exemplo de um Sistema de Gestão de Reserva da Biosfera: RB Mata Atlântica

É notório que as Reservas da Biosfera são uma estratégia para a gestão integrada de terras, águas e recursos vivos pela qual se busca promover a conservação e a utilização do ambiente de forma sustentada e de modo equitativo o delineando um enfoque ecossistêmico por meio de um sistema de gestão integrador, formando uma rede mundial que serve de instrumento para a conservação da diversidade biológica e o uso sustentado dos seus componentes colaborando diretamente para o desenvolvimento socioambiental e, fundamentalmente, de forma participativa integrando espaços geográficos com missão de mitigar os impactos nocivos aos recursos naturais e às populações.

Como instrumentos também no âmbito da comunicação, as Reservas da Biosfera incentivam o aumento no número de iniciativas na identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade contribuindo direta e indiretamente para um

maior envolvimento das instâncias governamentais na questão socioambiental facilitando os diálogos e alinhamentos mais justos entre o que é exigência legal e o bom senso na gestão dos territórios (sentido de conectividade).

As perspectivas de gestão do território das Reservas da Biosfera Brasileiras são promissoras em longo prazo, na medida em que as sociedades em seus diversos setores estabelecem mecanismos de cooperação e avanços na questão ambiental mesmo de forma desigual em função das características regionais do Brasil, os bons resultados acabam absorvidos, depreendidos, adaptados e reformulados de forma participativa.

Fontes:

- O que é uma Reserva da Biosfera. Dicionário Ambiental. ((o))eco. Rio de Janeiro, jun. 2014. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28448-o-que-e-uma-reserva-da-biosfera/>>. Acesso em: 17/08/2017.
-
- Depoimentos – Fomento à Conservação e o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: http://www.rbma.org.br/rbma/rbma_1_depoimentos4.asp. Acesso em 10/08/2017.
-
- BRASIL.MMA – Secretaria da Biodiversidade e Florestas – Departamento de Conservação da Biodiversidade. Mapeamento para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas. Brasília, 2013. P. 25 e 33, p. 137 a p. 140.
-
- Novas Reservas da Biosfera. UNESCO, 2017 disponível em: <https://en.unesco.org/news/23-new-sites-added-unesco-s-world-network-biosphere-reservesLatin America and the Caribbean | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization>

1.20 ARBORETO 500 ANOS: USO DO QR CODE PARA A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

Luis Alberto Bucci¹

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima¹

Paulo Andreetto de Muzio¹

Instituto Florestal, Rua do Horto 931, 02377-000 São Paulo SP, Brasil www.iflorestal.sp.gov.br

RESUMO

O trabalho teve como objetivo a implantação de um sistema experimental interativo que promove, aos visitantes do Arboreto 500 Anos, acesso às informações das árvores pela internet. Implantado em 2000, o Arboreto ocupa uma área de 1,0 hectare e está situado no Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL), São Paulo/SP. É composto de mais de 600 árvores de 46 espécies nativas da Mata Atlântica. Durante sua revitalização, ocorrida em 2017, foram instaladas novas placas de sinalização contendo um Quick Reponse (QR) Code para cada uma das árvores. O uso deste sistema permitiu, por meio da aplicação de uma tecnologia acessível, a disponibilização de dados científicos sobre o Arboreto (foto, nomes popular e científico, dados periódicos sobre o crescimento e quantificação do sequestro de carbono na biomassa vegetal) para um público mais amplo.

Palavras chave: arboreto, biomassa, sequestro de carbono

ABSTRACT

The aim of this paper is to report the implementation of an interactive experimental system that promotes online access to the information of the trees of Arboreto 500 Anos. The arboretum start in 2000 and occupies an area of 1.0 hectare. It is located at Alberto Löfgren State Park, São Paulo / SP. The arboretum has more than 600 trees and 46 species native to the Atlantic Rain Forest. During its revitalization, in 2017, a new sign system was implemented containing a Quick Reponse (QR) Code installed in front of each tree. This system provides scientific data (photo, popular and scientific names, periodic data on the growth and quantification of carbon sequestration in plant biomass) of the arboretum to a wider public.

Key-words: arboretum, biomass, carbon sequestration

INTRODUÇÃO

Os arboretos têm papel relevante tanto para realização de pesquisa como para conservação de espécies e educação ambiental. Um arboreto é um jardim botânico ou uma área destinada para o cultivo de uma coleção de árvores, arbustos, plantas herbáceas, medicinais, ornamentais ou outras, mantidas e ordenadas cientificamente, em geral documentadas e identificadas, e aberto ao público com as finalidades de recreação, educação e pesquisa. O Conselho Nacional do Meio Ambiente define como jardim botânico “área protegida, constituída, no seu todo ou em parte, por coleções de plantas vivas cientificamente reconhecidas, organizadas, documentadas e identificadas, com a finalidade de estudo, pesquisa e

documentação do patrimônio florístico do país, acessível ao público, no todo ou em parte, servindo à educação, à cultura, ao lazer e à conservação” (BRASIL, 2000).

O arboreto comemorativo dos 500 anos do Brasil – Arboreto 500 Anos - foi instalado em 21 de setembro de 2000, no Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL), para marcar a passagem dos cinco séculos do País e o seu ingresso no Século XXI. É composto de espécies plantadas e espécies resultantes da regeneração natural. É uma área com potencial para educação ambiental, que aliada às novas ferramentas tecnológicas pode promover a disseminação do conhecimento científico.

PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN (PEAL)

O Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL), conhecido como Horto Florestal, tem sua origem em 1896 com a desapropriação do antigo “Engenho Pedra Branca”. Foi o primeiro Horto Botânico do Estado e serviu como base para o Serviço Florestal do Estado, hoje Instituto Florestal. Em 8 de janeiro de 1993, através da Lei nº 8.212, o Parque passou a denominar-se Parque Estadual Alberto Löfgren, em homenagem ao naturalista sueco Alberto Löfgren, o seu idealizador. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o PEAL está classificado como uma Unidade de Proteção Integral (BRASIL, 2011).

Está inserido na zona núcleo da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – reconhecida pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), em 1993, como parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Apresenta atributos naturais, cênicos e históricos de grande relevância para o cenário da conservação ambiental em regiões metropolitanas, protegendo remanescentes da Mata Atlântica e fauna associada ameaçada de extinção. Abriga também arboretos de espécies nativas e exóticas de grande valor histórico e científico. Este laboratório vivo, por estar localizado na área urbana do Município de São Paulo, recebe intensa visitação pública e oferece opção de lazer, pesquisa e educação ambiental para os seus milhares de usuários. (SÃO PAULO, 2012).

O ARBORETO 500 ANOS

O Arboreto 500 Anos foi implantado pelo Instituto Florestal no ano de 2000, com o propósito de celebrar a entrada do novo milênio e os 500 anos do descobrimento do Brasil. Está localizado dentro da área do Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo/SP (Figura 1).



Figura 1. Entrada do Arboreto 500 Anos, localizado no PEAL, SP, revitalizado em 2017.

Foto: José Senhorinho

O Arboreto 500 Anos ocupa uma área de 1,0 hectare, com plantios à época de sua implantação (ano 2000), de 24 espécies nativas, além da cerejeira do Himalaia, totalizando 500 mudas. Possui uma trilha de aproximadamente 350 metros que percorre parcialmente o Arboreto, fazendo parte do roteiro de educação ambiental do PEAL. A área do Arboreto foi escolhida em função de seu potencial para recuperação de áreas alteradas e de fomento ao programa de educação ambiental do Instituto Florestal (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Vista aérea da área onde foi implantado o Arboreto 500 Anos no ano de 2000, que era utilizada para descarte de resíduos. Foto: João Batista Baitello



Figura 3. Vista aérea do Arboreto em 2011, com as cerejeiras em flor, que foram substituídas por espécies frutíferas da Mata Atlântica. Foto: João Batista Baitello

Em 2017 o Arboreto foi revitalizado mediante replantios e acréscimo de mais 100 árvores e substituição das cerejeiras por espécies frutíferas da Mata Atlântica, totalizando 46 espécies.

A partir do levantamento de campo realizado entre 2016/2017, os dados botânicos de cada indivíduo foram validados, bem como foi avaliada a condição fitossanitária, com substituição de indivíduos. Foi igualmente avaliada a trilha e o sistema sinalização (placas e suporte) existentes no local (Figuras 4 e 5).



Figura 4. Levantamento de campo abrangendo avaliação botânica e de sinalização.

Foto: José Senhorinho



Figura 5. Aspectos das antigas placas de sinalização que foram substituídas. Foto: Lucas Leão

Foram realizados registros fotográficos de todos os indivíduos para compor um banco de dados integrado (Figura 6), incluindo informações como DAP, altura e quantificação de carbono. Esse trabalho possibilitou estimar que, em 2016, o Arboreto tenha sequestrado 100 toneladas de CO₂. Os trabalhos de campo possibilitaram, ainda, a revitalização do sistema de identificação dos indivíduos, sendo que mais de 600 árvores receberam QRCode.



Figura 6. Exemplos dos registros fotográficos que compõem o banco de dados das espécies do Arboreto.

Fotos: José Senhorinho

TECNOLOGIA PARA A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

No modelo elaborado por Vogt (2011) para analisar a cultura científica, a produção, a difusão, o ensino e a divulgação do conhecimento são as etapas imprescindíveis para o desenvolvimento de um processo que prevê a participação da cidadania no processo dinâmico da ciência e de suas relações com a sociedade. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) inseriu há alguns anos no Currículo Lattes, a possibilidade do pesquisador indicar os trabalhos que sejam de educação e popularização da ciência. Segundo Beirão (2012), uma das razões do CNPq valorizar a divulgação é pela importância de se

disseminar a cultura científica na população, o que é importante para a formação do cidadão e sua participação na tomada de decisão referente a questões pertinentes à sociedade e que tenham um embasamento científico. Atualmente o Currículo Lattes possibilita a inserção de vídeos que estão no YouTube e links para redes sociais ou blogs. O objetivo é estimular que pesquisadores transmitam informações de qualidade em todos os níveis. De acordo com Camargo (2015) o conhecimento científico só será difundido com o desenvolvimento de materiais e suportes acessíveis para a sociedade como um todo.

Segundo Castells (1999), vivemos pela primeira vez na história uma transformação tecnológica em que há a integração dos vários modos de comunicação em uma rede interativa, integrando, em um mesmo sistema, as modalidades escrita, oral e audiovisual. Para Takaki (2008) o meio digital provocou mudanças e desestruturou o paradigma tradicional de produção e disseminação do conhecimento. Manovich (2001) afirma que a computação redefiniu as formas culturais existentes. Para ele, há uma mudança do “rearranjar da realidade para o rearranjar das imagens da realidade”, o que demonstra novos modos de produzir cultura e gerar conhecimentos.

Lankshear & Snyder (2000) chamam a atenção para a necessidade de ampliar a consciência sobre a relação entre tecnologia e educação. Advertem que as rápidas mudanças tecnológicas, que pedem que as pessoas reimaginem-se ou reinventem-se em suas instituições, concomitantemente requerem novos modos de pensar, aceitando formas de letramento, conteúdos e aprendizados reimaginados ou reinventados.

O USO DO QR CODE NO ARBORETO

Para criar um ambiente tecnológico e interativo (OKADA e SOUZA, 2011), de modo que pudesse cativar e atrair os visitantes, especialmente o público mais jovem, foram instaladas novas placas de sinalização contendo um QR Code, que significa “Quick Response” (Resposta Rápida), para cada uma das 603 árvores (Figura 7). Cada árvore recebeu um número quando de seu plantio, que foi devidamente localizado em mapa da área de estudo.



Figura 7. Características da nova placa em alumínio e suporte em madeira de eucalipto. Foto: Leni Lima

Os dados de altura, DAP, CO₂ sequestrado (em kg) para os anos de 2003, 2009 e 2016 e imagem de cada indivíduo em 2017 foram sistematizados em uma ficha (Figura 8), com o respectivo número de cada indivíduo, seu nome popular e científico (BUCCI, 2014). Esta ficha foi salva como imagem JPG e, por meio da plataforma Wordpress®, foi disponibilizada para acesso público na Internet. Em paralelo, por meio de um sistema gerador disponível na Internet, o aplicativo QR Code Generator, foi criado cada um dos códigos QR para as fichas de identificação de cada árvore.

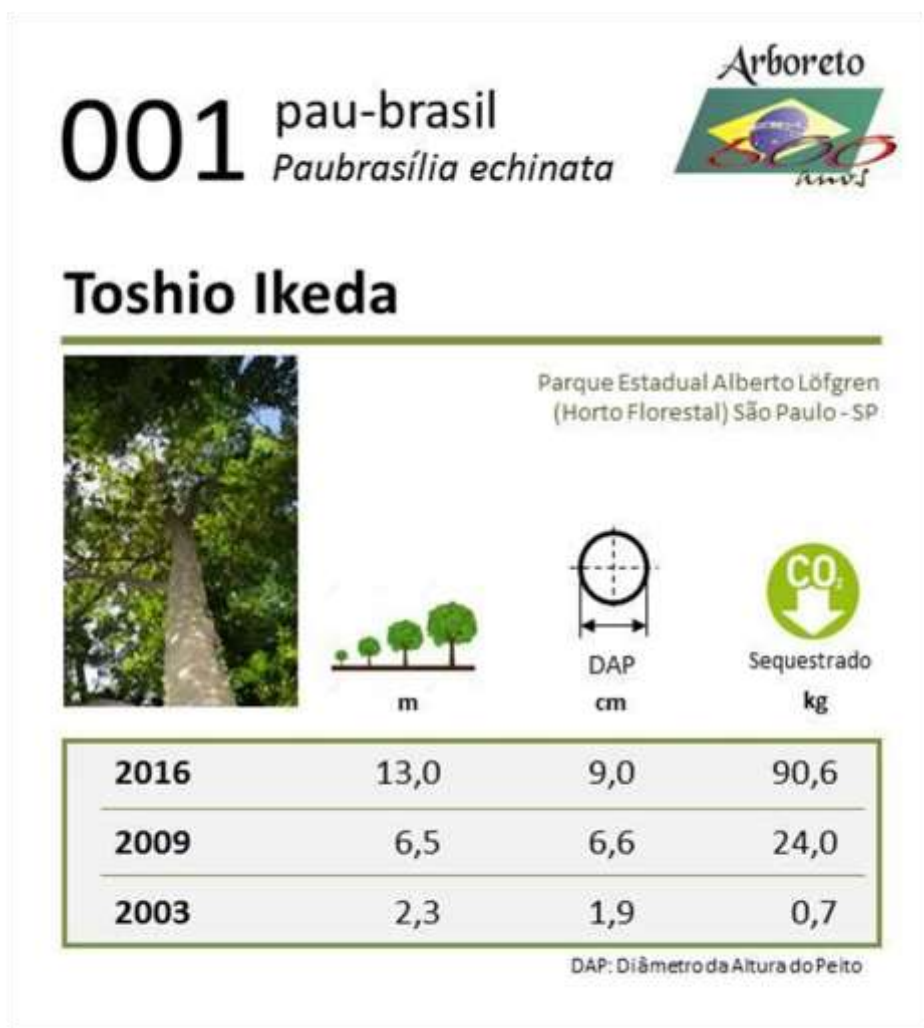


Figura 8. Modelo da ficha de identificação de cada árvore

Estes códigos, juntamente com o número da árvore e seu nome científico e popular foram impressos em placas de alumínio fixadas em troncos de madeira de eucalipto tratado, próximo de sua respectiva árvore. Ao fazer a leitura através de câmeras de smartphone ou tablet que contenham aplicativo de decodificação, os conteúdos completos vinculados: foto, nomes popular e científico, dados periódicos sobre o crescimento (medições de Diâmetro Altura do Peito - DAP e altura) e quantificação do sequestro de carbono na biomassa vegetal de cada árvore são exibidos (Figura 9).

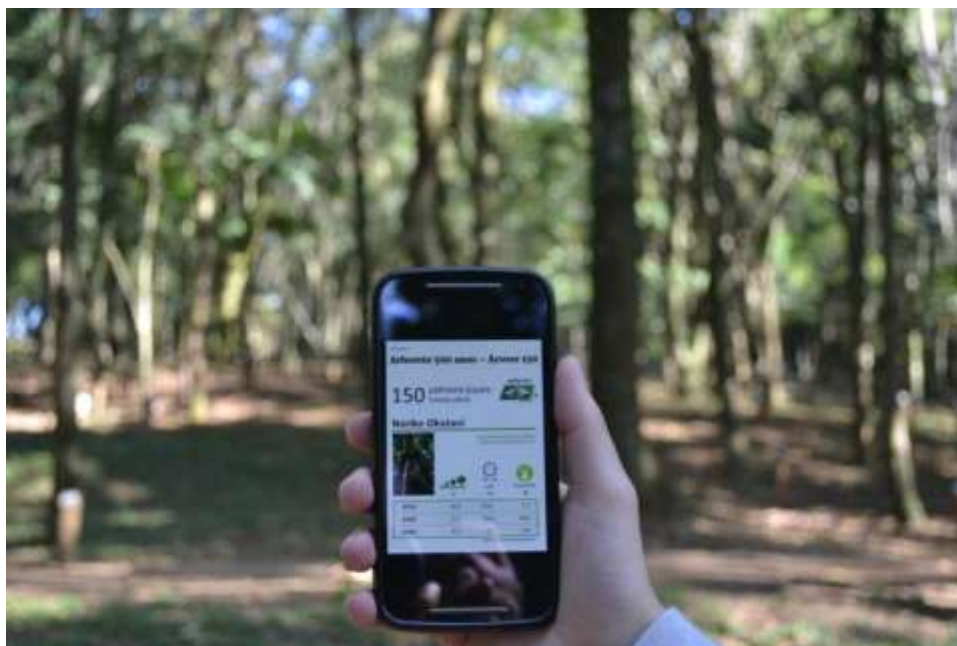


Figura 9. Visitante utiliza smartphone para visualização dos dados das árvores do Arboreto 500 Anos.

Foto: José Senhorinho

CONCLUSÕES

Esse trabalho teve por objetivo a implantação de um sistema experimental interativo que promove, aos visitantes do Arboreto 500 Anos, acesso às informações das árvores pela Internet. O uso deste sistema mostrou-se instrumento alternativo para a popularização da ciência, ao mesmo tempo em que se configura em uma ferramenta ampla para trabalhos de educação ambiental.

Para que o visitante consiga acessar os dados, é necessário que vá a campo. As informações sobre cada espécie plantada só poderão ser obtidas nas placas de identificação das árvores. A ideia é trazer as pessoas ao Parque, estimular o contato com a natureza e ao mesmo tempo expandir a experiência, transmitindo conhecimento com o auxílio da tecnologia.

Seu custo de implantação é baixo, as ferramentas de tecnologia da informação necessárias são gratuitas e sua aplicação se dá de forma ativa, já que o usuário é estimulado a participar do processo de construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEIRÃO, P. S. L. O esforço dos cientistas para se aproximarem da sociedade. IF notícias, São Paulo, nº 13, p. 5, 2012.

BUCCI, L. A. 2014. Estoque de carbono na biomassa do Arboreto Comemorativo dos 500 Anos do Brasil. In Memórias da Abjica: 30 anos de história. Patrícia de La Sala [et al] org. São Paulo: Instituto Florestal. 2014. pg. 74-87.

CAMARGO, V. R. T. Dialogando com a ciência: ações, atuações e perspectivas na divulgação científica e cultural. *Comunicação e Sociedade*, v. 37, p. 43-71, 2015.

CASTELLS, M. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

LANKSHEAR, C. & SNYDER, I. *Teachers and Technoliteracy, managing literacy, technology and learning in schools*. St Leonards: Allen & Unwin, 2000.

MANOVICH, L. *The Language of New Media*. Cambridge, Massachusetts and London: The MIT Press, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2000 Resolução Conama 266/2000. Regulamenta a criação de jardins botânicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res26600.html>. Acesso em: 22 ago. 2017.

OKADA, S. I.; SOUZA, E. M. S. Estratégias de Marketing Digital na Era da Busca. *Revista Brasileira de Marketing*, v. 10, n. 1, p. 46-72, 2011.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal. Parque Estadual Alberto Löfgren: Plano de Manejo. São Paulo: Instituto Florestal, 2012, 710p.

TAKAKI, N. H. *Letramentos na sociedade digital: navegar é e não é preciso*. 2008. Tese (Doutorado em Estudos Lingüísticos e Literários em Inglês) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8147/tde-05022009-113813/>. Acesso em: 2016-08-20.

VOGT, C. A.. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding of Science (Print)*. v. 1, p. 1-13, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76p.

1.21 ESTOCAGEM DE CARBONO NO SOLO DO “ARBORETO 500 ANOS”: PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖEFGREN

Edgar Fernando de LUCA

Luis Alberto BUCCI

Elaine Aparecida RODRIGUES

Pesquisador Científico - Instituto Florestal / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Rua do Horto, 931. CEP 02377-000, São Paulo, SP, Brasil. (efluca@gmail.com).

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a estocagem de carbono no solo do Arboreto Comemorativo dos 500 anos do Brasil (ARBORETO 500 anos), instalado no Parque Estadual Alberto Löefgren, sede do Instituto Florestal – São Paulo. Visando melhor conhecer a distribuição espacial do carbono edáfico a área foi imaginariamente dividida em três terços: superior, intermediário e inferior. Para atingir o objetivo proposto determinou-se a densidade aparente e a análise do teor de carbono do solo nas camadas 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Não houve variação significativa quanto à densidade do solo entre terços, na mesma profundidade; ou entre profundidades, no mesmo terço. As densidades médias (g cm⁻³) foram: 0-10 cm = 1,19; 10-20 cm = 1,26 e 20-40 = 1,26. Enquanto que em relação à estocagem de carbono houve variação espacial entre os terços considerados. Na camada 0-10 cm a estocagem foi maior no terço superior, e o terço intermediário teve menor estocagem em relação aos terços superior e inferior nas camadas 20-40 cm e 0-40 cm. Os estoques médios de carbono (Mg ha⁻¹, Mg = tonelada) foram: 0-10 cm = 93,3; 10-20 cm = 85,9; 20-40 cm = 181,1 e 0-40 cm = 371,4. Concluiu-se que a quantidade de carbono estocada numa camada de 10 cm de solo no ARBORETO 500 anos é equivalente às estimativas de quantidades de carbono estocado pela vegetação de reflorestamentos maduros com espécies nativas de matas ciliares (95 Mg ha⁻¹) ou com Eucalyptus de alta produtividade (82,5 Mg ha⁻¹).

PALAVRAS-CHAVE: reflorestamento, matéria orgânica do solo, densidade aparente do solo.

INTRODUÇÃO

O Arboreto comemorativo aos 500 Anos do Descobrimento do Brasil (ARBORETO 500 anos) foi instalado em 21 de setembro de 2000 no Parque Estadual Alberto Löfgren. Foram plantadas 500 mudas de espécies florestais nativas do Brasil, além da condução por regeneração natural de outras já existentes, totalizando 50 espécies. Trata-se de um manejo de recuperação de área degradada, uma vez que o solo local estava tomado por detritos diversos.

O objetivo do estudo foi determinar a estocagem de carbono no solo em camadas até a profundidade 40 cm.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é de aproximadamente um hectare e apresenta relevo plano, com declividade >3%. Foi imaginariamente dividida em terços: superior, intermediário e inferior, sendo que em cada um desses terços foram coletadas amostras de terra nas camadas 0-10, 10-20 e 20-40 cm, de duas formas: amostras soltas, para determinação do teor de carbono e amostras indeformadas, para determinação da densidade aparente do solo.

As amostras soltas foram coletadas com trado holandês, formando uma amostra composta por seis sub-amostras em cada terço e camada. As amostras indeformadas foram coletadas em anel volumétrico, utilizando trado Uhland, em três repetições para cada terço e camada.

As amostras indeformadas foram secas ao ar para posterior determinação da densidade aparente do solo – Da, conforme: $Da = \text{massa solo} / \text{volume anel}$. As amostras de terra solta foram secas ao ar e posteriormente peneiradas em malha 2,0 mm, formando a Terra Fina Seca ao Ar - TFSA. Após a secagem foi realizada a catação manual de resíduos vegetais. O teor de carbono foi determinado pelo método de via úmida – oxidação da matéria orgânica em meio ácido (WALKLEY & BLACK, 1934).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve variação significativa quanto a Da entre terços, na mesma camada; ou entre camadas, no mesmo terço. Considerando todas as situações a amplitude das densidades foi 1,16-1,34 g cm⁻³. As médias entre terços para cada camada (g cm⁻³) foram: 0-10 cm = 1,19; 10-20 cm = 1,26 e 20-40 = 1,26 (Quadro 1). Esses resultados foram considerados normais, estando dentro das faixas de densidade para os solos mais comuns do estado de São Paulo.

Quadro 1. Densidade aparente (g cm⁻³) do solo no ARBORETO 500 anos.

Camada de solo (cm)	Densidade aparente do solo – Da (g cm ⁻³)		
	terço de amostragem		
	superior	intermediário	inferior
00 - 10	1,16 Aa	1,18 Aa	1,23 Aa
10 - 20	1,28 Aa	1,19 Aa	1,31 Aa
20 - 40	1,27 Aa	1,18 Aa	1,34 Aa

Valores seguidos de letras iguais não diferiram entre si pelo teste de média (Tukey 5%). Maiúsculas entre terços, na mesma camada. Minúsculas entre camadas no mesmo terço.

Houve variação espacial significativa em relação a estocagem de carbono entre os terços considerados. Na camada 0-10 cm a estocagem foi maior no terço superior; e o terço intermediário teve menor estocagem em relação aos terços superior e inferior nas camadas 20-40 cm e 0-40 cm. Os estoques médios de carbono (Mg ha⁻¹, Mg =

tonelada) foram: 0-10 cm = 93,3; 10-20 cm = 85,9; 20-40 cm = 181,1 e 0-40 cm = 371,4 (Quadro 2).

Quadro 2. Estoque de carbono (Mg ha⁻¹) do solo no ARBORETO 500 anos.

Camada de solo (cm)	Estoque de carbono (Mg ha ⁻¹) do solo		
	terço de amostragem		
	superior	intermediário	inferior
00 - 10	111,0 Ac	80,1 Bc	88,7 Bc
10 - 20	82,2 Ad	97,5 Ac	77,9 Ac
20 - 40	192,0 Ab	140,1 Bb	211,2 Ab
00 - 40	385,2 Aa	317,8 Ba	411,1 Aa

Valores seguidos de letras iguais não diferiram entre si pelo teste de média (Tukey 5%). Maiúsculas entre terços, na mesma camada. Minúsculas entre camadas no mesmo terço.

Esses valores são altos, comparados aos normalmente encontrados em solos sob outros tipos de vegetação, sejam elas florestas nativas, plantadas ou áreas agrícolas. Tais valores elevados de estoque de carbono ocorreram devido ao alto teor de matéria orgânica do solo (10-16%); superiores, inclusive, a solos considerados orgânicos.

Os elevados teores de matéria orgânica encontrados provavelmente são devidos ao histórico de ocupação da área, que provavelmente recebeu adição de resíduos orgânicos durante anos, e não devem ser considerados como resultantes do processo de reflorestamento realizado para a formação do ARBORETO 500 anos.

Como consequência do processo histórico de despejo de resíduos orgânicos a matéria orgânica do solo elevou-se além dos valores usuais para solos minerais, e até mesmo em relação a solos orgânicos. Dessa forma, a quantidade de carbono estocada numa camada de 10 cm de solo no ARBORETO é equivalente às estimativas de quantidades de carbono estocado pela vegetação de reflorestamentos maduros com espécies nativas de matas ciliares – 95 Mg ha⁻¹ (MARTINS, 2005) ou com Eucalyptus de alta produtividade – 82 Mg ha⁻¹.

CONCLUSÃO

O manejo inadequado de despejo de resíduos de natureza diversa, inclusive materiais orgânicos, ao longo de muitos anos, resultou na formação de um solo com elevado teor de matéria orgânica, cujos valores estão acima daqueles sob mata nativa, floresta plantada ou uso agrícola. Entretanto, isso não foi fator impeditivo para o sucesso da implantação do ARBORETO 500 anos, uma vez que esta ação de recuperação de área degradada proporcionou a formação de um bosque saudável, com desenvolvimento de diversas espécies arbóreas até seu estágio adulto.

REFERÊNCIAS

MARTINS, O.S. Determinação do potencial de sequestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP. Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005. 136 p.

WALKLEY, A. & BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci., 37:29-38, 1934.

1.22 A PAISAGEM E O RECURSO HÍDRICO

Prof.^a Dr.^a Teresa Cristina Tarlé Pissarra

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Univ Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, Departamento de Engenharia Rural.

O termo “paisagem” está relacionado à percepção que o indivíduo adquire sobre o espaço geográfico, em uma organização e interpretação dos estímulos que foram recebidos pelos sentidos e que possibilitam identificar certos objetos e acontecimentos, no conjunto de componentes naturais ou não (Figura 1).

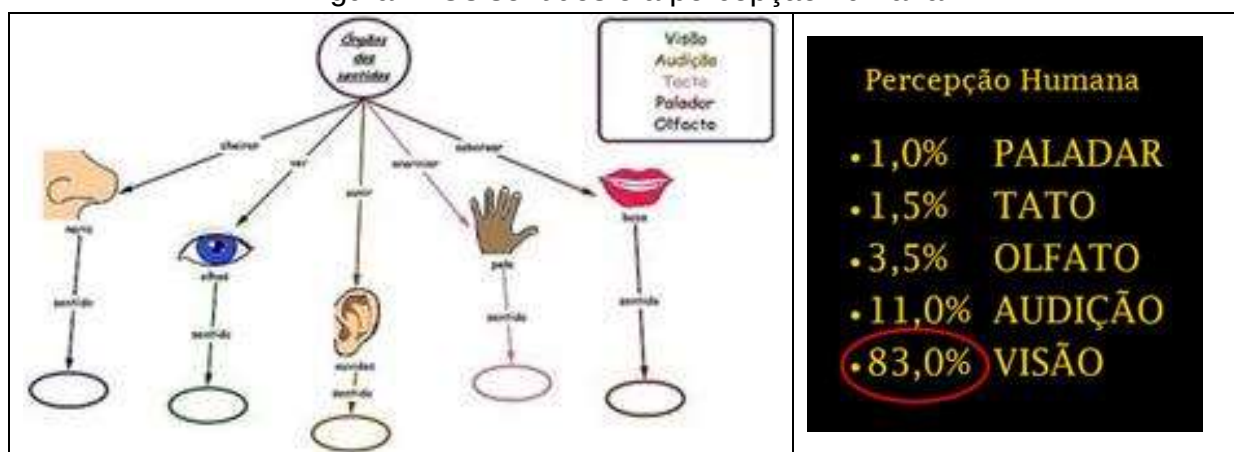
Figura 1. Paisagem: espaço geográfico dos elementos naturais ou antrópicos.



Fonte: Imagem do autor.

O conjunto destes componentes, de um espaço externo, pode ser apreendido pelos sentidos dos seres vivos (Figura 2).

Figura 2. Os sentidos e a percepção humana.



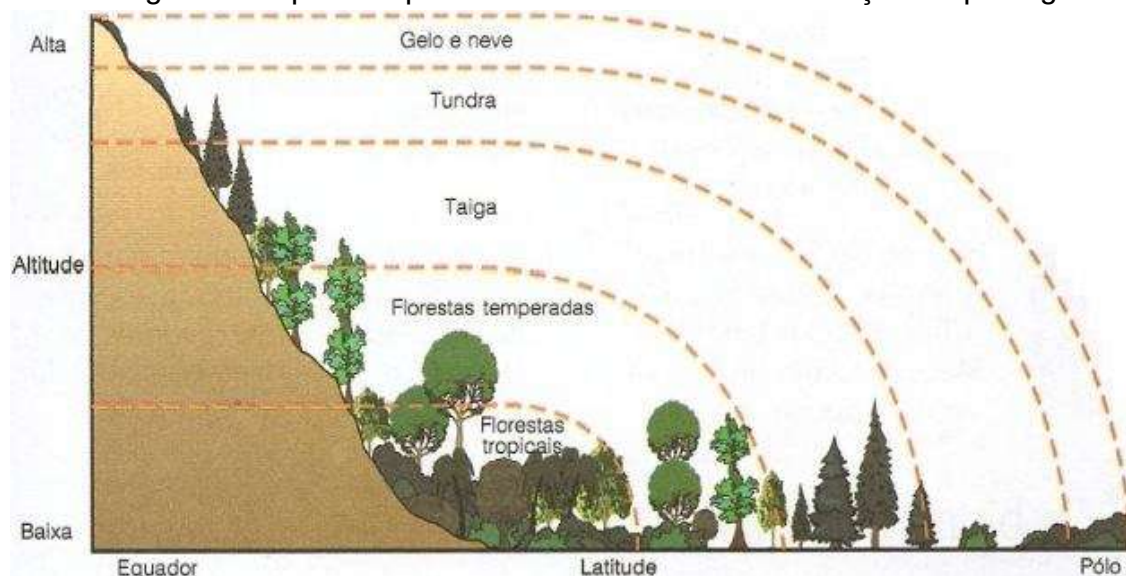
Fonte: orgaos-sensoriais-humanos. <https://www.resumoescolar.com.br/biologia>.

A percepção tem duas etapas, a sensorial e a intelectual. Na análise da paisagem, as duas se complementam, e o indivíduo em sua forma de observar minuciosamente o ambiente consegue realizar um estudo detalhado sobre o que percebe, e descreve a situação na qual está envolvido. A percepção em que o espírito capta de forma intuitiva os estímulos exteriores também exerce influência na descrição das características da superfície terrestre, em sua geomorfologia integrada aos elementos naturais ou antrópicos.

As principais características são definidas pelos elementos físicos da paisagem natural na composição da natureza e da paisagem cultural formada pelo sistema edificado realizado pelo homem, também conhecida como paisagem antrópica, onde a interferência dos seres humanos no ambiente é intensificada.

Os aspectos naturais se desenvolvem de acordo com a posição geográfica de parte da superfície terrestre, e são definidos em suas biodiversidades, que irão conformar a paisagem. Dentre os aspectos que exercem influências, ressaltam-se a altitude, o clima e a localização geográfica em suas latitudes e longitudes (Figura 3), os quais definem a paisagem natural, formada ao longo de milhares de ano em zonas específicas classificadas pelo relevo, clima, flora e fauna.

Figura 3. Aspectos que exercem influência na formação da paisagem.



Fonte: Imagem: <http://www.coladaweb.com/biologia/ecologia/biomas-terrestres>

A altitude é a distância vertical medida entre a linha imaginária considerada como o nível médio dos mares e um determinado ponto localizado na superfície terrestre. A altitude e os elementos atmosféricos diversos que ocorrem na atmosfera da Terra são mensurados no local (região específica que ocorrem os biomas terrestres). Por exemplo, a altitude e a temperatura são grandezas inversamente proporcionais, pois quando a altitude aumenta, a temperatura ambiente diminui aproximadamente 1 grau Celsius. E, em cada ambiente que a temperatura média exerce uma influência específica ocorre o desenvolvimento de espécies vegetais e animais específicos daquela região.

A Terra, em sua dimensão, é representada por figuras geométricas que facilitam a descrição quantitativa da paisagem. A figura pode ser considerada esférica, com um ligeiro achatamento nos polos ou na forma geométrica definida por uma elipse, onde se pode obter a medida da distância vertical entre um ponto da superfície terrestre e o nível médio dos mares, a qual é conhecida como altitude absoluta. E, a distância vertical de um ponto na superfície em relação a outro ponto é determinada como a altitude relativa. Como exemplo, a distância entre o pico de uma montanha e o nível médio dos mares, e a distância entre o divisor topográfico e o ponto de foz de uma bacia hidrográfica, respectivamente.

O relevo é a primeira etapa a ser analisada na paisagem. Com base em classificações e como dado primário, utiliza-se a classificação da declividade das formas de relevo. Na padronização das variáveis a serem medidas, é necessário selecionar as classes. Assim, é importante ter referências e seguir os valores levantados por técnicas científicas. Como exemplo, adotam-se como referência os trabalhos realizados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, conforme segue:

Plano: 0 a 3%, Suave ondulado: 3 a 8%, Ondulado: 8 a 20%, Forte ondulado: 20 a 45%, Montanhoso: 45 a 75% e Escarpado: > 75%).

Além do relevo, o clima exerce influência significativa na formação da paisagem. O termo “clima” é num sentido restrito é geralmente definido pelo IPCC (2007) como o “tempo meteorológico médio”, ou mais precisamente, como a descrição estatística de quantidades relevantes de mudanças do tempo meteorológico num período de tempo, que vai de meses a milhões de anos. O período de tempo decorrido desde o instante em que foi iniciada a coleta de dados deverá ser o mais efetivo possível para medir o fenômeno climático. O período considerado clássico na comunidade científica é de, no mínimo, 30 anos - definido pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Essas quantidades são geralmente variações de superfície como temperatura, precipitação e velocidade do vento, entre outras. O clima num sentido mais amplo é o estado, incluindo as descrições estatísticas do sistema global (IPCC, 2007).

A flora compreende um mosaico de vários tipos de vegetação e os fatores ambientais influenciam na distribuição fitofisionômica da paisagem natural.

A fauna é o conjunto de animais que estão agrupados em uma determinada região ou que são característicos de algum período geológico da Terra.

Estes elementos – relevo, clima, flora e fauna – exercem influência para a alta diversidade de ambientes no espaço geográfico, que formam as zonas ambientais que definem os ecossistemas e refletem uma elevada riqueza de espécies vegetais e animais, que se diferenciam em seus múltiplos aspectos. Na paisagem, as causas e as relações físicas entre os diferentes efeitos ocasionam os fenômenos da natureza e os aspectos da flora e fauna.

Cada espaço é formado por zonas na percepção humana que são conformados em ambientes onde os ecossistemas são desenvolvidos no conjunto de suas características físicas, químicas e biológicas que influenciam a existência de uma espécie animal ou vegetal.

Os ecossistemas são comunidades de organismos que interagem entre si e com o meio ambiente em que vivem. É formado pelas interações entre componentes bióticos e abióticos em suas transferências de energia (Figura 4), e por extensões variadas.

Figura 4. Ambientes terrestres.

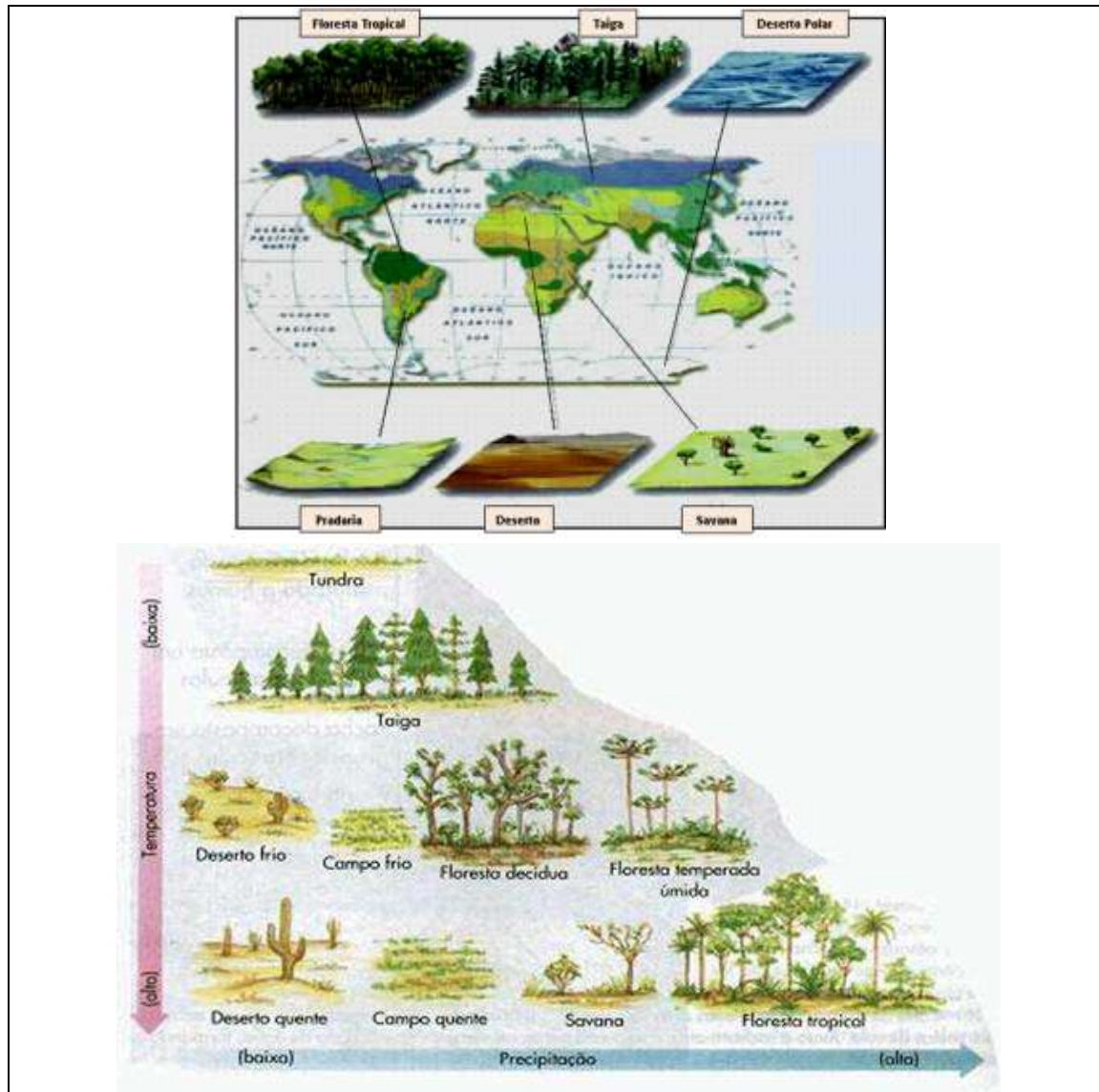


Fonte: Imagens do autor.

O bioma, na definição do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é “um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria”.

A superfície da paisagem é formada por um complexo de ecossistemas com características homogêneas, que formam os biomas. A figura abaixo representa os principais biomas terrestres organizados em relação à altitude, o clima (temperatura e precipitação etc.) e à localização geográfica em suas latitudes e longitudes.

Figura 5. Biomas terrestres.



Fonte: Livros de Geografia do Ensino Médio. (Amabis, 1999).

Os biomas brasileiros são destacados na Figura 6.

Figura 6. Biomas Brasileiros.



Fonte: IBGE, Atlas Geográfico Escolar: Ensino Fundamental - do 6º ao 9º ano

De acordo com os dados do IBGE, 28% da área total da Terra englobam animais e a vegetação existente em um dado clima. A forma da paisagem é desenvolvida no relevo de acordo com as leis que determinam a gênese e a evolução do terreno. Os seres humanos ocupam o espaço e utilizam os recursos naturais, alterando a sua forma para satisfazer as suas necessidades. As mudanças antrópicas caracterizam uma presença social e cultural no espaço. Cada ambiente reflete o modo de vida do ser e revela a identidade local, regional, nacional e internacional, na divisão territorial da gestão política administrativa do espaço físico.

A conformação geomorfológica define a paisagem natural e o desenvolvimento socioeconômico indica o hábito da sociedade local, no cenário da paisagem em constante evolução dinâmica que é o reflexo da vida das pessoas. A paisagem pode variar em diversos usos e ocupações do solo. Na superfície terrestre tem uma vasta gama de paisagens, e a atividade de modificar as características visíveis de uma área de terra é referida como paisagismo nas áreas urbanas e rurais.

As formas de uso do solo interferem na paisagem. No espaço geográfico, os seres humanos desenvolvem as suas atividades, e os efeitos causados na paisagem natural dependem das práticas de gestão da implantação destas atividades. Cada empreendimento causa um impacto sobre os ecossistemas e recursos naturais, incluindo a água e o solo.

Para o planejamento adequado no que tange à implantação do sistema de produção para o desenvolvimento das atividades antrópicas, é necessário estudar o passado para compreender o presente e projetar um futuro que minimize o impacto negativo no espaço geográfico natural (Figura 7). A análise das formas do relevo busca compreender os processos pretéritos e atuais para desenvolver um planejamento e aplicar práticas de manejo conservacionistas e preservacionistas.

Figura 7. Formas de uso do solo na propriedade.

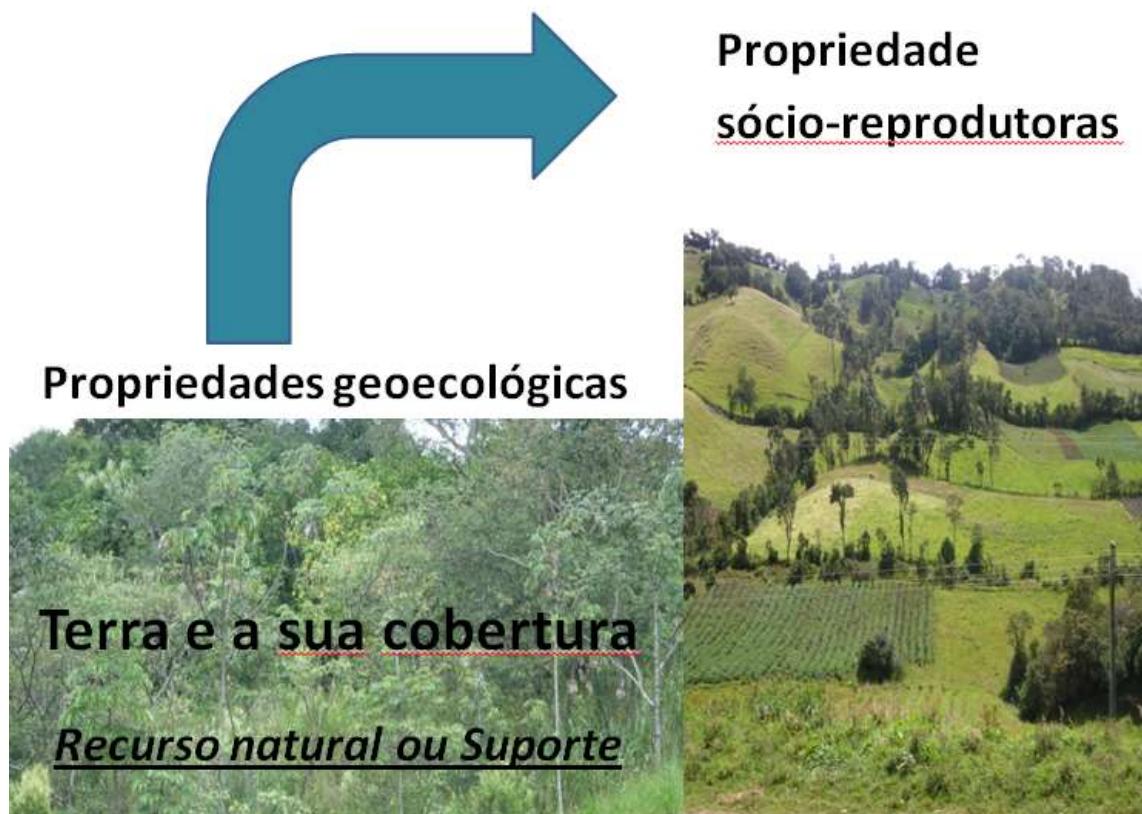


Fonte: Imagens do autor.

Na referência constitucional brasileira, a propriedade tem uma concepção social de propriedade privada, reforçada pela existência de um conjunto de obrigações para com os interesses da coletividade, visando também à finalidade ou utilidade social que cada categoria de bens objeto do domínio deve cumprir. A informação sobre o uso da terra pode ser usada para desenvolver soluções para a gestão de problemas relacionados aos recursos naturais em cada propriedade.

Na transformação da paisagem natural em paisagem antrópica, a Terra e sua cobertura se conformam em um recurso natural que suportam uma transformação. A propriedade passa a ser sócio-reprodutora (Figura 8).

Figura 8. Transformação da propriedade geoecológica em sócio-reprodutora.



Fonte: Imagens do autor.

Ao analisar as formas do relevo e da propriedade, deve-se considerar a apropriação racional do meio, e a terra como recurso ou suporte, considerando a conversão das propriedades geoeológicas em sócio-reprodutoras (Kügler, 1976). As funções sócio-reprodutoras apresentam o suporte e o recurso do homem e as atividades são incorporadas e sistematizadas pelos movimentos tectônicos (endógenas) e mecanismos morfoclimáticos (exógenos), responsáveis pelas formas resultantes da paisagem (Cassetti, 2017).

No estudo do relevo, Ab'Saber (1969) considera três níveis de abordagem sistematizadas na paisagem: 1) da compartimentação morfológica, 2) do levantamento da estrutura superficial e 3) do estudo da fisiologia da paisagem.

A compartimentação morfológica se refere aos diferentes níveis topográficos e características do relevo, e define os graus de risco que uma área possui, oferecendo subsídios ou recomendações quanto à forma de ocupação e uso (Figura 9).

Figura 9. Compartimentação morfológica.

Compartimentação morfológica

observações relativas aos diferentes níveis
topográficos e características do relevo

Quais os ***diferentes graus de
risco que uma área possui***

***Qual a forma de ocupação e
uso***



Fonte: Imagem do autor.

A estrutura superficial, ou depósitos correlativos, indica o grau de fragilidade do terreno, sendo responsável pelo entendimento histórico da sua evolução que ocorre em condições climáticas e aos movimentos tectônicos na conformação geomorfológica (Figura 10).]

Figura 10. Estrutura superficial.

Estrutura superficial

- grau de fragilidade do terreno
- histórico da sua evolução



Fonte: Imagem do autor.

A fisiologia da paisagem, terceiro nível de abordagem, tem por objetivo compreender a ação dos processos morfodinâmicos atuais, inserindo-se na análise o homem como sujeito modificador (Cassetti, 2017) (Figura 11).

Figura 11. Fisiologia da paisagem.

Fisiologia da paisagem

Compreender a **ação dos processos** morfodinâmicos atuais, inserindo-se na análise o **homem - como sujeito modificador.**

A **presença humana** normalmente tem respondido pela **aceleração dos processos** morfogenéticos, como as formações denominadas de **tectogênicas**, abreviando a atividade evolutiva do modelado



Homem na cena da natureza.

A natureza de uma parte, cujas condições e recursos impõem ao homem o esquema de seu destino"

Fonte: Imagem do autor.

A análise da conformação da paisagem considera o estudo científico da origem e da evolução das principais características do ecossistema determinadas por processos físicos ou químicos que atuam na superfície da Terra. É necessário compreender as paisagens na sua história e na dinâmica de suas formas, no intuito de prever mudanças em uma combinação de observações de campo, experiências físicas e modelagem numérica.

A superfície da Terra é modificada por uma combinação de processos que esculpem as paisagens, que compreendem a ação da água, do vento, do gelo, do fogo e dos seres vivos, juntamente com as reações químicas que formam os solos e alteram as propriedades do material, a estabilidade e a taxa de mudança de topografia sob a força da gravidade, e outros fatores, como (no passado muito recente) a intensa alteração humana da paisagem.

A presença humana acelera os processos de modificação da paisagem, abreviando a atividade evolutiva do modelado. Ao modificar a cobertura vegetal natural, altera-se de forma substancial as relações entre as forças de ação (processos morfogenéticos ou morfodinâmicos) e de reação da formação superficial, gerando desequilíbrios morfológicos ou impactos geoambientais, chegando aos impactos negativos ou positivos.

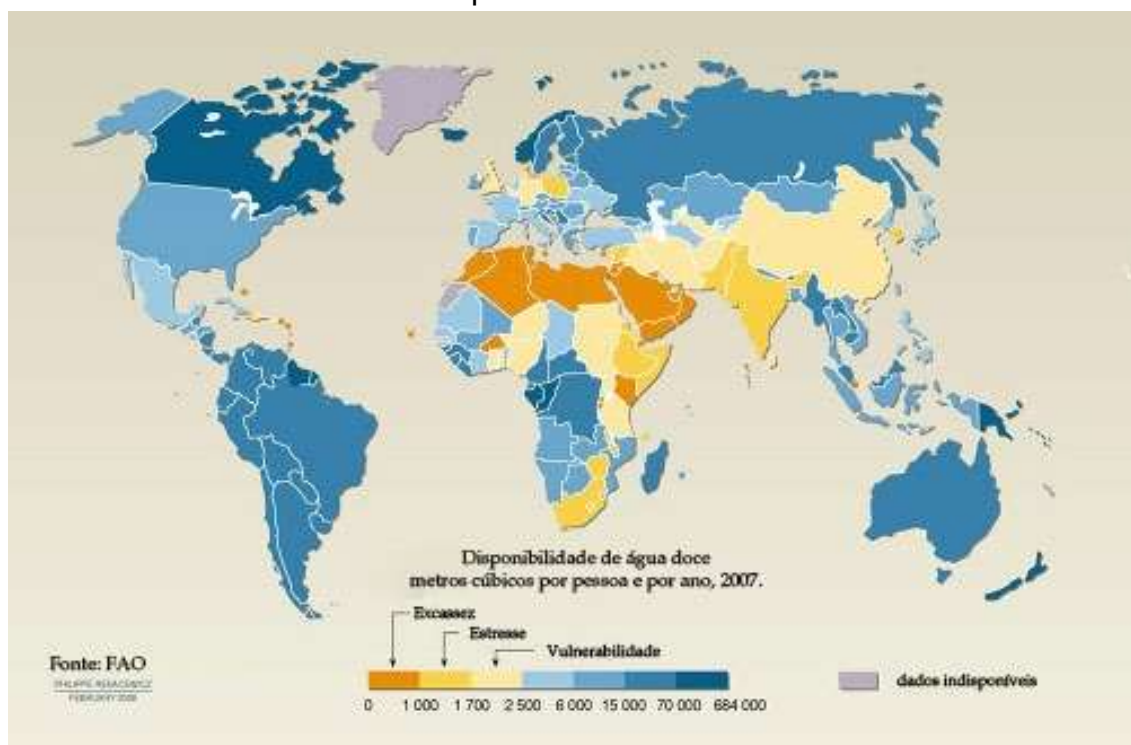
O levantamento do uso da terra (Lapola et al., 2014) é de grande importância, na medida em que a ocupação desordenada do solo causa a deterioração do meio ambiente em suas diversas paisagens. Assim, se faz necessário um planejamento do uso do solo na conformação da paisagem, com a capacidade de suporte da terra. Para tanto, é fundamental uma mudança de comportamento frente ao uso dos recursos naturais. Se na implantação do sistema de produção e na execução das atividades sócio-reprodutoras não seguir um planejamento que minimize os processos que aceleram a degradação do ecossistema, ocorre a deterioração

exacerbada do solo e dos demais recursos naturais e como consequência ocorrerá à miséria em regiões, devido ao esgotamento dos recursos naturais.

Recurso Hídrico

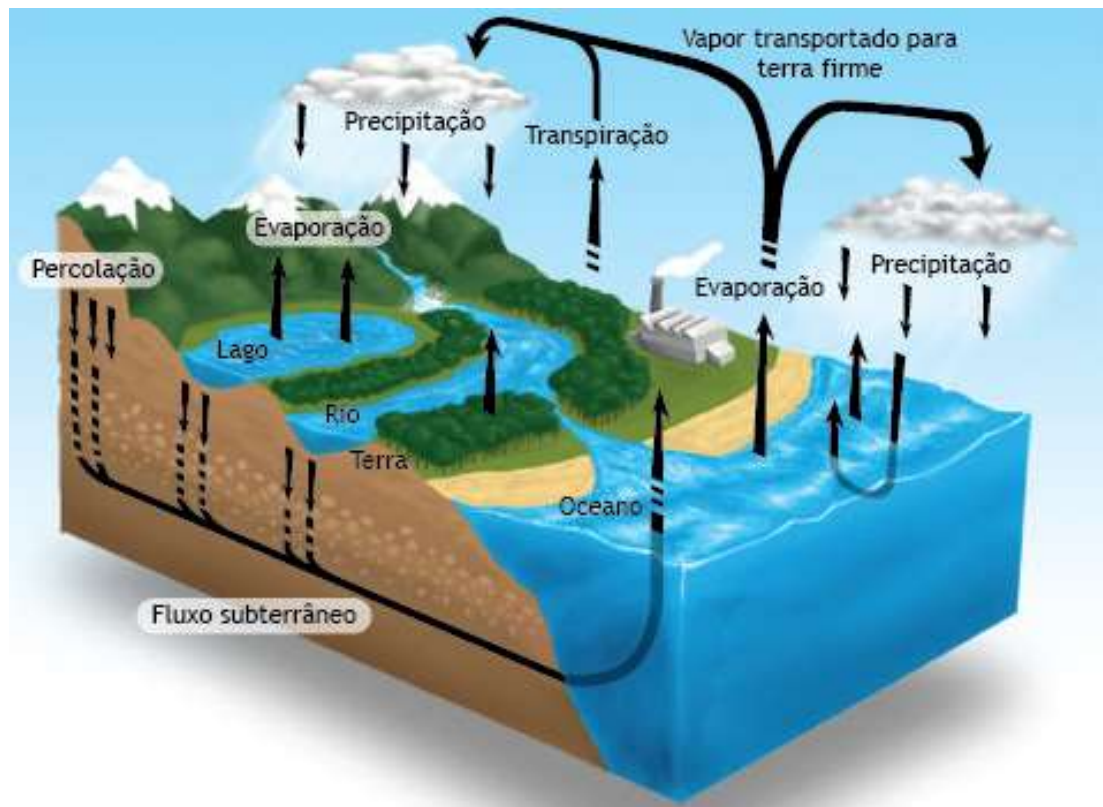
A água encontra-se disponível sob várias formas e é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70% da superfície do planeta. A maior parte da água distribuída na biosfera terrestre é salgada (97%) e somente 3% está disponível como água doce (Tundisi, 2003). É considerada um recurso estratégico e um bem comum que deve ser compartilhado por todos. Do total de 3%, quase 70% encontra-se em calotas polares, sendo inviáveis para a exploração e utilização, 29 % em águas subterrâneas, apresentando-se nos lençóis freáticos e aquíferos, tais como o Aquífero Guarani e, apenas 0,9% de toda a água potável disponível no mundo corre superficialmente dentre os continentes. Mas, mesmo assim, a água não está disponível para a total população humana, conforme observa-se no mapa da Figura 12.

Figura 12. Disponibilidade de água doce (metros cúbicos) por pessoa/ano na superfície terrestre.



Este recurso é encontrado principalmente no estado líquido, constituindo um recurso natural renovável por meio do ciclo hidrológico (Figura 13).

Figura 13. Ciclo hidrológico.



Fonte: Imagem: profvladimir.blogspot.com

Os organismos necessitam de água para sobreviver, sendo a sua disponibilidade um dos fatores mais importantes a moldar os ecossistemas em suas mais diversas paisagens. É fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físicas e químicas adequadas para a utilização pelos organismos. A água deve conter substâncias essenciais à vida e estar isenta de outras substâncias que possam produzir efeitos deletérios aos organismos que compõe as cadeias alimentares.

Para Branco (1991), a expressão 'qualidade da água' não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto o possível do 'natural', isto é, tal como se encontra nas nascentes, antes do contato com o homem. Além disso, há um grau de pureza desejável, o qual depende do seu uso, que inclui abastecimento, irrigação, industrial, pesca entre outros.

Para Lima e Zakia (1998), a qualidade da água refere-se a uma série de parâmetros físicos, químicos, biológicos e radiológicos que exerce influência direta na integridade da bacia hidrográfica, que por sua vez, está ligada a fatores de ordem natural e antrópicos que devem ser observados conjuntamente. A integridade do ecossistema envolve não só as práticas de conservação do solo, como também, a preservação de matas ciliares, a conservação do solo, a manutenção da biodiversidade e a construção adequada de estradas e desenvolvimento urbano.

A disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também, que sua qualidade deve

ser satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos.

Há duas formas de caracterizar os recursos hídricos: com relação à sua quantidade e com relação à sua qualidade, estando essas características intimamente relacionadas. A qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e maléficas para os seres que compõem as cadeias alimentares.

Entretanto, apesar de existir em abundância, nem toda água é diretamente aproveitada pelo homem. Além disso, a água doce é distribuída de maneira bastante heterogênea no espaço e no tempo. Essa distribuição heterogênea no espaço pode ser observada pela existência dos desertos, caracterizados por baixa umidade, e das florestas tropicais, caracterizados por alta umidade. Existe também a variabilidade temporal da precipitação em função das condições climáticas, que variam em decorrência dos movimentos de rotação e translação da Terra. A disponibilidade de água significa que ela está presente, não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também em sua qualidade, que deverá ser satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (biota) (Vilela e Mattos, 1975; Braga et al., 2002; Tundisi, 2003).

Os principais usuários de água são os gestores dos processos resultantes do agronegócio (72%), da indústria (22%) e do consumo residencial (6%) (Figura 14).

Figura 14. Os principais usuários da água doce.



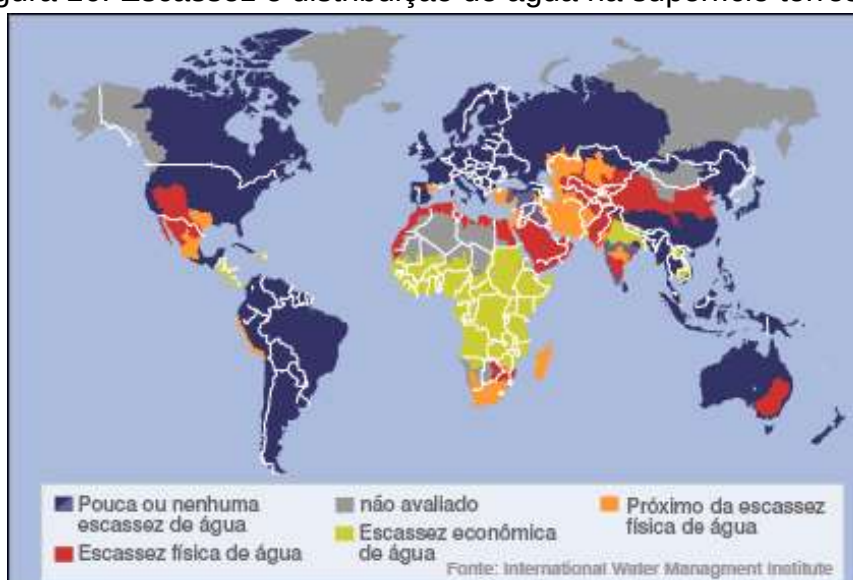
Para o consumo humano observa-se que: o consumo diário por habitante em algumas sociedades no mundo é muito diferente dependendo da região que se concentra as populações, conforme observa-se na Figura 15.

Figura 15. Consumo diário de água por habitante/mundo.



E o fenômeno da escassez ocorre em várias partes do mundo, conforme se observa na figura 16.

Figura 16. Escassez e distribuição de água na superfície terrestre.



Além das variações naturais características das faces do ciclo hidrológico, importantes alterações têm ocorrido nas fases desse ciclo por causa de intervenções humanas, intencionais ou não. Por exemplo, a ocorrência de vapor atmosférico pode ser alterada pela presença de reservatórios, pela modificação da cobertura vegetal e, também, por alterações climáticas causadas por gases estufa. Evidentemente, tais modificações podem acarretar mudanças no regime de precipitações, afetando, portanto, a disponibilidade de água (Figura 17).

Figura 17. Acesso à fonte de água potável no mundo.



Como gerenciar o recurso hídrico?

O planejamento de uso do recurso hídrico é de extrema importância em diversas regiões do mundo. Como gerenciar o recurso hídrico? (Figura 18).

Figura 18. Recurso Hídrico: como gerenciar? Refletir e Mudar hábitos

Como gerenciar???



Refletir e Mudar Hábitos...



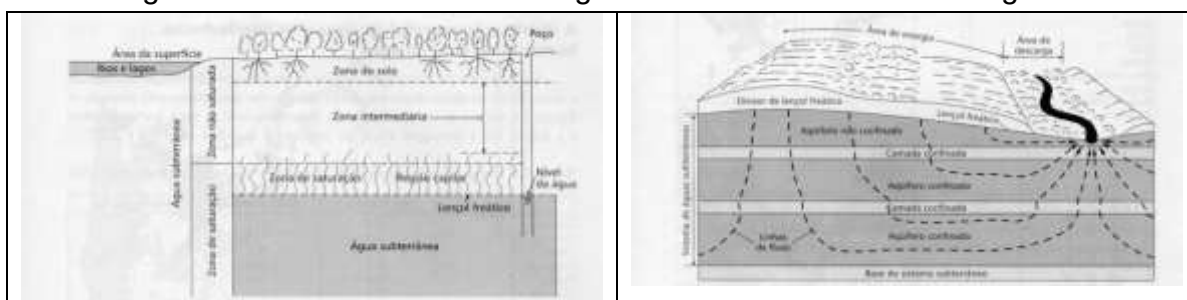
Fonte: <http://rakbruword.blogspot.com.br/2015/04/agua-pelo-mundo.html>

A precipitação é a água proveniente do vapor de água da atmosfera que é depositada na superfície terrestre na forma de granizo, orvalho, neblina, neve, geada e principalmente chuva. A principal fonte direta de água doce na superfície terrestre é o lençol freático, lagos, represas e rios. Quando determinada área é desenvolvida para uso humano, muitos sistemas que retêm a água do ciclo hidrológico são removidos (Tundisi, 2003). Assim, a drenagem dos rios, que representa a renovação dos recursos hídricos, é comprometida no ciclo hidrológico.

A água que atinge a superfície é interceptada (ou detida), infiltrada no solo, escoada superficialmente e subsuperficialmente, drenada, reservada em lagos, represas e evapora ou evapotranspira para a atmosfera (Braga et al., 2002 e Tundisi, 2003).

Na unidade territorial de bacias hidrográficas é gerenciada a água de maneira mais eficaz. O movimento de água na bacia hidrográfica é um importante processo para o armazenamento do recurso hídrico no sistema, e a compreensão do comportamento deste até o escoamento superficial na rede de drenagem é fundamental para o gerenciamento do recurso hídrico o planeta Terra (Figura 19).

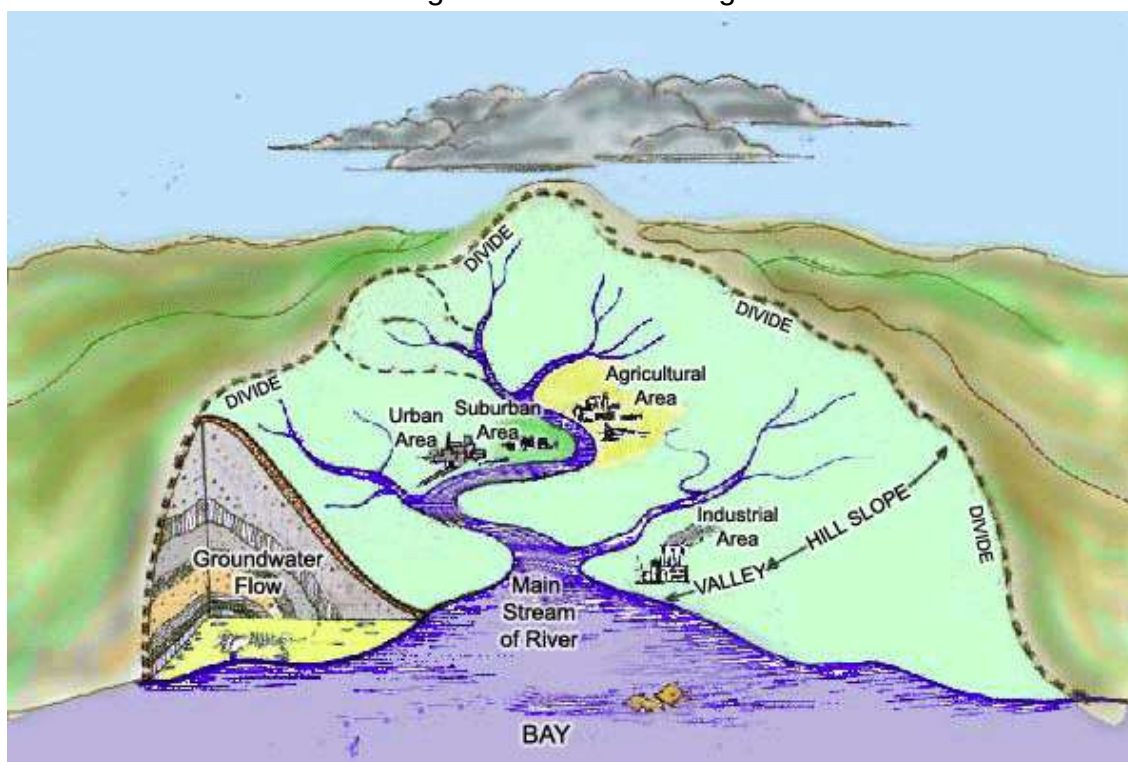
Figura 19. Armazenamento de água no sistema da bacia hidrográfica.



Fonte: Tundisi (2003).

Uma bacia hidrográfica (Figura 20) é o conjunto de terras que direcionam a água das precipitações para um curso de água. Na Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, é considerada a unidade territorial para a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente, e é a área compreendida por um rio principal e seus afluentes ou tributários desde as nascentes, definida pelo comprimento do rio principal e seus afluentes.

Figura 20. Bacia Hidrográfica.



A água tem seu movimento determinado principalmente pelas linhas de maior declive do terreno, e é influenciada por obstáculos existentes. À medida que atinge pontos mais baixos, passa a escoar em canalículos que formam microrredes de drenagem. Em decorrência do processo erosivo natural, estes canalículos vão aumentando a dimensão, e o escoamento ocorre por caminhos preferenciais, formando-se correntes, principalmente pela intensidade da precipitação. A partir delas, formam-se sulcos no terreno e os cursos d' água são alimentados com o regime de escoamento dependendo da água superficial e da contribuição do lençol subterrâneo (águas sujeitas) (Pinto, 1976).

O processo erosivo é normalmente desencadeado nas encostas e a rede de drenagem é formada. Assim, define-se o conjunto dos cursos d'água, desde os pequenos córregos até o rio principal. A bacia hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de um curso d'água é a área geográfica em conjunto com o volume de terra coletor de água de chuva que, infiltrando no solo e escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada.

Segundo Calheiros et al. (2004), a nascente é um afloramento do lençol freático, que dá origem a uma fonte de água de acúmulo ou curso d'água (regato, córrego, ribeirão e rio). O ideal é que neste local a água brote na cota topográfica elevada possibilitando a distribuição de água por gravidade com qualidade, abundante e contínua ao longo dos anos para atuar nas mais variáveis dimensões: ambiental, social, econômica, política e cultural.

A importância da bacia hidrográfica está na relação infiltração – deflúvio, no armazenamento de água no sistema, no escoamento superficial e no uso e ocupação do solo. O escoamento superficial e o armazenamento de água no sistema sofrem influência de diversos fatores, que facilitam ou prejudicam as ocorrências destes processos. Como exemplo, dentre os fatores climáticos destacam-se a intensidade e duração da precipitação. Quanto maior a intensidade da chuva, mais rápido o solo atinge a sua capacidade de infiltração, provocando um escoamento superficial devido ao excesso da chuva (Villela e Mattos, 1975).

Neste sentido, a influência do volume de terra da bacia hidrográfica é muito forte, visto que, esta dimensão está relacionada à maior ou menor quantidade de água que a bacia pode armazenar. A área e o volume de terra são elementos básicos para o estudo das demais características fisiográficas. Portanto, como a água escoar e é armazenada, se não houver mecanismos de retenção de água na superfície (naturais e artificiais-lagos, represas, florestas), perdem-se quantidades enormes e diminuem-se as reservas, como os aquíferos, cujas reservas são recarregadas pela cobertura vegetal natural (Tundisi, 2003).

O volume de material em suspensão transportado depende dos usos dos solos nas bacias hidrográficas, do grau de desmatamento ou da cobertura vegetal. O suprimento de água tem sido reduzido com o aumento da população e dos usos múltiplos e com a perda de retenção de água. O uso da água é muito complexo e está diretamente relacionado ao crescimento da população humana, ao grau de urbanização e aos usos múltiplos que afetam a quantidade e qualidade (Tundisi, 2003). O aumento e a diversificação dos usos múltiplos da água resultaram em uma multiplicidade de impactos, de diversas magnitudes, que exigem, evidentemente, diferentes avaliações quali e quantitativamente e do monitoramento adequado e de longo prazo.

Cada região ou país utiliza este recurso nas mais variadas formas para fazer frente ao crescimento populacional e às demandas industriais e agrícolas, as quais geram permanente pressão no meio. Principalmente a partir do século XX, com o avanço agrícola intenso nas regiões anteriormente preservadas, a agricultura (irrigação e outras atividades), o abastecimento público (uso doméstico e outras atividades); a hidroeletricidade, o uso industrial, o transporte, a navegação, a recreação, o turismo, a mineração, o uso estético etc. são algumas das atividades que utilizam deste recurso.

Tendo em vista as atividades agrícolas, principalmente na irrigação, como também na produção animal, suínos, aves, na dessedentação de animais, a disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas estão destinadas para estas várias atividades e para a manutenção das funções vitais dos seres vivos. Com

todos os usos, a disponibilidade de água fica prejudicada e acaba ocorrendo o problema de escassez em muitos locais no planeta Terra.

A contínua e sistemática deterioração e perda elevada em quantidade e qualidade da água poderá afetar a vida dos seres que integram os ecossistemas em suas mais diversas paisagens (Figura 21). Problemas legais e conflitos ocorrem, tendo em vista a multiplicidade e finalidade diversa do desenvolvimento das sociedades, com demanda de quantidade e qualidade dos recursos naturais em diferentes formas. Nosso propósito de vida é dirimir estes conflitos e fazer do mundo um lugar melhor para viver em comunidade. Somos seres humanos e devemos seguir a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que em seu CAPÍTULO VI - DO MEIO AMBIENTE, coloca no Art. 225, que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Figura 21. Paisagens terrestres e recursos hídricos.



Imagens do autor.

Agradecimentos

Ao CNPq na Bolsa de Produtividade da autora.

À Equipe Multidisciplinar; à minha Família e Amigos; à Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” e as outras Instituições de Ensino em seus Docentes, Funcionários e Discentes.

A todas as pessoas que desenvolveram e desenvolvem os trabalhos de pesquisa, de ensino, de extensão e de gestão no Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP.

Este texto foi extraído de diversas referências bibliográficas. Algumas foram citadas no corpo do texto e outras estão referenciadas no item – Referências Consultadas

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- Ab'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. n. 18, IG-USP, S. Paulo, 1969.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.. **Conceitos em Biologia**: identificação de conceitos, princípios e leis da Biologia e sua aplicação na interpretação de experimentos. O mundo vivo: níveis de organização e equilíbrio dos sistemas biológicos.
- AMARAL, L. A. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, 2003.
- ANA - Estudo de Consolidação dos Procedimentos Metodológicos na Elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos / Relatório Final – RF / Estruturação da Base de Dados. **Agência Nacional de Águas**. Estudos realizados pela empresa TC/BR Tecnologia e Consultoria Brasileira S.A. – Brasília: ANA, SPR, 2004. 118p.
- ANIDO, N. M. R. Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental. 2002. 69f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2002. 102p.
- APHA - American Public Heath Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. Washington D.C.: APHA-AWWAWPCF. 1995.
- ARCOVA, F.C.S. Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP. Piracicaba, 1996. 130p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, 1996.
- ARCOVA, F.C. S, CICCIO, V. de.. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Florestalis**, v.56, p.125–134. 1999.
- ARRAES, C. L., PISSARRA, T. C. T., RODRIGUES, F. M., ZANATA, M.; CAMPOS, S. Morfometria dos compartimentos hidrológicos do município de Jaboticabal, SP. **Unopar Científica Ciências Exatas E Tecnológicas**, v. 9, n. 1, 2010.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. Da UFSC. 1994.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- BEZERRA, I. S.; SILVA, T. C. Análise de riscos à perda de solo para diferentes cenários de uso e ocupação na bacia hidrográfica do rio Abiaí-Papocas. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19 n.4 –Out/Dez 2014, p.195-204.
- BRANCO, S. M. **A água e o homem**. In: Hidrologia Ambiental, v.3. Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 1a ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- BRANCO, S. M. **Hidrologia Aplicada à engenharia sanitária**. 3ed. São Paulo: CETESB/AsCETESB, 1986. 640p.

BRASIL. Aplicada à Lei 10.267, de 28 de agosto de 2001 e do Decreto 4.449, de 30 de outubro de 2002. Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, novembro de 2003.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 Janeiro 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 12 mar. 2015.

BRASIL. Política Nacional de Meio Ambiente, lei Federal 6.938/81, 1981.

CALHEIROS, R. de O. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004.

CAREY, R. O.; MIGLIACCIO, K. W.; LI, Y.; SCHAFFER, B.; KIKER, G. A.; BROWN, M. T. Land use disturbance indicators and water quality variability in the Biscayne Bay Watershed, Florida. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 5, p. 1093-1104, 2011.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. (2017). In: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/pdf/index.php>

CETESB - Qualidade da água. Disponível em: . Acesso em: 20 out. 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974. 149 p.

CONTE, M de L., LEOPOLDO, P.R. **Avaliação dos Recursos Hídricos**: Rio Pardo, um exemplo. São Paulo, Editora: UNESP, 2001, 141p. 104

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **A Questão Ambiental**: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. 149p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil em Relevo, Imagem SRTM, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10., 1979, Rio Janeiro, Súmula...Rio Janeiro, 1979, 83 p, (EMBRAPA – SNLCS, Micelânea, 1).

HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. New York: **Geological Society of American Bulletin**, New York, v.56,n. 3,p. 275-370, 1945.

IBGE (1971) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1971. Cartas topográficas. 1: 50.000 equidistância vertical entre curvas de nível de 20 m.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. SPRING versão 4.1. São Paulo: INPE, 2004. Disponível: www.inpe.br

IPCC – 2007 - CHANGE, IPCC Climate. The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2007.

KÜGLER, H. Zur Aufgaben der geomorphologischen Forschung und Kartierung in der DDR. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, V. 120, n. 2, p. 154-160, 1976.

LAPOLA, D. M. et al. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature climate change**, v. 4, n. 1, p. 27, 2014.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Indicadores hidrológicos em áreas Florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba v. 12, n. 31, 1998. p. 53-64.

LISETSKII, F.; STOLBA, V. F.; MARININA, O. Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, Steppe Crimea. **Geoderma**, v. 239, p. 304-316, 2015.

LU, Z., ZOU, S., XIAO, H., ZHENG, C., YIN, Z., WANG, W. Comprehensive hydrologic calibration of SWAT and water balance analysis in mountainous watersheds in northwest China. **Physics and Chemistry of the Earth**, Parts A/B/C, 2015.

MACHADO, R. A. S.; LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. D. M. C.; SOUZA, A. P. M. J. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 15. Curitiba. Anais... Curitiba: INPE, 2011, p.144.

MANCINELLI, R.; DI FELICE, V.; RADICETTI, E.; CAMPIGLIA, E. Impact of land ownership and altitude on biodiversity evaluated by indicators at the landscape level in Central Italy. **Land Use Policy**, v. 45, p. 43-51, 2015.

MARINA, L.; TÉRCIO. **Geografia** - Série Novo Ensino Médio. Edição compacta. Vol. Único, São Paulo: Editora Ática, 2004, p.54-60.

Ministério do Meio Ambiente - <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora>

PACHECO, F. A. L., VARANDAS, S. G. P., FERNANDES, L. S., JUNIOR, R. V. Soil losses in rural watersheds with environmental land use conflicts. **Science of the Total Environment**, v. 485, p. 110-120, 2014.

PINTO, N.L.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A. Hidrologia de superfície. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 179 p.

PISSARRA, T. C. T. Avaliação quantitativa das características geomorfológicas de microbacias hidrográficas 1ª ordem de magnitude em quatro posições do sistema natural de drenagem, Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1998. 124p. Tese mestrado.

PISSARRA, T. C. T., Análise da bacia hidrográfica do Córrego Rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-LANSAT 5 e fotografias aéreas verticais, Jaboticabal: UNESP/FCAV, 2002, 132 f. Tese doutorado.

PISSARRA, T. C. T., RODRIGUES, F. M., POLITANO, W., GALBIATTI, J. A. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 669-676, 2010.

PNIA, Painel Nacional de Indicadores Ambientais: referencial teórico, composição e síntese dos indicadores da versão-piloto. Ministério Do Meio Ambiente. Secretaria Executiva – SECEX, Departamento de Gestão Estratégica – DGE. Brasília, 2014.

PORTO, M. F.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

QUEIROZ, P. H.; SILVA, J. M. O.; SALES, M. C. L. Indicadores Morfométricos Como Subsidio Ao Planejamento Ambiental Em Um Setor Do Médio Curso Da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-CE. **Revista Equador**, v. 3, n. 1, p. 3-24, 2014.

ROCHA, J. S. M. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. 2. ed. SANTA MARIA-RS: Imprensa Universitária-UFSM-RS, 1991. 181p .

ROCHA, J. S. M. **Manual de avaliações de impactos ambientais** / José Sales Mariano da Rocha, Cleonir Martins Carpes. – 2. ed. rev. e ampl. - Santa Maria: Ed. da UFSM, 2008. xvii, 268 p : il.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**.- José Sales Mariano da Rocha, Silvia Margareti de Juli Moraes Kurtz. 4. ed. - Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302 p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. 423p.

SENE, E. de; MOREIRA, J. C.. **Geografia Geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização**. São Paulo: Scipione, 1998.

STRAHLER, A, N, Dynamic basis of geomorphology, **Geological Society of America Bulletin**, v, 63, n, 9, p, 923-938, 1952,

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans, Am, Geophys, Un.**, New Haven, v, 38, p, 913 - 920, 1957,

TOLEDO, G.L., NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. Embrapa Meio Ambiente, Scientia Agrícola, v.59, n.1, p.181-186, 2002.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: Enfrentando a escassez. São Paulo: Rima, 2003. 247p.

VALLE JUNIOR, R. ; VARANDAS, S. G. P; FERNANDES, L. S.; PACHECO, F. A. L. Environmental land use conflicts: a threat to soil conservation, **Land Use Policy**, v, 41, p, 172-185, 2014.

VALLE JUNIOR, R. F. , VARANDAS, S. G., PACHECO, F. A., PEREIRA, V. R., SANTOS, C. F., CORTES, R. M.; FERNANDES, L. F. S. Impacts of land use conflicts on riverine ecosystems. **Land Use Policy**, v. 43, p. 48-62, 2015.

VALLE JUNIOR, R. F. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba, Jaboticabal: UNESP/FCAV. 2008. 222 f.Tese Doutorado.

VALLE JUNIOR, R. F., VARANDAS, S. G. P., FERNANDES, L. S., PACHECO, F. A. L. Multi criteria analysis for the monitoring of aquifer vulnerability: a scientific tool in environmental policy. **Environmental Science & Policy**, v. 48, p. 250-264, 2015.

VALLE JUNIOR, R. F.; GALBIATTI, J. A.; PISSARRA, T. C. T.; MARTINS FILHO, M. V. M, Diagnóstico do conflito de uso e ocupação do solo na bacia do Rio Uberaba, **Global Science and Technology**, Rio Verde, v, 06, n, 01, p,40 – 52, 2013.

VANZELA, L. S. Qualidade de Água para a Irrigação na Microbacia do Córrego Três Barras no Município de Marinópolis. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção), Universidade Estadual Paulista, UNESP, Ilha Solteira, 2004.

VILELA, S. M; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 250p.

<http://www.geosaber.com.br/2008/06/lista-de-programas-de-sig-gis-software.html>

<http://www.professores.uff.br/cristiane/Estudodirigido/SIG.htm>

2. BIODIVERSIDADE E ÁGUA NO PLANETA

2.1 COMO SE DISTRIBUEM AS FORMAS DORMENTES DE CLADOCERA EM UMA LAGOA SUBTROPICAL RASA?

Luana Daré(1), luanadare@hotmail.com, Maria Carolina de Almeida Castilho (1) mariacarolcastilho@gmail.com, Jorge Laço Portinho (2) jorgeportinho@gmail.com & Raoul Henry(1) rhenry@ibb.unesp.br (1) Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Unesp/ Botucatu; (2) Laboratório de Biologia Aquática, LABIA, da Unesp/Assis

RESUMO

Os cladóceros, componentes do zooplâncton, podem responder a condições ambientais desfavoráveis com mudanças em sua forma reprodutiva. Sua reprodução, normalmente partenogenética, passa a ocorrer de forma sexuada, produzindo o chamado ovo de resistência. O ovo de resistência pode ficar depositado no sedimento do corpo aquático até que as condições ambientais favoráveis retornem. Essa característica confere uma vantagem adaptativa a esses organismos, garantindo a sobrevivência da espécie em ambientes desfavoráveis. O estudo dos ovos de resistência é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura e funcionamento das comunidades zooplânctônicas. O objetivo desse estudo foi descrever a distribuição e abundância dos ovos de resistência em uma lagoa subtropical rasa. As coletas foram realizadas em abril de 2016, na lagoa do Barbosa, marginal ao rio Paranapanema, no município de Angatuba-SP. Para a caracterização da lagoa foi determinado o pH, a condutividade elétrica, o oxigênio dissolvido, o material em suspensão, a transparência da água, a temperatura do ar e da água, a profundidade, fósforo e nitrogênio total e calculado o índice de estado trófico. O sedimento foi coletado em 48 pontos distribuídos na lagoa para a análise dos ovos de resistência. A lagoa do Barbosa se caracteriza como pouco perturbada e oligotrófica. Os ovos de resistência estão presentes em todo o corpo da lagoa, em abundância total de aproximadamente um ovo por grama de sedimento.

Palavras-Chave: Zooplâncton. Diapausa. Efípio. Lagoas tropicais.

ABSTRACT

Cladocerans, components of zooplankton, may respond to unfavorable environmental conditions with changes in their reproductive form. Its reproduction, usually parthenogenetic, happens to occur in a sexual form, producing the dormancy egg. The dormancy egg can be deposited in the sediment of the aquatic body until favorable environmental conditions return. This characteristic confers an adaptive advantage to these organisms, guaranteeing the survival of the species in unfavorable environments. The study of dormancy egg is of fundamental importance for the knowledge of the structure and functioning of zooplankton communities. From this, the objective of this study was to describe the distribution and abundance of dormancy eggs in a shallow subtropical lake. The collections were carried out in April of 2016, in the lake of Barbosa, side to the Paranapanema river, in the municipality of Angatuba-SP. For the characterization of the lake it was determined pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, suspended matter, water transparency, air and water temperature, depth, phosphorus and total nitrogen and calculated the trophic status index. The sediment was collected in 48 points distributed in the lake for the analysis of resistance eggs. The Barbosa lake is characterized as little disturbed and oligotrophic. Dormancy eggs are present throughout the body of the lake, in abundance of one egg per gram of sediment.

Keywords: Zooplankton. Diapause. Ehippium. Tropical lake.

INTRODUÇÃO

Os Cladocera são componentes importantes das cadeias tróficas nos ambientes aquáticos. Como organismos heterótrofos constituem elos de ligação entre os produtores primários e os indivíduos da parte superior das cadeias alimentares, atuando na transferência de energia proveniente da luz solar, fixada pelo fitoplâncton, para os consumidores do restante da cadeia alimentar (ARAGÃO et al., 2004).

Os fatores bióticos e abióticos têm grande influência na história de vida dos Cladocera. Determinadas condições ambientais desfavoráveis, a ponto de interferir na sobrevivência da população, podem ser percebidas pelos cladóceros. Em resposta os Cladocera podem desenvolver ovos de resistência, um tipo de dormência, que permite a sobrevivência das populações (FRYER, 1996; BROCK et al., 2003). A dormência dos ovos pode se assemelhar às sementes que “esperam” boas condições para germinar.

A reprodução dos cladóceros é do tipo partenogenética cíclica, alternando-se entre as fases assexuadas e sexuadas (FRYER, 1996). A reprodução partenogenética é a mais ocorrente no ciclo de vida de Cladocera, visto que as fêmeas são capazes de produzir ovos sem a necessidade de um macho. Os ovos formados são geneticamente idênticos a mãe. Porém, em condições ambientais desfavoráveis a fêmea, ao receber um estímulo do ambiente, pode produzir machos ocorrendo então a reprodução sexuada, e assim a formação do ovo de resistência (WETZEL, 1993). O ovo proveniente da reprodução sexuada difere em muito do ovo partenogenético. Sua composição permite resistir por mais tempo no ambiente, tanto pela porção que provém da carapaça da fêmea, a qual protege das injúrias ambientais, como por sua carga nutricional que pode manter o embrião por muitos anos (GILBERT, 2004). Outro destaque é a taxa de sedimentação elevada. Por serem maiores que os ovos partenogenéticos, e também mais pesados, depositam-se no sedimento, formando o banco de ovos de resistência (WANG et al. 2005). Em condições ótimas não são todos os ovos de resistência que eclodem. Alguns ovos por vezes precisam de repetidos estímulos para que eclodam, o que favorece o acúmulo de ovos para a composição do banco de ovos de resistência (DE MEESTER & DE JAGER, 1993).

Em uma visão genética os ovos de resistência atuam como um mecanismo responsável por repor a variabilidade genética na população, além de ser um estoque de diversidade de espécies para a comunidade (SANTANGELO, 2009). Outro papel fundamental é sua atuação como fonte de recolonizadores em ambientes severos, onde houve extinção da população local (BROCK et al. 2003).

O estudo dos bancos de ovos de resistência, da sua distribuição nos corpos d'água e suas relações ecológicas com o meio biótico e abiótico é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura e funcionamento das comunidades zooplancônicas. Tais estudos proporcionam também a compreensão da capacidade de resiliência das espécies de Cladocera, contribuindo não apenas com a manutenção das espécies em si, mas também com a restauração da comunidade no ambiente após uma perturbação.

Baseado nesta fundamentação, estudo teve como objetivo conhecer a distribuição e abundância dos ovos de resistência de Cladocera em uma lagoa subtropical rasa.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta foi realizada em dois dias consecutivos, cinco e seis de abril de 2016, na lagoa do Barbosa, lagoa marginal ao rio Paranapanema localizada no município de Angatuba-SP a 23°30'14.346"S e 48°37'33.516"W.

A lagoa do Barbosa caracteriza-se como sendo uma lagoa perene, rasa (profundidade máxima próxima de 6 metros) e conectada com o rio durante a estação chuvosa, quando ocorre o transbordamento das águas do rio Paranapanema.

Procedimento de amostragem

Para a obtenção dos ovos de resistência de Cladocera (presentes no sedimento) a lagoa foi dividida em 16 transectos, perpendiculares à extensão da lagoa. Em cada transecto, três locais foram objeto de coleta, denominados pontos um e três próximos a margem e ponto dois no centro. Um total de 48 pontos de coleta foram, portanto, objeto de estudo (Figura 3).



Figura 3. Distribuição dos 16 transectos (em amarelo) pela Lagoa do Barbosa (os pontos em vermelho no transecto 6 mostram, como exemplo, os três locais de coleta, dois nas margens e um central).

A mensuração da profundidade, temperatura da água e condutividade elétrica foi realizada nos 48 pontos amostrais. A transparência da água foi medida em todos pontos centrais dos 16 transectos, um total de 16 pontos. A mensuração da temperatura do ar, pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão, fósforo total e nitrogênio total na água foi feita em 5 pontos centrais distribuídos na lagoa.

Isolamento dos ovos de resistência

Para a obtenção dos ovos de resistência o sedimento foi coletado com um testemunhador modelo Kajak-Brinkhurst (K-B corer). Apenas os cinco centímetros superficiais do sedimento foram retidos para análise. O sedimento foi armazenado em sacos plásticos escuros, e resfriado em laboratório. Posteriormente 50 gramas de sedimento de cada ponto foram diluídas em solução de sacarose e água (1:1) e centrifugadas (ONBÉ, 1978). Os ovos contidos no sobrenadante foram fixados em formol e quantificados sob microscópio estereoscópio Zeiss (aumento até 50x). Os ovos de resistência foram identificados através de fotos armazenadas no laboratório (dados não publicados).

Foi descrita a distribuição dos ovos de resistência, e também sua abundância por grama de sedimento.

Análise dos dados

Foram calculados as médias e os desvios padrão dos fatores abióticos mensurados.

A abundância dos ovos de resistência foi apresentada através da soma do número de ovos encontrados por grama de sedimento avaliado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos dos fatores abióticos, incluindo o índice de estado trófico (proposto por Carlson e modificado por Toledo et al. em 1983) foi de 41,54, caracterizam a lagoa do Barbosa como um ambiente oligotrófico e de baixa perturbação.

Entre os inúmeros fatores que afetam a formação e eclosão dos ovos de resistência estão a temperatura da água, a luminosidade, a concentração de oxigênio dissolvido e o pH. Baixas luminosidades por longos períodos e temperaturas extremas afetam negativamente a eclosão dos ovos de resistência, favorecendo o acúmulo de ovos (STROSS, 1996). Não foram registrados valores extremos de temperatura da água. Mas a luminosidade só atingiu 100% da coluna d'água em cinco dos 16 pontos analisados. A baixa luminosidade pode ter sido causada pela elevada concentração de material em suspensão presente nos dias da coleta, a qual dificulta a penetração da radiação solar no corpo d'água. Situações de déficit de oxigênio e o pH extremo também podem atuar de forma negativa sobre os ovos de resistência (Brown, 2008), porém os valores dessas variáveis foram encontrados dentro dos padrões de normalidade esperados para esses ambientes lacustres (SILVA & HENRY, 2013). Os valores médios e desvios padrão das variáveis ambientais mensuradas no presente estudo estão representadas na tabela 1.

Variáveis abióticas		
	Média	Desvio Padrão
Profundidade	3,7m	0,8
Transparência da água	4,1m	0,3
Temperatura da água	25,8°C	1
Temperatura do ar	30,2°C	1,35
Oxigênio dissolvido	6,2mg/L	0,97
Condutividade elétrica	41,1µS cm ⁻¹	0,5
pH	7,8	0,6
Material em suspensão	45,9mgL ⁻¹	9,6
Fósforo Total	13,75 µg ⁻¹	4,29
Nitrogênio Total	256,9 µg ⁻¹	58,8

Fonte: Dados da autora.

As condições abióticas foram mensuradas uma única vez em cada ponto, proporcionando uma “fotografia” do ambiente estudado. A formação do banco de ovos vem ocorrendo ao longo dos anos e em diferentes condições ambientais. Para o estudo do banco de ovos foi avaliado um total de 2400 gramas de sedimento onde foi registrado um total de 2562 ovos de resistência de Cladocera. Isto representa um valor aproximado de um ovo por grama de sedimento. Foram amostrados 48 pontos, sendo registrada a presença de ovos de resistência de Cladocera em toda a extensão da lagoa. Por serem organismos de pequeno tamanho corporal, curto tempo de vida e baixa capacidade de dispersão, os ovos de resistência conferem uma vantagem evolutiva às espécies de Cladocera (HAIRSTON & CACERES, 1996). Essa adaptação garante a sobrevivência das

espécies frente a mudanças ambientais severas, atuando como recolonizador, além de manter a variabilidade genética da população (BROCK et al., 2003).

Esse estudo permitiu conhecer como essa importante vantagem adaptativa está presente em um corpo d'água, mostrando sua ampla distribuição e elevada abundância.

CONCLUSÃO

Os ovos de resistência estão presentes em toda a extensão da lagoa do Barbosa, e em elevada abundância.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C.; CONCEIÇÃO E. C. L.; DINIS M.T.; FYHN, H. J.; Amino acid pools of rotifers and *Artemia* under different conditions: nutritional implications for fish larvae. **Aquaculture**, v.234, p. 429 - 445, 2004.
- BROCK, M. A.; NIELSEN, D. L.; SHIEL, R. J.; GREEN, J. D.; LANGLEY, J. D. Drought and aquatic community resilience: the role of eggs and seeds in sediments of temporary wetlands. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 7, p. 1207–1218, 2003.
- BROWN M.E. Nature and nurture in dormancy: dissolved oxygen, pH, and maternal investment impact *Bythotrephes longimanus* resting egg emergence and neonate condition. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 65, 1692-1704. 2008.
- DE MEESTER L. & DE JAGER H. Hatching of *Daphnia* sexual eggs. II. The effect of age and a second stimulus. **Freshwater Biology**, 30, 227-233, 1993.
- FRYER, G. Diapause, a force in the evolution of freshwater crustaceans. **Hydrobiologia**, 320: 1-14, 1996.
- GILBERT, J. J. Population density, sexual reproduction and diapause in monogonont rotifers: new data for *Brachionus* and a review. **Journal of Limnology**, 63, 32-36, 2004.
- HAIRSTON N.G. & CACERES C.E. Distribution of crustacean diapause: Micro- and macroevolutionary pattern and process. **Hydrobiologia**, 320, 27-44. 1996.
- ONBE, T. Sugar floatation method for sorting the resting eggs of marine cladocerans and copepods from sea bottom sediment. **Bulletin Japanese Society of Scientific Fisheries**, 44:1141, 1978.
- POURRIOT, R.; SNELL, T. W. Resting eggs in rotifers. **Hydrobiologia**, v. 104, p. 213-224, 1983.
- SANTAGELO, J. M. Produção, eclosão, implicações ecológicas e evolutivas dos estágios dormentes do zooplâncton. **Limnotemas**, v. 7, p. 1-35, 2009.
- STROSS, R. Light and temperature requirements for diapause development and release in *Daphnia*. **Ecology** 47, 368–374. 1966.
- TOLEDO JR A., TALARICO M., CHINEZ S.J., AGUDO E.G.; A aplicação de modelos simplificados para avaliação do processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: **Congresso brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Camboriú, 1983.
- WANG G.Z., JIANG X.D., WU L.S. & LI S.J., Differences in the density, sinking rate and biochemical composition of *Centropages tenuiremis* (Copepoda : Calanoida) subitaneous and diapause eggs. **Marine Ecology-Progress Series**, 288, 165-171, 2005.
- WETZEL, R.G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1110 p., 1993.

2.2 MASTOFAUNA TERRESTRE DA MICROBACIA DO CÓRREGO URUBU, DISTRITO FEDERAL

*Ana Carolina Mota de Faria*¹, *Bernardo Ramos Simões Corrêa*², *Carlos Alberto da Cruz Júnior*³;
*Fábio Hudson Souza Soares*⁴ ; *Vitor Ramos Simões Corrêa*⁵
1- UniCEUB – Brasília – Distrito Federal – Brasil, anacarolina.mota.faria@gmail.com;
2- UNB - Brasília – Distrito Federal – Brasil, bernersc@hotmail.com ;
3 - UniCEUB – Brasília – Distrito Federal – Brasil, carlos.junior@uniceub.br ;
4- UniCEUB – Brasília – Distrito Federal – Brasil, fabiohudsoares@gmail.com *5 – UPIS - Planaltina – Distrito Federal – Brasil, quintadelfim@gmail.com.*

RESUMO

O crescimento desordenado de chácaras e condomínios irregulares do Distrito Federal está causando um crescente processo de urbanização da Microbacia do Córrego Urubu desde a sua ocupação na década de 1970 pelo bairro Taquari (SOARES et al., 2010). Com o objetivo de inventariar e avaliar a abundância e diversidade de mamíferos terrestres inseridos na Microbacia do Córrego do Urubu o presente estudo foi realizado na Estação Experimental de Agroecologia - Chácara Delfim durante 4 meses consecutivos, entre novembro de 2016 e fevereiro de 2017. A área de estudo está localizada na microbacia do Córrego do Urubu em um fragmento de mata de galeria e savana de aproximadamente 10 hectares, com um vale que apresenta bordas de mudança brusca de declividade evidente. O entorno do fragmento apresenta características urbanas bem definidas, como Condomínios Residenciais (Taquari Etapa I) e um bairro de baixa renda (Varjão), apesar de estar localizado em área rural. Foram utilizadas duas armadilhas fotográficas (câmeras Trap), busca de rastros e pegadas e observações diretas (visual e auditiva). Com a utilização das câmeras foram registradas sete espécies de mamíferos de médio e grande porte, dentre elas, duas espécies de animais exóticos que ocorrem na região, tais como cães e gatos. O esforço das câmeras representou 219 armadilhas-dias e exposição de 5.256 horas de amostragem. As espécies que apresentaram maior número de registros foram aquelas que se adaptam a ambientes modificados. A maior riqueza de espécies foi encontrada em ambientes de mata de galeria. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção.

Palavras-chave: armadilha fotográfica. conservação. câmera trap. fragmentação.

ABSTRACT

The disordered growth of illegal houses and condominiums in the Federal District is causing a growing urbanization process of Urubu Creek microbasin since its occupation in the 1970s by the Taquari neighborhood (SOARES et al., 2010). The present study was carried out at the Experimental Station of Agroecology - Chácara Delfim for 4 consecutive months, between November 2016 and February 2017. The objective of this study was to evaluate the abundance and diversity of terrestrial mammals in the Urubu Stream Microbasin. This study is located in the Urubu Stream microbasin in a fragment of gallery and savanna forest of approximately 10 hectares, with a valley that shows abrupt edges of evident slope. The surroundings of the fragment have well defined urban characteristics, such as Residential Condominiums (Taquari Stage I) and a low income neighborhood (Varjão), although it is located in a rural area. Two traps were used (Trap cameras), search for traces and footprints and direct observations (visual and auditory). With the use of the cameras were registered seven species of medium and large mammals, among them, two species

of exotic animals that occur in the region, such as dogs and cats. The cameras' effort represented 219 day-traps and 5,256-hour sampling exposures. The species with the highest number of records were those that adapt to modified environments. The greatest species richness was found in gallery forest environments. No endangered species have been recorded.

Keywords: photographic trap. conservation. camera trap. fragmentation.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para a humanidade é a conservação da biodiversidade, devido ao elevado nível de fragmentação gerado nos ecossistemas naturais para o estabelecimento das grandes cidades. No Distrito Federal, o processo de urbanização acelerada e desordenada ocorre como em diversas outras capitais, onde áreas urbanas formadas por bairros e assentamentos precários substituem zonas rurais com áreas de preservação ambiental e mananciais, consequentemente tornando os ecossistemas altamente vulneráveis.

A microbacia do Córrego Urubu é uma área considerada de proteção ambiental, caracterizada como um fragmento de cerrado, que se situa em área de recarga da sub-bacia Norte do Lago Paranoá, que concentra importantes nascentes da Área de Proteção Ambiental – APA do Planalto Central, e que vê sua área diminuída com o avanço da urbanização promovida inadvertidamente pela especulação imobiliária. Trata-se um dos poucos fragmentos de cerrado existentes na região e ainda margeado por propriedades rurais.

Os fragmentos impõem restrições à permanência de espécies devido à limitação da área de vida, efeitos de borda, escassez de recursos e restrição à dispersão provocada pela matriz circundante (COSTA et al., 2005), aumentando o endocruzamento e podendo levar as populações à extinção. Em situações de fragmentação dos ambientes naturais, mamíferos de médio e grande porte tendem a enfrentar um problema adicional, que é a forte pressão da caça ilegal, favorecida em áreas restritas como fragmentos (ROCHAMENDES et al., 2005). Assim, a sobrevivência dessas espécies, que são preferidas pelos caçadores, torna-se ainda mais ameaçada.

Os pré-requisitos indispensáveis para o desenvolvimento de ações conservacionistas, principalmente no que se refere à sua biodiversidade, estão na dependência do conhecimento básico das espécies e sua distribuição espacial (KASPER et al. 2007) e de acordo com Secades et al (2014) o monitoramento constitui-se parte essencial da conservação uma vez que permite identificar problemas, desenvolver soluções e avaliar a efetividade de ações e progressos.

Estudos com comunidades de mamíferos de médio e grande porte realizados em áreas de Cerrado ainda são escassos (SANTOS-FILHO, 2002) e grande parte dos estudos envolvendo a fauna de mamíferos de maior porte tem sido desenvolvida em reservas e ambientes preservados (BONATO, 2008). Diante do cenário apresentado, esse estudo tem por objetivo inventariar e avaliar a abundância e diversidade de mamíferos terrestres inseridos na Microbacia do Córrego do Urubu.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada em um fragmento de mata de galeria e savana de aproximadamente 10 hectares da Estação Experimental de Agroecologia, localizada na Chácara Delfim, Córrego do Urubu (15° 42' 0,05"S 47° 51' 27,8" O) , pertencente a região administrativa do Lago Norte – Distrito Federal. No fragmento ocorre um vale que apresenta bordas de mudança brusca de declividade evidente. O

entorno do fragmento apresenta características urbanas bem definidas, como Condomínios Residenciais de Alto Padrão (Setor Habitacional Taquari Etapa I) e um bairro de baixa renda (Varjão), apesar de estar localizado em área rural. Quanto ao zoneamento da área de estudo, encontra-se na unidade hidrográfica Santa Maria/Torto (bacia hidrográfica do lago Paranoá) e está inserida em duas importantes Áreas de Proteção Ambiental (APA) do Planalto Central e do lago Paranoá. O clima da região é o tropical com estação seca (do tipo Aw na classificação climática de Köppen-Geiger), com temperaturas médias mensais sempre superiores a 18 °C e índice pluviométrico em torno de 1.540 milímetros (mm) anuais, concentrados entre os meses de outubro e abril.

O fragmento de cerrado foi inicialmente inspecionado por trilhas, estradas, margens de cursos d'água em busca de evidências direta e indireta, bem como georreferenciado e dividido em quadrantes para a escolha de 6 pontos de amostragem no interior do fragmento. Inicialmente 2 pontos foram sorteados e para cada ponto uma armadilha fotográficas (câmeras Trap) foi fixada em troncos de árvores a uma altura aproximada de 45 cm do solo. As câmeras ficaram ativas por 15 dias em cada ponto e 24 horas por dia, sendo acionadas por sistema com sensor de calor e movimento. Foram configuradas para gravar a data e hora na fotografia, registrando uma imagem a cada um minuto. Visando reduzir contagens sucessivas de um mesmo indivíduo, foram considerados registros efetivos, imagens fotografadas em um intervalo de cinco minutos. As imagens foram coletadas das câmeras a cada 7 dias e transferidas para análise com o programa de computação CAPTURE. Nessas datas foram realizadas as manutenções que se fizeram necessárias nos equipamentos como troca de pilhas. Após 15 dias outros 2 pontos foram sorteados e assim sucessivamente entre novembro de 2016 e fevereiro de 2017. Foram utilizadas também as metodologias indiretas (rastros e pegadas) e observações diretas (visual e auditiva) em todas as atividades de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do uso de armadilhas fotográficas obteve-se o registro de sete espécies de mamíferos de pequeno, médio e grande porte na área de estudo (tabela 1).

Tabela I. Distribuição das espécies capturadas com o uso de armadilha fotográficas por taxa, nome popular, fitofisionomia do Cerrado de acordo com ICMBio e numero de registros, na Estação Experimental de Agroecologia – Chácara Delfim.

Taxa	Nome Comum	Fitofisionomia	Registros
Ordem Didelphimorphia			
Família Didelphidae			
<i>Didelphis marsupialis</i>	Gambá, Saruê	Mata Galeria	32
Ordem Carnivora			
Família Canidae			
<i>Canis familiaris</i>	Cão doméstico	Mata Galeria, Campo Sujo Campo Limpo	12
Família Felidae			
<i>Felis Catus</i>	Gato doméstico	Mata Galeria	12
Ordem Primates			

Família Callitrichidae			
<i>Callithrix penicillata</i>	Sagüi, mico-estrela	Mata Galeria	31
Ordem Cingulata			
Família Dasypodidae			
<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-de-rabo-mole	Campo Sujo	2
<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatu, tatu-mulita, tatuí	Mata Galeria	4
Ordem Artiodactyl			
Família Cervidae			
<i>Mazama gouazoupira</i>	Veado Campeiro	Campo Sujo	1

As espécies que apresentaram maior número de registros foram *Didelphis marsupialis* e *Callithrix penicillata*, que juntas representaram mais de 65% dos registros fotográficos. O predomínio de *Didelphis marsupialis* é um indício do alto grau de perturbação da área. Dados de Fonseca (1989) e Fonseca & Robinson (1990) mostram que espécies do gênero *Didelphis* são generalistas de habitat e dieta e se adaptam muito bem a áreas onde a fauna de carnívoros esteja depauperada ou eliminada. Nessas situações, espécies do gênero *Didelphis* tendem a tornar-se dominante.

A despeito do estudo ter sido conduzido em um fragmento de cerrado obteve-se 1 registro de mamífero de grande porte (*Mazama gouazoupira*), demonstrando que apesar da grande exigência ecológica, essa espécie pode persistir mesmo em ambientes fragmentados.

CONCLUSÃO

As pressões antrópicas diretas na área de estudo bem como a própria condição de área relativamente isolada e fragmentada têm implicações sobre a mastofauna.

As espécies de mamíferos registrados no presente estudo não estão totalmente protegidas, uma vez que ocorreram registros de cachorro e gato domésticos. Esses animais domésticos representam potencial ameaça à mastofauna local, uma vez que podem transmitir doenças, têm a capacidade de predação animais silvestres e, além disso, são competidores diretos por recursos alimentares.

Recomendam-se novos estudos de longa duração com mamíferos na microbacia do Córrego do Urubu, visando monitorar flutuações populacionais e taxas de extinção e, ou, incremento de espécies.

REFERÊNCIAS

- BONATO, V. et al. Ecology of the Armadillos *Cabassous unicinctus* and *Euphractus sexcinctus* (Cingulata: Dasypodidae) in a Brazilian Cerrado. **Journal of Mammalogy** 89: 168 – 174. 2008.
- COSTA, L. P. et al. Mammal conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.672-679, 2005.
- FONSECA GAB e KH REDFORD. The mammals of IBGE's Ecological Reserve, Brasília, and an analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. **Revista Brasileira de Biologia** 44:517-523. 1984.

FONSECA, G.A.B. & ROBINSON, J.G. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammals communities. **Biol. Conserv.** 53:265-294. 1990.

KASPER, C.B., MAZIM, F.D., SOARES, J.B.G., OLIVEIRA, T.G. & FABIÁN, M.E. Composição e abundância relativa dos mamíferos de médio e grande porte no Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 24(4):1087-1100. 2007.

ROCHA-MENDES, F. et al. Mamíferos do município de Fênix, Paraná, Brasil: etnozootologia e conservação. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n.4, p.991-1002, 2005.

SANTOS-FILHO M e MNF SILVA. Uso de habitats por mamíferos em área de Cerrado do Brasil Central: um estudo com armadilhas fotográficas. **Revista Brasileira de Zootecias** 4:57-73. 2002.

SECADES, C., O'CONNOR, B., BROWN, C., WALPOLE, M. Earth observation for biodiversity monitoring: a review of current approaches and future opportunities for tracking progress towards the Aichi biodiversity targets (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada, Technical Series No. 72). 2014.

2.3 PESTICIDAS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO CAMANDUCAIA – MG E SP

Robson R. M. Barizon⁽¹⁾, Vera Lúcia Ferracini⁽²⁾, Ricardo de Oliveira Figueiredo⁽³⁾

¹Embrapa Meio Ambiente. Rodovia SP 340, km 127,5. Jaguariúna – São Paulo - Brasil.

robson.barizon@embrapa.br. ²Embrapa Meio Ambiente. Rodovia SP 340, km 127,5. Jaguariúna – São Paulo - Brasil. vera.ferracini@embrapa.br. ³Embrapa Meio Ambiente. Rodovia SP 340, km 127,5. Jaguariúna – São Paulo - Brasil. ricardo.figueiredo@embrapa

RESUMO

Apesar de o Brasil ser um dos maiores consumidores de pesticidas do mundo, poucos estudos estão disponíveis na literatura sobre o impacto destes compostos sobre os recursos hídricos. Na bacia do rio Camanducaia não há registro de estudos que tenham avaliado a presença destas moléculas. O objetivo deste trabalho foi analisar a presença, no rio Camanducaia e alguns de seus afluentes, de 50 moléculas de pesticidas empregadas pela agricultura brasileira. As amostras de água foram coletadas em 12 pontos da bacia e analisadas por cromatografia gasosa (CG-MS/MS) e líquida (LC-MS/MS). Sete das 50 moléculas analisadas foram encontradas em oito pontos de coleta. As detecções ocorreram ao longo do monitoramento (10/2015 a 02/2016) e podem ser relacionadas com a boa distribuição de chuvas no período. A atrazina foi o pesticida com maior frequência de detecção.

PALAVRAS-CHAVE: agroquímico. monitoramento. resíduos.

ABSTRACT

Although Brazil is one of the largest pesticide consumers in the world, few studies have addressed the impact of these compounds on water resources. In particular, the presence of pesticides in the Camaducaia watershed has not been studied. The objective of this work was to evaluate the presence of 50 pesticides in the Camanducaia River and some of its tributaries. Water samples were collected at 12 points and analyzed by gas chromatography (GC-MS/MS) and liquid (UPLC-MS/MS). Seven of the 50 pesticides analyzed were above detection limits at eight sampling points. Detections occurred throughout the monitoring period (10/2015 to 02/2016), which can be attributed to the adequate rainfall distribution at that time. Atrazine was the ubiquitous pesticide.

KEYWORDS: agrochemical. monitoring. residues.

INTRODUÇÃO

O atual modelo de produção agrícola no Brasil, adotado pela ampla maioria dos produtores, baseia-se no uso de insumos e variedades melhoradas, em um cenário de baixa biodiversidade, para assegurar produtividades que garantam um retorno econômico mínimo para os produtores rurais. Dentre os insumos utilizados neste sistema, os pesticidas destacam-se pela importância no manejo fitossanitário, atuando no controle de pragas que podem reduzir o potencial produtivo em até 70%. Entretanto, o uso destas substâncias na agricultura tem gerado grande preocupação em função dos potenciais impactos negativos que os pesticidas podem causar, entre eles a contaminação dos recursos hídricos (ALBUQUERQUE et al., 2016; DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014).

No Brasil, apesar da importância do tema, poucos estudos têm sido realizados para avaliar a presença de pesticidas em águas superficiais e subterrâneas. Os programas oficiais de monitoramento analisam poucas moléculas,

a maioria já obsoletas, e sem considerar as características regionais dos sistemas de produção (BARBOSA; SOLANO; UMBUZEIRO, 2015).

A sub-bacia do rio Camanducaia integra a bacia do rio Piracicaba que, juntamente com os rios Capivari e Jundiá formam as bacias PCJ, de grande importância para o abastecimento da região metropolitana de São Paulo e Campinas. Na porção superior da bacia, o relevo é forte-ondulado a montanhoso, passando a ondulado e suave-ondulado conforme o rio Camanducaia se aproxima de sua foz. O uso do solo predominante na bacia é a pastagem, mesmo na porção superior onde o relevo é montanhoso. Entretanto, nos últimos anos constata-se uma rápida expansão de atividades agrícola na região, especialmente a produção de milho e olerícolas.

O controle fitossanitário nestas culturas normalmente é realizado de forma intensiva, com aplicação frequente de pesticidas para o controle de pragas. Esta alta intensidade de aplicação de pesticidas, somada às características físicas da bacia do rio Camanducaia, pode representar um risco para a qualidade das águas superficiais, uma vez que estas substâncias podem ser transportadas via escoamento superficial ou fluxo subsuperficial até os cursos d'água. O objetivo deste estudo foi avaliar a presença de pesticidas nas águas do rio Camanducaia e alguns de seus afluentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: O rio Camanducaia está localizado na região sudeste do Brasil e possui uma área de drenagem de aproximadamente 870 km² e extensão de 160 km. As nascentes localizam-se no sul do estado de Minas Gerais, no município de Toledo, e a foz encontra-se em Jaguariúna, já no estado de São Paulo, sendo um contribuinte do Rio Jaguari, que forma juntamente com o Rio Atibaia, o Rio Piracicaba. A altitude na porção superior da bacia do Camanducaia chega a ultrapassar 1.500 m e atinge pouco mais de 500 em sua foz. A precipitação média anual na bacia varia de 1.600 mm na parte superior da bacia até 1.300 mm na região de Jaguariúna. A bacia apresenta clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. Na porção superior da bacia o verão é mais ameno, com temperatura média do mês mais quente do ano inferior a 22 °C, sendo definido como Cwb pela classificação de Koppen. Na parte mais baixa da bacia o clima é classificado como Cwa, com verão mais quente.

Amostragem: Foram selecionados 12 pontos de amostragem na bacia, sendo quatro pontos na calha do rio Camanducaia e os oito restantes em alguns de seus afluentes. As amostras de água superficial foram coletadas quinzenalmente no período de outubro/2015 a fevereiro/2016, totalizando 105 amostras em situações diferenciadas de vazões afetadas por eventos de chuva de diferentes magnitudes. Todos os pontos foram amostrados em cada uma das campanhas de coleta. As coletas foram realizadas com um recipiente plástico em polipropileno, na calha central do curso d'água e em uma profundidade variando de 15 – 30 cm. Em seguida, as amostras de água foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar de 1L e mantidas sob refrigeração até serem transportadas para o laboratório.

Análise química. Para determinação multiresíduo de 18 pesticidas por cromatografia gasosa (GC-MS/MS) foi utilizado o método de extração em fase sólida (SPE- *solid phase extraction*). A determinação de 32 pesticidas no sistema de cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC-MS/MS), foi realizada por meio de injeção direta da amostra, sem concentração e/ou *clean-up*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 50 moléculas analisadas nos dois métodos cromatográficos empregados neste estudo, sete pesticidas foram detectados nas amostras de água da bacia (resultados > limite de detecção - LD) (Figura 1). A contaminação de cursos d'água por pesticidas pode ocorrer de diferentes formas, sendo as principais: escoamento superficial decorrente de chuvas intensas, rápida lixiviação ocasionada por fluxo preferencial através de rachaduras e fissuras no solo, fluxo subsuperficial através de caminhos preferenciais acima de camada impermeável ou de baixa condutividade hidráulica, deriva ocasionada por ventos no momento da aplicação e por perdas pontuais, principalmente na lavagem e abastecimento de pulverizadores diretamente nos rios, o que é proibido, mas de certa forma ainda comum entre produtores rurais (TANG; ZHU; KATOU, 2012).

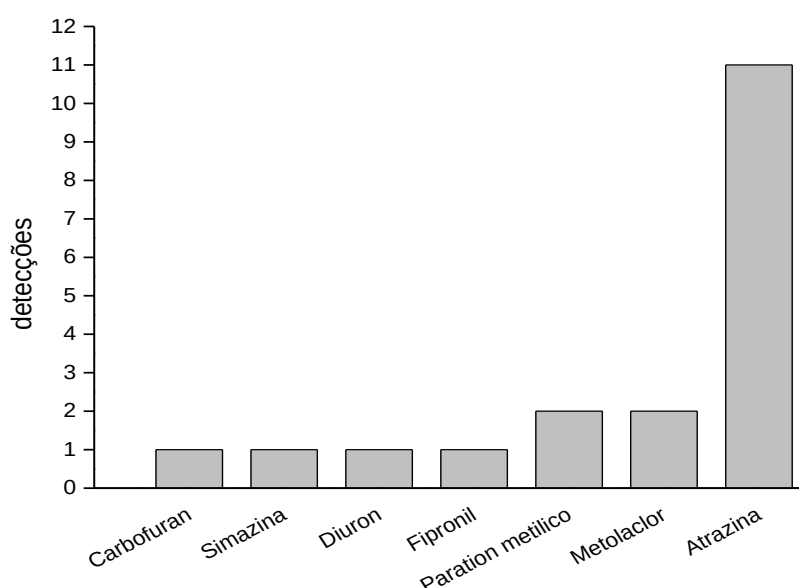


Figura 1. Pesticidas detectados em oito dos 12 pontos monitorados na bacia do rio Camanducaia.

A atrazina foi o composto mais detectado no monitoramento, sendo verificada sua presença em oito dos 12 pontos monitorados na bacia do rio Camanducaia (dados não publicados). O milho é a cultura agrícola com maior área plantada na bacia do rio Camanducaia e utiliza grandes quantidades de atrazina no controle de plantas daninhas na fase de pré-germinação e desenvolvimento inicial da cultura, o que justifica o seu índice maior de detecção. A atrazina é frequentemente detectada em águas superficiais (MANDIKI et al., 2014; LERCH et al., 2011) sendo atribuída sua mobilidade principalmente à sua moderada persistência no ambiente e baixa capacidade de retenção no solo.

O transporte de pesticidas é função principalmente das propriedades físico-químicas das moléculas e das condições edafoclimáticas do ambiente onde foram aplicados (MÜLLER et al., 2004). A retenção dos pesticidas no solo é inversamente proporcional à sua solubilidade em água e pode ser expressa pelo coeficiente de adsorção normalizado para carbono orgânico (K_{oc}). Das sete moléculas detectadas neste monitoramento, cinco delas (atrazina, carbofuran, metolaclor, simazina e paration metílico) apresentam K_{oc} menor que 500, indicando potencial de mobilidade.

Em praticamente todas as campanhas de coleta houve pelo menos uma detecção de pesticida (Figura 2). Na bacia do rio Camanducaia, as culturas são

cultivadas principalmente no período chuvoso, coincidindo assim o período de precipitações intensas com o período de aplicação dos pesticidas. Durante a condução do monitoramento, as chuvas ocorreram frequentemente (Figura 2) e algumas delas apresentaram volume expressivo, com acúmulo em 24 horas superior a 30 mm. O elevado volume de chuvas, associado com níveis de umidade no solo próximos da saturação (em função das chuvas frequentes) contribuíram para a geração de escoamento superficial, com consequente transporte dos pesticidas tanto em solução quanto associados aos sedimentos. (MÜLLER et al., 2004).

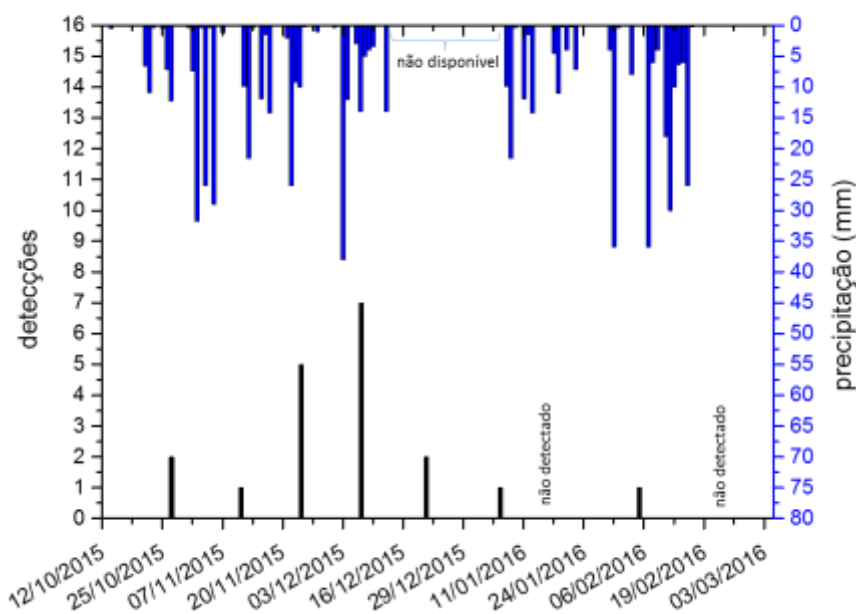


Figura 2. Total de resultados positivos (> LD) para a presença de pesticidas nas amostras de água e a precipitação acumulada diária durante o período do monitoramento no município de Pedra Bela – SP.

CONCLUSÕES

Sete dos 50 pesticidas analisados foram detectados nas águas superficiais da bacia do rio Camanducaia. A atrazina foi o pesticida com maior frequência de detecção, em função do milho ser a principal cultura cultivada na bacia e utilizar doses elevadas deste composto. As detecções ocorreram ao longo do monitoramento e podem ser relacionadas com a boa distribuição de chuvas no período.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à EMBRAPA (SEG-021421002) e à FAPEMIG (APQ-03157-13) pelo apoio a este trabalho no âmbito do projeto de pesquisa "Efeitos do Uso do Solo sobre Aspectos Quali-Quantitativos dos Recursos Hídricos nas Áreas de Cabeceira das Bacias dos Rios Camanducaia e Jaguari" numa parceria da Rede AgroHidro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. F. et al. Pesticides in Brazilian freshwaters: a critical review. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, v. 18, n. 7, p. 779–787, 2016.

BARBOSA, A. M. C.; SOLANO, M. DE L. M.; UMBUZEIRO, G. DE A. Pesticides in Drinking Water - The Brazilian Monitoring Program. **Frontiers in public health**, v. 3, n. November, p. 246, 2015.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas Main aspects of the pollution in Brazilian rivers by pesticides. n. 2011, p. 1296–1301, 2014.

LERCH, R. N. et al. Herbicide Transport in Goodwater Creek Experimental Watershed: I. Long-Term Research on Atrazine. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 47, n. 2, p. 209–223, 2011.

MANDIKI, S. N. M. et al. Effect of land use on pollution status and risk of fish endocrine disruption in small farmland ponds. **Hydrobiologia**, v. 723, n. 1, p. 103–120, 2014.

MÜLLER, K. et al. **Herbicide loss in runoff: Effects of herbicide properties, slope, and rainfall intensity** **Australian Journal of Soil Research**, 2004.

TANG, X.; ZHU, B.; KATOU, H. A review of rapid transport of pesticides from sloping farmland to surface waters: Processes and mitigation strategies. **Journal of Environmental Sciences**, v. 24, n. 3, p. 351–361, 2012.

2.4 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO CÓRREGO DA SAUDADE E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO LOCAL

*Autor 1 – Jéssica Alves de Menezes, estudante IFTM – Câmpus Uberaba/MG, Bolsista Institucional
jmenezes418@gmail.com*

*Autor 2 – Vera Lucia Abdala professora IFTM- Câmpus Uberaba/ MG Dra. Engenharia Agrônômica
vlabdala@iftm.edu.br*

*Autor 3 - Eduardo Borges de Oliveira Neto estudante IFTM- Câmpus Uberaba/MG bolsista FAPEMIG
eduardoborges_10@live.com*

*Autor 4 - Rafaela da Silva Pereira estudante IFTM- Uberaba/MG bolsista CNPQ
rafaelasilvap@outlook.com*

Autor 5 - Berenice de Paula Amaral mestrande IFTM- Câmpus Uberaba/MG Berenice@iftm.edu.br

RESUMO

A ação antrópica sobre o meio ambiente tem despertado a atenção nos últimos anos, por promover sérios problemas ambientais. As Áreas de Preservação Permanente foram definidas e constituídas pelo Código Florestal, tendo sido criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original existente. O projeto foi desenvolvido na sub-bacia do córrego da Saudade, localizada próximo ao Distrito Industrial I. Foi realizado o mapeamento da área em estudo com a utilização de imagens de satélites e com o auxílio do Sistema– IDRISI Selva, com o objetivo de obter informações referentes ao uso e ocupação do solo. Nas visitas *in loco* para levantamentos de informações, foi aplicado um questionário com informações para a população referente aos conhecimentos ambientais como: poluição hídrica, resíduos sólidos, contaminação da água e do solo, doenças relacionadas às falhas no gerenciamento de resíduos sólidos, esgotamento sanitário, água parada e/ou contaminada trazendo com isso o aparecimento de vetores de doenças como a dengue. Por meio da aplicação do questionário, notou-se que a população entrevistada, em sua maioria, diz sentir prejudicada em razão dos problemas ambientais que os circundam, tendo como principal fator a predominância do mau-cheiro, a presença de diversos tipos de erosão, assoreamento do rio, diminuição da biota aquática, supressão dos serviços ambientais. Diante da aplicação de tais atividades, foi possível verificar que a população está descontente com a atual situação desta sub-bacia. Verificou-se a ausência de informação ambiental pelos moradores.

Palavras-Chave: Questionário educacional; Ação antrópica; Degradação

ABSTRACT

Anthropic action on the environment has attracted attention in recent years, as it promotes serious environmental problems. Areas of Permanent Preservation have been defined and constituted by the Forest Code and were created to protect the natural environment, which means that they are not appropriate areas for land use change and must be covered with the original vegetation. The project was developed in the sub-basin of the stream of Saudade, located near Industrial District I. The mapping of the area under study with the use of satellite images and with the aid of a System - IDRISI Selva was carried out, with the objective of Information on land use and occupation. In the on-site visits for information surveys, a questionnaire was applied with information to the population regarding environmental knowledge such as water pollution, solid waste, water and soil contamination, diseases related to

failures in solid waste management, sanitary sewage, Water stopped and / or contaminated bringing with it the appearance of vectors of diseases like dengue. Through the application of the questionnaire, it was noticed that the majority of the interviewed population feel impaired due to the environmental problems that surround them, having as main factor the predominance of bad smell, the presence of several types of erosion, Silting of the river, reduction of aquatic biota, suppression of environmental services. In the application of these activities, it was possible to verify that the population is dissatisfied with the current situation of this sub-basin. The absence of environmental information by the residents was verified.

Keywords: Educational questary; Anthropogenic action; Degradation

INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente vem se agravando nos últimos anos, devido a uma intensa pressão do crescimento populacional, do crescimento econômico que busca sempre novos espaços para sua expansão e da exploração descontrolada dos recursos naturais. Planejar o espaço, dentro de uma perspectiva de entender o presente com informações do passado e projetar prognósticos, torna-se uma ferramenta fundamental para a intervenção desses eventos a fim de maximizar os pontos positivos e minimizar os negativos que serão gerados na natureza.

A ação antrópica sobre o meio ambiente tem despertado a atenção nos últimos anos, por promover sérios problemas ambientais. Quando o assunto são as bacias hidrográficas, o despejo de resíduos líquidos e sólidos, a retirada da vegetação, as construções irregulares nas margens dos rios, além de outros problemas como a impermeabilização, erosão e perda de solos fragilizam e causam impactos que para serem recuperados, muitas vezes, necessitam de grandes recursos financeiros ou mesmo um período de tempo para sua parcial ou completa recuperação (SILVA, 1997). As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram definidas e constituídas pelo Código Florestal brasileiro, tendo sido criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original existente.

Comumente o planejamento e gestão ambiental visam à avaliação espacial do território, de forma a sistematizar e integrar mais facilmente banco de dados favorecendo a redução de custos. Neste contexto, têm-se o desenvolvimento das técnicas de sensoriamento remoto e Geoprocessamento como ferramentas eficazes no auxílio da gestão de bacias hidrográficas.

Uma bacia hidrográfica contém um complexo modelo biofísico, e esse está associado à dinâmica de cada variável morfométrica analisada, a qual está fortemente correlacionada com a diversidade geomorfológica e regimes climáticos (PISSARRA, 2010). É possível compreender a constituição de uma bacia hidrográfica por ser composta por um conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam água da chuva e sedimentos para um canal principal cujo deflúvio converge numa saída única que é a sua foz ABDALA, (2005).

Christofolletti (1974) define o termo bacia hidrográfica ou bacia de drenagem como sendo uma área drenada por um determinado rio ou por uma rede fluvial. A drenagem fluvial é constituída por um conjunto de canais de escoamento interligados. Áreas de risco natural ao longo das margens dos rios e vertentes das microbacias hidrográficas são comumente invadidas devido à expansão das áreas urbanas, fixando residências, aumentando assim a degradação hídrica e social. Sendo necessário, que haja uma gestão do recurso hídrico, compartilhada e não

somente integrada, em que a evolução dos sistemas de gerenciamento do mesmo esteja diretamente ligada ao gerenciamento da bacia hidrográfica.

Portanto, há necessidade de planejar ambientalmente as bacias hidrográficas, a nível municipal ou local, em que este deverá ser idealizado como auxiliar de propostas: de análise da fragilidade ambiental, dos cenários ambientais e do zoneamento, em harmonia com a legislação ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na sub-bacia do córrego da Saudade, localizada próximo ao Distrito Industrial I e entre os bairros Dom Eduardo, Grande Horizonte e Jardim Uberaba.

Foi realizado o mapeamento e caracterização da área em estudo com a utilização de imagens de satélites e com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica – IDRISI Selva, com o objetivo de obter informações referentes ao uso e ocupação do solo, informações sobre as redes de drenagem, avaliação das Áreas de Preservação Permanente com base nas legislações ambientais vigentes no âmbito municipal e estadual, identificação das áreas com início e risco de erosão.

Foram realizada avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água ao longo da bacia e com isso investigar junto à população com as visitas *in loco*, as fontes de contaminação da água e do solo e suas interferências na qualidade de vida das populações locais.

Nas visitas *in loco* para checagem e levantamentos de informações, foi aplicado um questionário e abordagens com informações para a população referente ao conhecimento sobre assuntos ambientais como, poluição hídrica, resíduos sólidos, contaminação da água e do solo, doenças relacionadas às falhas no gerenciamento de resíduos sólidos, esgotamento sanitário, água parada e/ou contaminada trazendo com isso o aparecimento de vetores de doenças como a dengue entre outras. Durante todo o projeto o instrumento utilizado constantemente foram às várias metodologias referentes à educação ambiental entre elas as mencionadas acima e abordagens individuais e ou coletivas junto aos moradores.

Assim, estes subsidiarão a discussão e os resultados da qualidade ambiental da bacia junto à comunidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à análise da situação dos recursos hídricos do córrego da Saudade, constatarem-se diversos pontos de lançamentos de efluentes em seu corpo hídrico o que inviabiliza a coletividade de usufruir da multiplicidade do uso dos recursos hídricos, além de ser um fator com potencial de afetar, direta e indiretamente, o direito à saúde, à vida, à higiene, à integridade física, ao respeito à dignidade da pessoa humana, dentre outros, principalmente daqueles que moram as margens do córrego da Saudade.

No que se refere à Área de Preservação Permanente do córrego da Saudade, identificaram-se passivos ambientais os quais estão deteriorando o meio ambiente e prejudicando a saúde da população, mormente aquela localizada próxima ao Distrito Industrial I (Bairro Dom Eduardo).

Além do mais, por meio da aplicação do questionário, verificou-se que a população entrevistada, em sua maioria, diz sentir prejudicada em razão dos problemas ambientais que os circundam, tendo como principal fator a predominância do mau-cheiro, a presença de diversos tipos de erosão, assoreamento do rio, diminuição da biota aquática, supressão dos serviços ambientais. Outro problema

verificado, tanto por parte de relatos dos moradores como também por meio de visitas ao local, é a presença de fogo nas APPs com a finalidade de controlar a pastagem.

CONCLUSÃO

Diagnosticaram-se impactos ambientais gerados pela população ribeirinha da sub-bacia do córrego da Saudade, por meio das seguintes atividades: levantamento e mapeamento de sua área, obtenção de informações gerais do uso do solo e da água, mensuração dos limites das Áreas de Preservação Permanente.

Diante da aplicação de tais atividades, foi possível verificar que a população está descontente com a atual situação desta sub-bacia. Além do mais, verificou-se a ausência de informação ambiental por parte dos seus moradores, razão pela qual se faz necessário promover a instrução, por meio da Educação Ambiental, para que tais moradores possam participar da vida política, principalmente no que diz respeito à tomada de decisões ambientais.

REFERÊNCIAS

ABDALA, V. L. Zoneamento Ambiental da Bacia do Alto Curso do Rio Uberaba-MG como Subsídio para a Gestão do Recurso Hídrico Superficial. 2005. 73 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia – UFU, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Ed. Ltda e EDUSP. 1974, 149p.
PISSARRA, T. C. T. et al . Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. Revista Árvore, Viçosa, v. 34, n. 4, Aug. 2010.

SILVA, D. D., PRUSKI, F. F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília, DF: MMA; SRH; ABEAS; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. 252p.

2.5 INFLUÊNCIA DE UM GRANDE TRIBUTÁRIO SOBRE A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE UM RESERVATÓRIO TROPICAL DO TIPO FIO D'ÁGUA

Ana Maria Cirino Ruocco – Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP

E-mail: ana.ruocco@ibb.unesp.br

Marcos Gomes Nogueira - Professor do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP

E-mail: nogueira@ibb.unesp.br

RESUMO

Objetivou-se neste estudo avaliar a influência de um grande tributário sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um reservatório tropical do tipo fio d'água. Para isso, foram selecionados dois pontos de amostragem no reservatório de Salto Grande, rio Paranapanema, SP: um a montante (P1) e o outro a jusante (P2) da foz do tributário rio Pardo. Em cada ponto de amostragem foram analisadas as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento. Amostras de macroinvertebrados foram coletadas em trélicas com draga de Van Veen, lavadas em rede de 0,25 mm, fixadas com formol 4% e armazenadas em álcool 70%, para posterior triagem e identificação dos organismos. Atributos ecológicos como riqueza de táxons, densidade, diversidade e equitabilidade foram determinados. A granulometria do sedimento foi o parâmetro ambiental que apresentou maior diferença entre os pontos. Com relação a comunidade de macroinvertebrados, os valores de riqueza, densidade, diversidade e equitabilidade foram maiores no ponto sobre influência do tributário (P2). Nesse ponto predominaram os Ostracoda (36,5%) e o Bivalvia *Corbicula fluminea* (32,7%) enquanto que em P1 *Corbicula fluminea* foi o táxon mais abundante (59,5%). Nossos resultados apontam para um potencial incremento na comunidade de macroinvertebrados bentônicos após a entrada do rio Pardo.

Palavras-chave: Atributos ecológicos. Reservatório de Salto Grande. Rio Pardo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of a large tributary on the community of benthic macroinvertebrates of a run-of-river tropical reservoir. Two sampling points were selected in the Salto Grande reservoir, Paranapanema River, SP: one upstream (P1) and the other downstream (P2) from the Rio Pardo tributary. At each sampling point, the physical and chemical variables of water and sediment were measured. In each point three samples of macroinvertebrates were collected with a Van Veen type dredge, washed in a 0.25 mm mesh, fixed with 4% formaldehyde and stored in 70% alcohol, for further separation and identification of the organisms. Ecological attributes such as taxa richness, density, diversity and equitability were determined. The sediment granulometry was the environmental parameter that presented the greatest difference between the points. In relation to the community of macroinvertebrates, the values of richness, density, diversity and equitability were higher in the point on influence of the tributary (P2). At this point, Ostracoda (36.5%) and Bivalvia *Corbicula fluminea* (32.7%) predominated, while in P1 *Corbicula fluminea* was the most abundant taxon (59.5%). Our results indicate a a potential increase in the community of macroinvertebrates after the entrance of the River Pardo.

Keywords: Ecological attributes. Pardo River. Salto Grande reservoir.

INTRODUÇÃO

O reservatório de Salto Grande (22°57'26.80" S – 49°57'09.12" W) localiza-se no final da porção alta e início da porção média da bacia do rio Paranapanema, SP. Inaugurado em 1958, é obra pioneira na conquista do potencial energético da bacia e responsável pelo início da nacionalização da tecnologia hidrelétrica (ANA, 2005).

Trata-se de um reservatório com 12 km², do tipo fio d'água, com tempo de retenção de 1,5 dias (valor médio anual), sendo seus principais afluentes o rio Novo e o rio Pardo. Após a entrada do rio Pardo, é considerado um sistema eutrófico (NOGUEIRA et al., 2012).

Neste estudo o objetivo foi analisar a influência de um grande tributário na comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um reservatório tropical do tipo fio d'água.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram selecionados dois pontos de amostragem no reservatório de Salto Grande: um localizado a montante da zona de desembocadura do tributário rio Pardo (P1) e outro a jusante (P2) (Figura 1). A coleta foi realizada em julho de 2013.

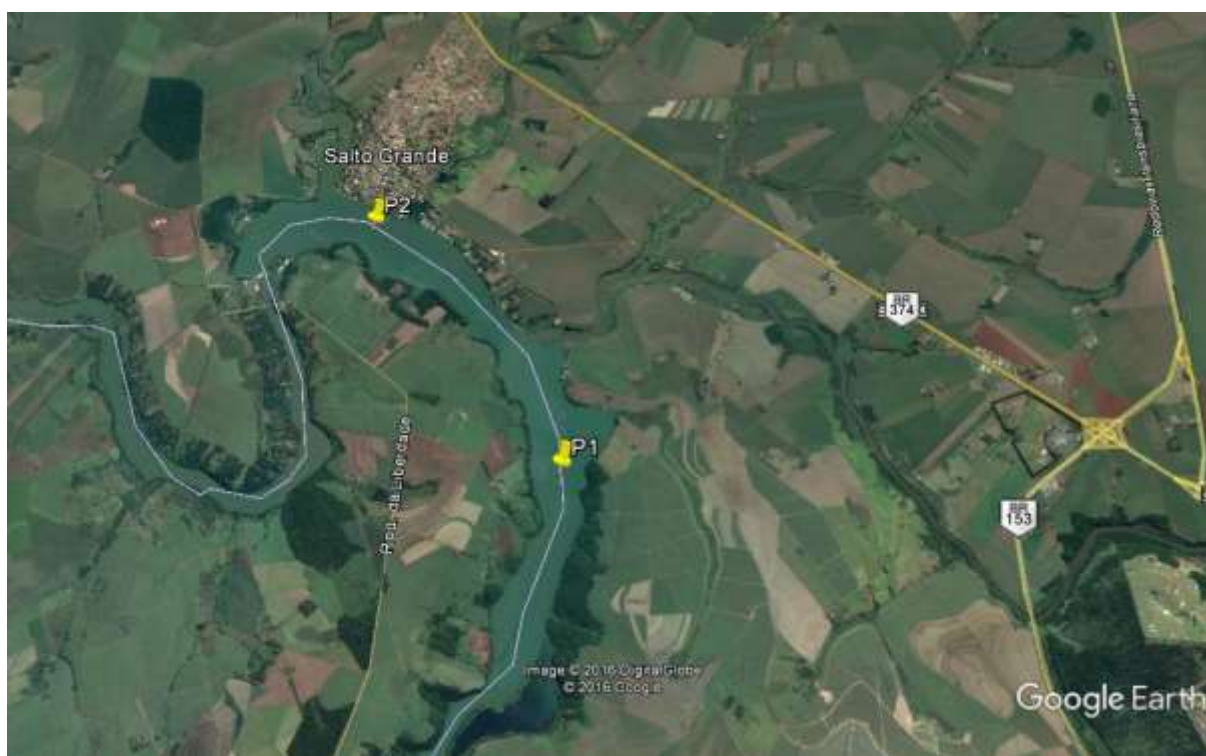


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem no Reservatório de Salto Grande, rio Paranapanema, SP.

Foram determinadas *in situ* as seguintes variáveis ambientais: profundidade, transparência da água, oxigênio da água próxima ao fundo, pH, condutividade, potencial de óxido redução e turbidez da água, através de uma sonda multiparâmetros Horiba U-52. Amostras de sedimento foram coletadas para análise do teor de matéria orgânica e granulometria.

Os macroinvertebrados bentônicos foram amostrados em tréplica através de um pegador de fundo tipo Van Veen. As amostras de sedimento foram lavadas em

rede de 0,25 mm, fixadas com formol 4% e armazenadas em álcool 70%, para posterior triagem e identificação dos organismos ao menor nível taxonômico possível.

A riqueza de táxons, a densidade dos macroinvertebrados (expressa em indivíduos m^{-2}), assim como a abundância relativa dos grupos bentônicos, foram calculadas. O índice de diversidade de Shannon (bits ind^{-1}) e equitabilidade de Pielou (J') foram determinados através do programa PAST v2.03.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os parâmetros ambientais determinados em ambos os pontos de amostragem.

Tabela 1. Parâmetros ambientais determinados nos pontos de amostragem P1 e P2 em julho de 2013.

Parâmetros ambientais	Pontos de amostragem	
	P1	P2
Teor de matéria orgânica no sedimento (%)	25,50	32,21
Areia muito grossa (%)	2,10	0,00
Areia grossa (%)	14,20	0,00
Areia média (%)	23,10	0,40
Areia fina (%)	13,75	3,70
Areia muito fina (%)	4,65	14,75
Silte e argila (%)	42,20	81,15
Profundidade (m)	4,80	5,60
Temperatura (°C)	20,45	19,81
Oxigênio dissolvido ($mg\ l^{-2}$)	8,20	9,53
pH	7,07	7,20
Condutividade ($\mu S\ cm^{-1}$)	60,00	65,80
Potencial de óxido-redução	169,00	163,00
Turbidez (NTU)	1,84	5,00

Com relação às características do sedimento, P1 e P2 apresentam elevados teores de matéria orgânica, podendo ser classificados como sedimento orgânico (>10%, segundo ESTEVES, 2011). O ponto a jusante da desembocadura do rio Pardo (P2) apresentou o maior valor (32,21%). O ensaio granulométrico mostrou haver proporções similares entre areia e silte/argila em P1 e predomínio de silte e argila em P2.

No total, foram encontrados sete táxons pertencentes aos grupos Annelida (Oligochaeta), Crustacea (Ostracoda), Insecta (Odonata) e Mollusca (*Limnoperna fortunei*, *Corbicula fluminea*, *Heleobia* grupo *piscium* e *Melanoides tuberculata*), sendo cinco deles encontrados em P1 e seis, em P2 (Figura 2.a).

Os valores de densidade total foram maiores em P2 (17.727 ind. m^{-2}), quando comparados a P1 (6.869 ind. m^{-2}) (Figura 2.b), assim como os resultados dos índices de diversidade e equitabilidade (respectivamente, P1: 0,957/0,520; P2: 1,289/0,604). Tais resultados indicam que a comunidade é mais diversificada e homogênea no ponto a jusante da foz do rio Pardo.

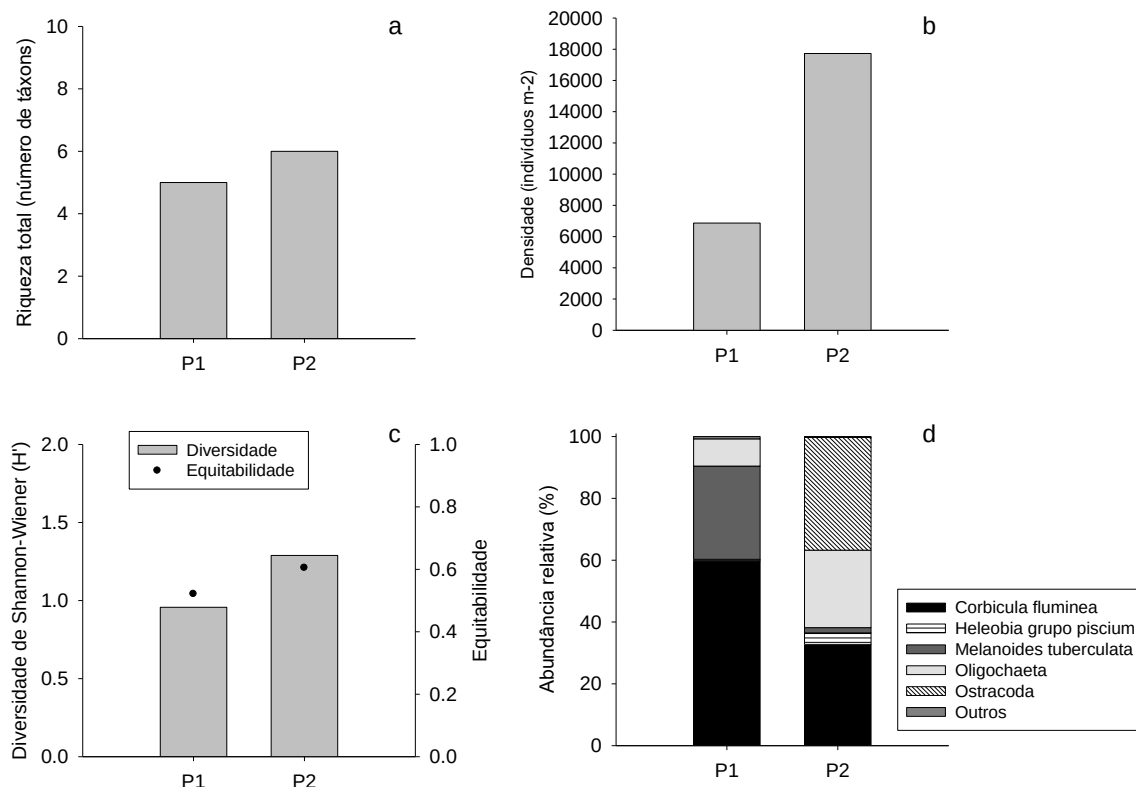


Figura 2. (a) Riqueza de táxons, (b) densidade, (c) diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou e (d) abundância relativa dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados nos pontos de amostragem P1 e P2 em julho de 2013.

CONCLUSÕES

A comunidade de macroinvertebrados do reservatório de Salto Grande apresentou tendência de incremento em seus atributos ecológicos após o trecho de desembocadura do tributário rio Pardo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Regiões Hidrográficas. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>.

ESTEVES, Francisco de Assis. Fundamentos de limnologia. In: **Fundamentos de limnologia**. Interciência/Finep, 2011.

NOGUEIRA, Marcos Gomes; PERBICHE-NEVES, Gilmar; NALIATO, Danilo AO. Limnology of two contrasting hydroelectric reservoirs (storage and run-of-river) in southeast Brazil. In: **Hydropower-Practice and Application**. InTech, 2012.

2.6 COMPARAÇÃO DA BIOLOGIA POPULACIONAL DE HEMIODUS UNIMACULATUS (JATUARANA-ESCAMA-GROSSA) ENTRE O RESERVATÓRIO DE TUCURUÍ / PA E SUA JUSANTE

Eduardo Meneguzzi Brambilla¹, James Raul Garcia Ayala¹, Fabio Alexandre Travassos²

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Unesp – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Botucatu, SP

²CAUNESP, Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP
eduardo.brambilla@gmail.com, jamesrga@hotmail.com, f-travassos@bol.com.br

RESUMO

A pesca artesanal na área de influência do reservatório da UHE de Tucuruí é uma atividade de grande importância econômica. A jatuarana-escama-grossa (*Hemiodus unimaculatus*) destaca-se como uma das principais espécies desembarcadas na região. Conhecer a biologia populacional desta espécie em diferentes trechos da área de influência da UHE Tucuruí é fundamental para o manejo pesqueiro da região. Neste trabalho, caracterizamos e comparamos a biologia populacional de *H.unimaculatus* entre o reservatório de Tucuruí e sua jusante. Foram analisados 1462 indivíduos, amostrados trimestralmente entre 2000 e 2010 em dois pontos no reservatório e em dois pontos a sua jusante. Os parâmetros analisados foram: relação peso-comprimento, razão sexual, distribuição em classes de tamanho e fator de condição. Todas as análises apresentaram diferenças significativas entre reservatório e jusante. A relação peso-comprimento indicou que as duas espécies apresentam crescimento do tipo alométrico negativo, mas a jusante os indivíduos tendem a ser mais leves em determinada classe de tamanho. No reservatório há predomínio de indivíduos maiores. A proporção sexual é a mesma entre machos e fêmeas no reservatório enquanto que há um predomínio maior de fêmeas a jusante. As populações do reservatório apresentam maiores valores de fator de condição. As populações de *H. unimaculatus* diferem entre o reservatório e sua jusante, fato explicado pelas diferentes condições limnológicas, disponibilidade de recursos alimentares e pressão da pesca entre os locais. Adicionalmente, as informações geradas por esse estudo podem servir de subsídio para o manejo pesqueiro e conservação desta espécie na área de influência da UHE de Tucuruí.

Palavras-chave: Distribuição em classes de tamanho. Fator de condição. Razão sexual. Relação peso-comprimento.

ABSTRACT

The artisanal fishing in the influence area of the reservoir of the HPP of Tucuruí is an activity of great economic importance. The jatuarana-escama-grossa (*Hemiodus unimaculatus*) is one of the main species fished in the region. Knowing the population biology of this species in different parts of the area of influence of the Tucuruí HPP is fundamental for the fishing management of the region. In this work, we characterize and compare the population biology of *H.unimaculatus* between the Tucuruí reservoir and its downstream. We analyzed 1462 individuals, sampled quarterly between 2000-2010 at two points in the reservoir and at two points downstream. The parameters analyzed were: weight-length relationship, sex ratio, distribution in size classes and condition factor. All analyzes showed significant differences between reservoir and downstream. The weight-length relationship indicated that the two species present a negative allometric growth, but downstream individuals tend to be lighter in a given size class. In the reservoir there is a predominance of larger

individuals. The sex ratio is the same between males and females in the reservoir while there is a greater predominance of females downstream. The populations of the reservoir present higher values of condition factor. The populations of *H. unimaculatus* differ between the reservoir and its downstream, a fact explained by the different limnological conditions, availability of food resources and fishing pressure between the sites. In addition, the information generated by this study may serve as a subsidy for the fishery management and conservation of this species in the area of influence of the Tucuruí HPP.

Keywords: Condition factor. Distribution in size classes. Sex ratio. Weight-length relationship.

INTRODUÇÃO

A pesca artesanal é uma atividade de suma importância social e econômica para os municípios situados na área de influência da Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí, entre os Estados de Tocantins e Maranhão. Cerca de 25.000 profissionais são afiliados às colônias de pescadores da região (JURAS et al., 2004) e estima-se que, com os dependentes, esse número representa uma população de aproximadamente 200.000 pessoas.

Uma das espécies que se destaca como um dos principais recursos pesqueiros desembarcados na região é a jatuarana-escama-grossa (*Hemiodus unimaculatus*) (CINTRA et al., 2013). Está distribuída em todas as bacias hidrográficas da Amazônia brasileira, apresenta hábito alimentar onívoro, é encontrada nas margens de rios e lagos, apresenta desova parcelada e tamanho de primeira maturação sexual de 13 cm (SANTOS et al., 2004). *H.unimaculatus* está distribuída amplamente na área de influência da UHE de Tucuruí, apresentando estrutura populacional e pressão de pesca distinta ao longo das regiões (CINTRA et al., 2013).

Estudos de biologia populacional de peixes fornecem informações fundamentais para o manejo sustentável dos recursos pesqueiros e de adoção de técnicas e procedimentos adequados ao extrativismo. Dessa forma, é importante conhecer a biologia populacional de *H. unimaculatus*, em diferentes trechos da área de influência da UHE Tucuruí. Neste trabalho, caracterizamos e comparamos a biologia populacional de *H.unimaculatus* entre o reservatório de Tucuruí e sua jusante.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende a região influenciada pela UHE de Tucuruí, localizada no estado de Pará, Brasil (03°45'03"S 49°40'03"W) a 7,5km a montante do município de Tucuruí e a 300 km em linha reta da cidade de Belém. Este reservatório tem uma área de 2430 km² e uma profundidade média de 18,9 m (CMB, 1999).

Desenho do estudo e análise de dados

As amostras foram coletadas trimestralmente em dois pontos no reservatório (Breu Branco e Funai) e em dois pontos a jusante da barragem (Mocajuba e Cametá) de 2000 a 2010, como parte do programa de monitoramento ambiental da empresa de geração de energia hidrelétrica Eletronorte, que forneceu dados para fins científicos.

As coletas de peixes foram realizadas com redes de emalhar padronizadas com malhas de 40-200 mm; As espécies de peixe foram identificadas com base em guias de referência (BRITSKI et al., 1988, 1999) e verificadas no FishBase; Cada

espécime foi medido para comprimento padrão (SL), pesado (WT) e dissecado para análise macroscópica de gônadas para reconhecimento sexual.

Foram analisados 1462 indivíduos. Os parâmetros de biologia populacional utilizados foram: relação peso-comprimento $Wt=\phi*Ls^\Theta$; razão sexual, utilizando-se o teste $\chi^2=2*(O-E)^2/E$ para avaliar possíveis diferenças estatísticas nas proporções entre sexos; distribuição em classes de tamanho $W=K*R$, $K=1+3.222*\log N$ e fator de condição $K=100.Wt/Ls^\Theta$.

A avaliação de possíveis diferenças significativas para a relação peso-comprimento foi realizada através da comparação dos intervalos de confiança de 95%. Já para os demais parâmetros foi realizada uma análise de variância ANOVA one way após a transformação dos dados em $\log x + 1$. Previamente foi utilizado o teste de Kolmogorov Smirnov para checar a normalidade dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os parâmetros de biologia populacional apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre reservatório e jusante. As relações de peso-comprimento estão representadas na figura 1. As populações dos dois trechos apresentarem crescimento do tipo alométrico negativo ($\Theta < 3$), crescem em comprimento em uma proporção maior que engordam. Entretanto, as populações da jusante tendem a ter um menor peso em determinada classe de tamanho em comparação com a do reservatório.

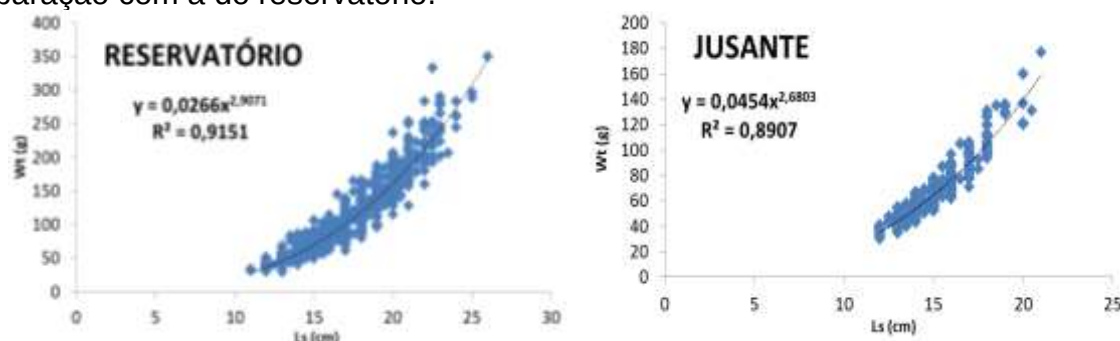


Figura 1. Relação peso-comprimento para as populações de *H. unimaculatus* nos trechos do reservatório e jusante da UHE de Tucuruí.

No reservatório os indivíduos variaram entre 11 e 26 cm, média 16,9 cm e predomínio de indivíduos na classe de 15,5 a 17 cm (24,5% do total). Já a jusante os indivíduos a população variaram entre 12 e 21 cm, média 15,2 cm e predomínio de indivíduos na classe de 14 a 15 (25,1% do total) (Figura 2). Indicando que no reservatório as populações de *H. unimaculatus* atingem um comprimento maior e são predominantemente maiores que a jusante.

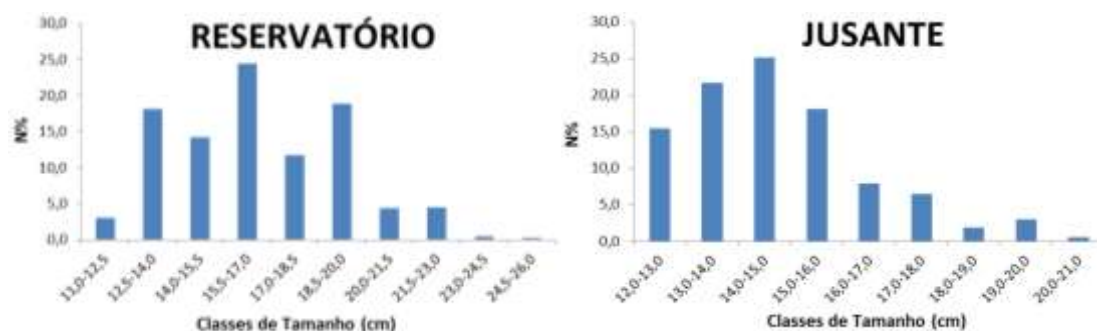


Figura 2. Distribuição em classes de tamanho das populações de *H. unimaculatus* nos trechos do reservatório e jusante da UHE de Tucuruí.

A proporção sexual para a jusante foi de 1,8:1 (F/M) e 1,64:1 para jusante enquanto que para o reservatório foi estatisticamente considerado 1:1. A razão sexual com predomínio de fêmeas indica que o local apresenta uma abundância em recursos alimentares para esta espécie (Rodrigues et al., 1988). O fator de condição foi maior para o reservatório, 2,46 contra 2,26 para jusante. Indicando que esta espécie apresenta um maior grau de bem estar e higidez no reservatório.

CONCLUSÕES

As populações de *H. unimaculatus* diferem entre o reservatório de Tucuruí e sua jusante. Essa distinção pode ser explicada pelas diferentes condições limnológicas, disponibilidade de recursos alimentares e pressão da pesca. Adicionalmente, as informações geradas por esse estudo podem servir de subsídio para o manejo pesqueiro e conservação desta espécie na área de influência da UHE de Tucuruí.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITSKI, Heraldo A.; SATO, Yoshimi; ROSA, Albert BS. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. In: **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco**. Câmara dos Deputados/CODEVASF, 1984.

BRITSKI, Heraldo A.; DE SILIMON, Keve Z. de S.; LOPES, Balzac S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999.

CINTRA, Israel Hidenburgo Aniceto et al. A pesca de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Pará, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2013.

DE BARRAGENS, COMISSÃO MUNDIAL. Estudo de caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil): relatório final da fase de escopo. **Rio de**, p. 1999, 1980.

JURAS, Anastácio Afonso; CINTRA, Israel Hidenburgo Aniceto; LUDOVINO, Rui Manuel Rosário. A pesca na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. **Bol. Téc. Cient. CEPNOR**, p. 77-88, 2004.

MENDES DOS SANTOS, G. et al. **Peixes do baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí**. 2004.

2.7 BIOLOGIA POPULACIONAL DE PROCHILODUS NIGRICANS (CORIMBATÁ) NO RIO NAPO, BACIA AMAZÔNICA, PERU

Eduardo Meneguzzi Brambilla¹, James Raul Garcia Ayala¹, Homero Sanchez²

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Unesp – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, SP, Brasil, eduardo.brambilla@gmail.com

²Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Programa para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC, Peru, amesrga@hotmail.com, hosanri@hotmail.com

RESUMO

Apesar da alta diversidade de peixes amazônicos, apenas 31 espécies são responsáveis pela grande maioria de peixes comercializados na região. Dentre estas espécies destaca-se o corimbatá (*Prochilodus nigricans*). Estudos de biologia populacional de peixes fornecem informações essenciais para o manejo pesqueiro, principalmente a análise de distribuição em classe de tamanhos e a relação peso-comprimento. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a distribuição em classes de tamanho e relação peso-comprimento, de *P. nigricans* no Rio Napo, um importante rio da bacia Amazônica. A amostragem dos peixes foi realizada de 2012 a 2014 durante as estações seca e chuvosa em 14 pontos de amostragem localizados no rio Napo e seus principais afluentes rios Arabela e Curaray. Foram analisados 296 indivíduos. A relação peso-comprimento foi determinada pela regressão linear: $\log WT = \log a + b \log SL$ e a distribuição em classes de tamanho através da fórmula $W=K \cdot R$, $K=1+3.222 \cdot \log N$. A relação peso-comprimento indicou um crescimento isométrico para *P. nigricans*. Já a distribuição em classes de tamanho seguiu o padrão esperado para a região neotropical: poucos jovens, pico para idades intermediárias e poucos velhos. Os resultados indicam que não há anomalias na estrutura populacional desta espécie no rio Napo e as informações geradas poderão ser úteis para a gestão dos recursos pesqueiros deste rio, bem como para comparações com outras populações desta espécie pertencentes a outros rios.

Palavras-chave: Distribuição em classes de tamanho. Pesca artesanal. Relação peso-comprimento.

ABSTRACT

Despite the high diversity of Amazonian fish, only 31 species account for the vast majority of fish traded in the region. Among these species, the corimbatá (*Prochilodus nigricans*) is highlighted. Fish population biology studies provide essential information for fishery management, especially size distribution analysis and weight-length relationship. In this context, the aim of this work was to characterize the distribution in size classes and weight-length relationship of *P. nigricans* in the Napo River, an important river in the Amazon Basin. Fish sampling was performed from 2012 to 2014 during dry and rainy seasons at 14 sampling points located in the Napo River and its main tributaries Arabela and Curaray Rivers. We analyzed 296 individuals. The weight-length relationship was determined by the linear regression: $\log WT = \log a + b \log SL$ and the distribution in size classes by the formula $W = K \cdot R$, $K = 1 + 3.222 \cdot \log N$. The weight-length relationship indicated an isometric growth for *P. nigricans*. The distribution in size classes followed the expected pattern for the neotropical region: few young, peak for intermediate ages and few old ones. The results indicate that there are no anomalies in the population structure of this species in the Napo River and the information generated may be useful for the management of the fishery resources of this river, as well as for comparisons with other populations of this species belonging to other rivers.

Keywords: Artisanal fisheries. Distribution in size classes. Weight-length relationship.

INTRODUÇÃO

Embora a diversidade de espécies de peixes amazônicos seja muito alta, um grupo de apenas 31 espécies é responsável pela grande maioria dos peixes comercializados na região (RUFFINO et al., 2006). Dentre estas espécies, destaca-se o corimbatá (*Prochilodus nigricans*) pertencente a família Prochilodontidae. Essa família é um dos grupos de peixes migratórios mais importantes do ponto de vista ecológico da América do Sul (FLECKER, 1996) e, sendo abundante, detritívora e migratória, está intimamente interligada no fluxo de carbono e na engenharia de ecossistemas de rios tropicais (TAYLOR et al., 2006).

Estudos de biologia populacional de peixes fornecem informações fundamentais para o manejo sustentável dos recursos pesqueiros e de adoção de técnicas e procedimentos adequados ao extrativismo. Destacando a análise de distribuição da frequência de comprimento de amostras de uma população que pode fornecer subsídios indispensáveis à interpretação da idade e crescimento, especialmente para peixes jovens, bem como importante descrição da estrutura da população. Podendo auxiliar na identificação de problemas como a falha de uma classe etária ou baixo recrutamento, crescimento lento ou uma excessiva mortalidade anual (Agostinho et al., 1997). Em destaque também a relação peso-comprimento que pode ser utilizada para a estimativa do fator de condição, comparações geográficas de histórias de vida (PETRAKIS e STERGIOU, 1995; GONÇALVES et al., 1997) e comparações morfométricas inter-específicas e interpopulacionais (BOLGER e CONNOLLY, 1989).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a biologia populacional, especialmente distribuição em classes de tamanho e relação peso-comprimento, de *P. nigricans* no Rio Napo, um importante rio da bacia Amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende o rio Napo e seus principais afluentes, rios Arabela e Curaray, bacia Amazônica, Peru, entre as coordenadas: 01°35'24,36"S, 75°25'11,96"W e 02°26'17,77"S, 73°56'40.17"W. O rio Napo é um grande afluente da porção norte do rio Amazonas, que flui para o sul dos Andes equatorianos. No momento em que entra no Peru, o rio Napo cai para menos de 200 m acima do nível do mar (LARAQUE et al., 2009), correndo cerca de 600 km antes de ingressar na Amazônia, 70 km a jusante de Iquitos (INEI, 2015). Abrangendo uma área de 44.992 km² no Peru, a bacia é dominada pelo eixo principal do rio Napo, seus afluentes e áreas húmidas associadas.

Desenho do estudo e análise de dados

A amostragem dos peixes foi realizada de 2012 a 2014 durante as estações seca e chuvosa em 14 pontos de amostragem. Essas amostras foram realizadas utilizando redes de emalhar (malhagem 2,5-5 cm) e rede de cerco (malhagem 1 cm). A separação, identificação, catalogação e depósito das amostras de peixes foram realizadas no laboratório de taxonomia de peixes do Instituto Peruano de Pesquisa da Amazônia. Todos os nomes científicos, autores e anos foram verificados no FishBase. Para cada espécime foram medidos o peso (WT) em gramas (0,1 de precisão) e o comprimento padrão (SL) em centímetros (0,1 de precisão).

Foram analisados 296 indivíduos. A relação peso-comprimento foi determinada pela regressão linear: $\log WT = \log a + b \log SL$ e os outliers foram removidos usando uma plotagem de $\log SL$ $\log WT$ (FROESE, 2006). Já a distribuição em classes de tamanho foi realizada através da fórmula $W=K*R$, $K=1+3.222*\log N$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação de peso-comprimento de *P. nigricans* esta representada na figura 1. As populações apresentaram crescimento do tipo isométrico ($b=3$), indicando que crescem em comprimento em uma mesma proporção que engordam. De acordo com FROESE (2006), é esperado que os valores de b variem entre 2,5 a 3,5, a espécie avaliada neste estudo se encontra dentro desse intervalo.

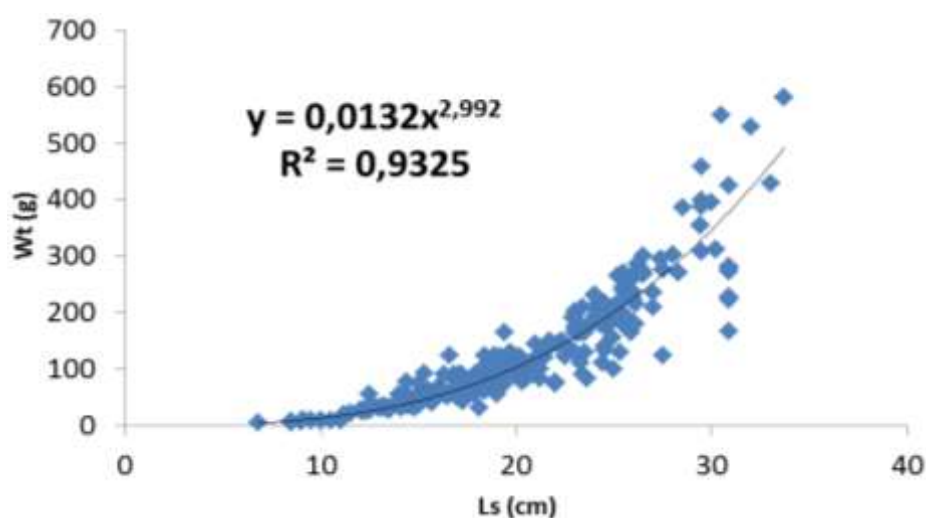


Figura 1. Relação peso-comprimento para as populações de *P. nigricans* no rio Napo, Bacia Amazônica peruana.

Os indivíduos variaram de 6,8 a 33,7 cm, média 19,5 cm e predomínio de indivíduos entre 12,8 a 27,8 cm (78,4% do total) (Figura 2). Esses resultados seguem o padrão esperado para a região neotropical: poucos jovens, pico para idades intermediárias e poucos velhos. As possíveis razões para isso são: peixes jovens são menos vulneráveis, pois ainda não foram totalmente recrutados para pesca; peixes velhos são menos abundantes na população (devido à mortalidade) e ainda se tornam menos vulneráveis ao aparelho por várias razões (HILBRON E WALTERS, 1992).

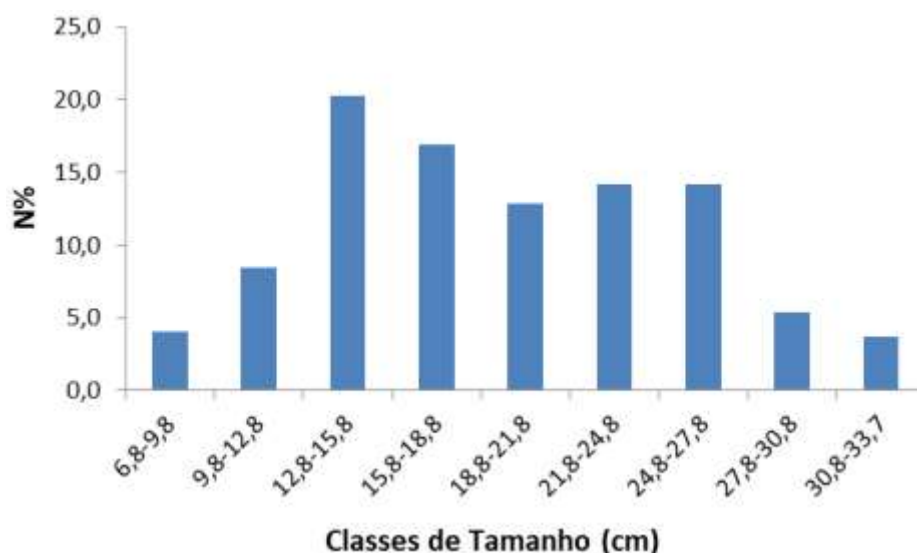


Figura 2. Distribuição em classes de tamanho das populações de *P. nigricans* no rio Napo, Bacia Amazônica peruana.

CONCLUSÕES

As populações de *P. nigricans* apresentam valores de distribuição em classes de tamanho e relação peso-comprimento dentro do esperado, indicando que não há anomalias na estrutura populacional desta espécie no rio Napo. As informações geradas por esse estudo poderão ser úteis para a gestão dos recursos pesqueiros deste rio, bem como para comparações com outras populações desta espécie pertencentes a outros rios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, Angelo A.; GOMES, Luiz C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. In: **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Eduem, 1997.
- BOLGER, T.; CONNOLLY, P. L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. **Journal of Fish Biology**, v. 34, n 2. p. 171-182, 1989.
- FLECKER, Alexander S. Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream. **Ecology**, v. 77, n. 6, p. 1845-1854, 1996.
- FROESE, Rainer. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of applied ichthyology**, v. 22, n. 4, p. 241-253, 2006.
- GONÇALVES, J. M. S. et al. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. **Fisheries Research**, v. 30, n. 3, p. 253-256, 1997.
- HILBORN, Ray; WALTERS, Carl J. (Ed.). **Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty**. Springer Science & Business Media, 2013.

DE LA POBLACIÓN PERUANA, Estado. Publicación del INEI. 2015.

LARAQUE, Alain et al. Sediment budget of the Napo river, Amazon basin, Ecuador and Peru. **Hydrological Processes**, v. 23, n. 25, p. 3509-3524, 2009.

PETRAKIS, G.; STERGIOU, K. I. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. **Fisheries research**, v. 21, n. 3-4, p. 465-469, 1995.

RUFFINO, M. L. et al. Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará 2003. **Pro/Várzea**, 2006.

TAYLOR, Brad W.; FLECKER, Alexander S.; HALL, Robert O. Loss of a harvested fish species disrupts carbon flow in a diverse tropical river. **Science**, v. 313, n. 5788, p. 833-836, 2006.

2.8 RELAÇÃO PESO-COMPRIIMENTO DE 20 ESPÉCIES DE PEIXES DO RIO NAPO, ALTO AMAZONAS, PERU

James Raul Garcia Ayala¹, Eduardo Meneguzzi Brambilla¹, Homero Sanches Riveiro²

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Unesp – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Botucatu, SP

²Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Programa para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC. Apartado 784. Iquitos. Perú.
jamesrga@hotmail.com, eduardo.brambilla@gmail.com, hosanri@hotmail.com

Eixo temático: Produção, manejo e gestão de água.

RESUMO

A riqueza de espécies de peixes nas bacias hidrográficas é altamente variável no Peru, encontrando-se zonas com alta diversidade, como no Baixo Amazonas, e outros com poucas espécies, como na região andina. A literatura registra que na amazônia peruana a bacia do Rio Napo, no Peru, tem uma alta diversidade de peixe com 242 espécies. Um estudo mais detalhado sobre a estrutura das populações de peixes dessa região se torna necessário, com o objetivo principal de obter informações atuais sobre a bacia do rio Napo. O modelo matemático da relação peso-comprimento oferece subsídios para a compreensão da situação de populações ictícas presentes no local alterado e da própria autoecologia das espécies. Neste trabalho se relata a relação comprimento-peso de 20 espécies de peixes amostradas na bacia do rio Napo, Peru. Foram analisados 1.750 espécimes pertencentes a 20 espécies, 15 famílias e cinco ordens. Apresentaram-se um novo comprimento padrão máximo para oito espécies e novos registros da relação peso-comprimento e peso total máximo para cinco e nove espécies, respectivamente. Todas as regressões foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$), o coeficiente de determinação variou de 0,927 a 0,993. Todos os valores estimados para b estavam entre 2,34 e 3,67. Estes resultados apresentam as primeiras informações da relação peso-comprimento para a bacia do rio Napo, oferecendo subsídios para o manejo e conservação da pesca.

Palavras-chave: Conservação da pesca, Populações ictícas, Amazônia.

ABSTRACT

Plagioscion squamosissimus is one of the most fished species and of greater economic value of the region. In this work, we characterize and compare the population biology of *P. squamosissimus* between the Tucuruí reservoir and its downstream. We analyzed 2243 individuals, sampled quarterly between 2000-2010 at one point in the reservoir and another downstream. The parameters analyzed were: weight-length relationship, sex ratio, distribution in size classes and condition factor. Except for the condition factor, all parameters presented significant differences between reservoir and downstream. The weight-length relation was represented by the mathematical expression $W_t = 0.006L_s^{2,7665}$ ($R^2 = 0.9267$), positive allometric growth, for reservoir and $W_t = 0.001L_s^{2,767}$ ($R^2 = 0.9206$), negative allometric growth, for Downstream. In the reservoir individuals varied between 10 and 48 cm, mean 19.9 cm and individuals predominate in the class from 16.8 to 20.2. On the other hand, individuals down the population ranged from 10 to 40 cm, mean 17.8 cm, and individuals in the class from 17.6 to 20.3. The sex ratio for the reservoir was 1: 1 (F / M) and 1.64: 1 downstream. The condition factor was 4.75 for the reservoir and 4.82 for the downstream. The populations of *P. squamosissimus* differ between the Tucuruí reservoir and its downstream. In the environment located

downstream of the Tucuruí HPP, white hake presents a reproductive behavior similar to that observed in the area upstream of the dam. The reservoir formed by the Tocantins river bus did not prevent the development of white hake in the new environment formed.

Keywords: Dam amount. Distribution in size classes. Condition factor. Sexual Proportion.

INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica concentra uma alta diversidade de peixes de água doce com cerca de 2.300 espécies já reconhecidas (BROSSE et al., 2013) e uma estimativa de 3.000 espécies descritas representando cerca de 15% de todos os peixes de água doce descritos mundialmente (OBERDOFF et al., 2015). Cerca de metade das espécies amazônicas ocorre em grandes rios e suas planícies fluviais, sendo o restante em pequenos tributários e riachos de montanha, onde o endemismo é provavelmente maior devido aos processos de isolamento (JUNK et al., 2007).

Atualmente, o Peru compreende um total de 1.064 espécies de peixes de água doce, sendo 80% de peixes amazônicos (HIDALGO et al., 2010). O rio Napo é a quinta bacia em termos de diversidade de peixes da Amazônia peruana, com 243 espécies (ORTEGA, comunicação pessoal) e o único impacto relevante relatado para esta bacia está relacionado às atividades da indústria de petróleo (GARCÍA-DÁVILA et al., 2014).

Uma ferramenta útil para a ecologia dos peixes, a avaliação dos recursos e a gestão das pescas é a relação comprimento-peso (LWR) (FROESE, 2006). Pode ser usado para estimativas do fator de condição comparações geográficas de histórias de vida (PETRAKIS E STERGIOU, 1995, GONÇALVES et al., 1997) e comparações morfométricas interespecíficas e interpopulacionais de espécies de peixes (BOLGER & CONNOLLY, 1989).

No entanto, são poucos os estudos da relação peso-comprimento de peixes da bacia amazônica, especificamente no Rio Xingu (GIARRIZZO et al., 2015), Rio Madeira (Cella-RIBEIRO et al., 2015), Rio Trombetas (ROSA et al., 2016) e da Amazônia colombiana (GASPAR et al., 2012), porém há uma falta de conhecimento sobre a Amazônia peruana. Assim, este estudo relata a relação peso-comprimento de 20 espécies de peixes amostradas na bacia do rio Napo, Peru.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o rio Napo e seus principais afluentes, rios Arabela e Curaray, bacia Amazônica, Peru, entre as coordenadas: 01°35'24,36"S, 75°25'11,96"W e 02°26'17,77"S, 73°56'40,17"W. A amostragem dos peixes foi realizada em 2012 (estação seca), 2013 (estação chuvosa) e 2014 (estação seca), em 14 pontos de amostragem em áreas lânticas. As amostras foram realizadas utilizando redes de emalhar (malhagem 2,5-5 cm) e rede de cerco (malhagem 1 cm). A separação, identificação, catalogação e depósito das amostras de peixes foram realizadas no laboratório de taxonomia de peixes do Instituto Peruano de Pesquisa da Amazônia. Todos os nomes científicos, autores e anos foram verificados contra FishBase (FROESE & PAULY, 2017).

Foram medidos o peso (WT) em gramas (0,1 precisão) e o comprimento padrão (SL) em centímetros (0,1 precisão) para cada amostra. As relações peso-

comprimento foram determinadas por regressão linear: $\log WT = \log a + b \log SL$ e outliers foram removidos usando uma plotagem de $\log SL$ $\log WT$ (FROESE, 2006).

RESULTADOS

Analizamos um total de 1.750 espécimes pertencentes a 20 espécies, 15 famílias e cinco ordens. (FROESE & PAULY, 2017), aqui apresentamos um novo tamanho máximo para oito espécies e novos registros da relação peso-comprimento e peso total máximo para cinco e nove espécies, respectivamente.

Todas as regressões foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$), o coeficiente de determinação variou de 0,927 a 0,993; Todos os valores estimados para b estavam entre 2,34 e 3,67.

DISCUSSÃO

De acordo com Froese (2006), espera-se que esteja entre 2,5 e 3,5, apenas *Hemiodus microlepis* ($b = 2,34$) e *Mylossoma aureum* (3,67) tiveram valores estimados fora dessa faixa, provavelmente por sua forma peculiar, alongada e arredondada, respectivamente.

Todas as espécies estudadas apresentaram valores sobrepostos aos descritos nas previsões bayesianas das relações peso-comprimento presentes no FishBase (FROESE et al., 2014), enquanto cinco espécies apresentaram valores de b diferentes dessas previsões (Tabela 1), quatro acima do esperado e um abaixo. Essas diferenças podem ser o resultado de uma variedade de fatores como condição do peixe, sazonalidade, sexo, maturidade gonadal, fase de crescimento, plenitude do estômago, comprimento e até mesmo o tamanho da amostra (HAIMOVICI & VELASCO, 2000; TEIXEIRA et al., 2017, ZHANG et al., 2017).

CONCLUSÕES

Nossos resultados representam uma contribuição adicional para o conhecimento da ictiofauna da bacia Amazônica, principalmente para a porção peruana, e constituem informações de base úteis para o manejo e conservação da pesca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLGER, T.; CONNOLLY, P. L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. **Journal of Fish Biology**, v. 34, n. 2, p. 171-182, 1989.

BROSSE, Sébastien et al. Fish-SPRICH: a database of freshwater fish species richness throughout the World. **Hydrobiologia**, v. 700, n. 1, p. 343-349, 2013.

CELLA-RIBEIRO, A. et al. Length–weight relationships of fish from Madeira River, Brazilian Amazon, before the construction of hydropower plants. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 5, p. 939-945, 2015.

FROESE, Rainer. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of applied ichthyology**, v. 22, n. 4, p. 241-253, 2006.

FROESE, Rainer; THORSON, James T.; REYES, R. B. A Bayesian approach for estimating length-weight relationships in fishes. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 30, n. 1, p. 78-85, 2014.

FROESE, R.; PAULY, D. World wide web electronic publication. **World Wide Web electronic publication**, 2007.

GARCÍA-DÁVILA, Carmen Rosa et al. DIVERSIDAD DE ICTIOPLANCTON EN LOS RÍOS CURARAY, ARABELA Y NAPO (AMAZONIA PERUANA). **Folia Amazónica**, v. 23, n. 1, p. 67-78, 2014.

GASPAR, S. et al. Length–weight relationships of sixteen freshwater fishes from the Hacha River and its tributaries (Amazon Basin, Caquetá, Colombia). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, n. 4, p. 667-670, 2012.

GIARRIZZO, T. et al. Length–weight and length–length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 2, p. 415-424, 2015.

GONÇALVES, J. M. S. et al. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. **Fisheries Research**, v. 30, n. 3, p. 253-256, 1997.

HAIMOVICI, Manuel; CANZIANI, Gonzalo Velasco. Length-weight relationship of marine fishes from Southern Brazil. 2000.

HIDALGO, Max; CORREA, Ericka; ORTEGA, Hernán. Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. 2010.

JUNK, Wolfgang J.; SOARES, Maria Gercilia Mota; BAYLEY, Peter B. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, n. 2, p. 153-173, 2007.

OBERDORFF, Thierry et al. Opinion Paper: how vulnerable are Amazonian freshwater fishes to ongoing climate change?. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. S4, p. 4-9, 2015.

PETRAKIS, G.; STERGIOU, K. I. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. **Fisheries research**, v. 21, n. 3-4, p. 465-469, 1995.

ROSA, D. C. O. et al. Length–weight relationship of 10 freshwater fish species in Amazonian streams, Trombetas River basin (Brazil). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 32, n. 4, p. 749-750, 2016.

TEIXEIRA, E. C. et al. Length–weight relationships for four stingray species from the tropical Atlantic Ocean. **Journal of Applied Ichthyology**, 2017.

ZHANG, D. F.; WANG, W.; LIU, Q. F. Length–weight relationships of four fish species from the Niulan River, China. **Journal of Applied Ichthyology**, 2017.

2.9 COMPARAÇÃO DA BIOLOGIA POPULACIONAL DE *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS* (PESCADA BRANCA) ENTRE O RESERVATÓRIO DE TUCURUÍ / PA E SUA JUSANTE

James Raul Garcia Ayala¹, Eduardo Meneguzzi Brambilla¹, Fabio Alexandre Travassos²

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Unesp – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Botucatu, SP

²CAUNESP, Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP
jamesrga@hotmail.com, eduardo.brambilla@gmail.com, f-travassos@bol.com.br

RESUMO

Plagioscion squamosissimus é uma das espécies mais pescadas e de maior valor econômico da região de Tucuruí. Neste trabalho, caracterizamos e comparamos a biologia populacional de *P. squamosissimus* entre o reservatório de Tucuruí e sua jusante. Foram analisados 2243 indivíduos, amostrados trimestralmente entre 2000 e 2010 em um ponto no reservatório e outro a sua jusante. Os parâmetros analisados foram: relação peso-comprimento, razão sexual, distribuição em classes de tamanho e fator de condição. A relação peso-comprimento foi representada pela expressão matemática $Wt=0,006Ls^{2,7665}$ ($R^2=0,9267$), crescimento alométrico negativo, para reservatório e $Wt=0,001Ls^{2,62}$ ($R^2=0,9206$), crescimento alométrico negativo, para jusante. No reservatório os indivíduos variaram de 10 a 48 cm, média 19,9 cm e predomínio de indivíduos na classe de 16,8 a 20,2 cm. Já a jusante os indivíduos variaram entre 10 e 40 cm, média 17,8 cm e predomínio de indivíduos na classe de 17,6 a 20,3 cm. A proporção sexual para o reservatório foi de 1:1 (F/M) e 1,64:1 para jusante. O fator de condição foi de 4.75 para o reservatório e 4.82 para jusante. As populações de *P. squamosissimus* diferem entre o reservatório de Tucuruí e sua jusante. No ambiente localizado a jusante da UHE Tucuruí, a pescada-branca nos parâmetros analisados apresenta similar ao verificado na área a montante da barragem. O reservatório formado pelo barramento do rio Tocantins não impediu o desenvolvimento da pescada-branca no novo ambiente formado.

Palavras-chave: Distribuição em classes de tamanho. Fator de condição. Montante da barragem. Proporção sexual.

ABSTRACT

Plagioscion squamosissimus is one of the most fished species and of greater economic value of the region. In this work, we characterize and compare the population biology of *P. squamosissimus* between the Tucuruí reservoir and its downstream. We analyzed 2243 individuals, sampled quarterly between 2000-2010 at one point in the reservoir and another downstream. The parameters analyzed were: weight-length relationship, sex ratio, distribution in size classes and condition factor. Except for the condition factor, all parameters presented significant differences between reservoir and downstream. The weight-length relation was represented by the mathematical expression $Wt = 0.006Ls^{2,7665}$ ($R^2 = 0.9267$), positive allometric growth, for reservoir and $Wt = 0.001Ls^{2,62}$ ($R^2 = 0.9206$), negative allometric growth, for Downstream. In the reservoir individuals varied between 10 and 48 cm, mean 19.9 cm and individuals predominate in the class from 16.8 to 20.2. On the other hand, individuals down the population ranged from 10 to 40 cm, mean 17.8 cm, and individuals in the class from 17.6 to 20.3. The sex ratio for the reservoir was 1: 1 (F / M) and 1.64: 1 downstream. The condition factor was 4.75 for the reservoir and 4.82 for the downstream. The populations of *P. squamosissimus* differ between the Tucuruí reservoir and its downstream. In the environment located

downstream of the Tucuruí HPP, white hake presents a reproductive behavior similar to that observed in the area upstream of the dam. The reservoir formed by the Tocantins river bus did not prevent the development of white hake in the new environment formed.

Keywords: Distribution in size classes. Condition factor. Upstream of Dam. Sexual Proportion.

INTRODUÇÃO

Os grandes reservatórios brasileiros foram construídos, em sua maioria, na segunda metade do século XX com a finalidade primária de geração de hidroeletricidade (AGOSTINHO et al., 2007). Essas obras provocam importantes modificações ou impactos na dinâmica natural da ictiofauna, com consequências diretas nos estoques pesqueiros e nas atividades de pesca. Normalmente, as consequências são mais dramáticas nos primeiros anos de funcionamento dessas usinas hidrelétricas (MÉRONA et al., 2010), mas os efeitos a longo prazo também são significativos na re-estruturação da ictiofauna nativa e residente.

Com o fechamento da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí), em 1984, o nível do rio Tocantins baixou drasticamente no trecho a jusante, deixando vastas áreas expostas (CINTRA et al., 2009). A produção pesqueira nesta região foi drasticamente reduzida durante os primeiros anos após o fechamento da barragem até atingir cerca de 300 t/ano, com ligeiro aumento logo depois, mas sem atingir as 1.200 t/ano observadas antes do fechamento da barragem. Entre os anos de 1999 e 2003 a produção pesqueira dessa área foi relativamente baixa, entre 450 e 700 t, representando apenas de 7% a 12% da produção verificada no mesmo período na área a montante (SANTOS et al., 2004).

A pescada-branca, é originária do rio Parnaíba, distribuindo-se na América do Sul pela Venezuela, Peru e Brasil, sendo encontrada no Brasil na Bacia Amazônica, Araguaia Tocantins, Bacia da Prata, Bacia do São Francisco e em açudes da região Nordeste (DOURADO, 1976). De acordo com os dados da Estatística Nacional da Pesca no ano de 2003, a pesca extrativista continental na região Norte do Brasil apresentou uma produção de 132.292,5 t de peixes, sendo que deste total a pescada-branca contribuiu com 6.169 t (4,66%) e dentre os estados da região Norte que contribuíram para a produção desta espécie (IBAMA, 2004).

Dessa forma, é importante conhecer a biologia populacional de *P. squamosissimus* nos diferentes trechos da área de influência da UHE Tucuruí. Neste trabalho, caracterizamos e comparamos a biologia populacional desta espécie entre o reservatório de Tucuruí e sua jusante.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende a região influenciada pela UHE de Tucuruí, localizada no estado de Pará, Brasil (03°45'03"S 49°40'03"W) a 7,5km a montante do município de Tucuruí e a 300 km em linha reta da cidade de Belém. Este reservatório tem uma área de 2430 km² e uma profundidade média de 18,9 m (CMB, 1999).

Desenho do estudo e análise de dados

As amostras foram coletadas trimestralmente em um ponto no reservatório (Breu Branco) e em um ponto a jusante da barragem (Mocajuba) de 2000 a 2010,

como parte do programa de monitoramento ambiental da empresa de geração de energia hidrelétrica Eletronorte, que forneceu dados para fins científicos.

As coletas de peixes foram realizadas com redes de emalhar padronizadas com malhas de 40 a 200 mm; As espécies de peixe foram identificadas com base em guias de referência (BRITSKI, 1972; BRITSKI et al., 1988, 1999) e verificadas no FishBase; Cada espécime foi medido para comprimento padrão (SL), pesado (WT) e dissecado para análise macroscópica de gônadas para reconhecimento sexual.

Foram analisados 2243 indivíduos. Os parâmetros de biologia populacional utilizados foram: relação peso-comprimento $Wt = \phi * Ls^\Theta$; razão sexual, utilizando-se o teste $\chi^2 = 2 * (O - E)^2 / E$ para avaliar possíveis diferenças estatísticas nas proporções entre sexos; distribuição em classes de tamanho $W = K * R$, $K = 1 + 3.222 * \log N$ e fator de condição $K = 100. Wt / Ls^\Theta$.

A avaliação de possíveis diferenças significativas para a relação peso-comprimento foi realizada através da comparação dos intervalos de confiança de 95%. Já para os demais parâmetros foi realizada uma análise de variância ANOVA one way após a transformação dos dados em $\log x + 1$. Previamente foi utilizado o teste de Kolmogorov Smirnov para checar a normalidade dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As relações de peso-comprimento estão representadas na figura 1. As populações dos dois trechos apresentaram crescimento do tipo alométrico negativo ($\Theta < 3$), crescem em comprimento em uma proporção maior que engordam. Pelo qual, as populações da jusante tendem a ter um menor peso em determinada classe de tamanho em comparação com as populações do reservatório.

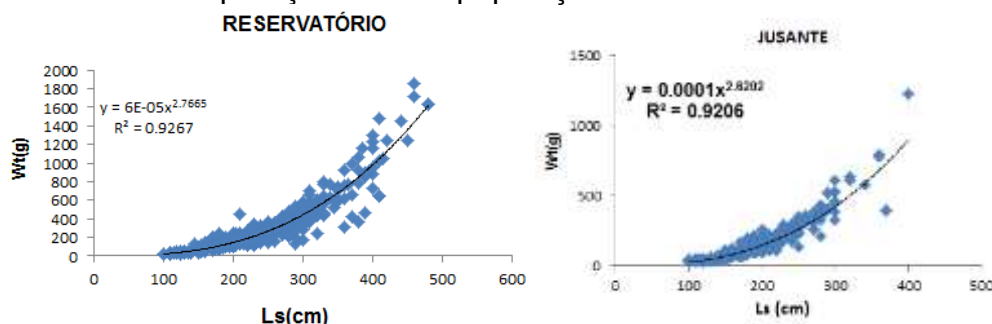


Figura 1. Relação peso-comprimento para as populações de *P. squamosissimus* nos trechos do reservatório e jusante da UHE de Tucuruí.

No reservatório os indivíduos variaram de 10 a 48 cm, média 19,9 cm e predomínio de indivíduos na classe de 16,8 a 20,2 . Já a jusante os indivíduos a população variaram de 10 a 40 cm, média 17,8 cm e predomínio de indivíduos na classe de 17,6 a 20,3 cm (Figura 2). Estes resultados podem estar indicando que no reservatório as populações de *P. squamosissimus* atingem um comprimento maior e são maiores que a jusante.

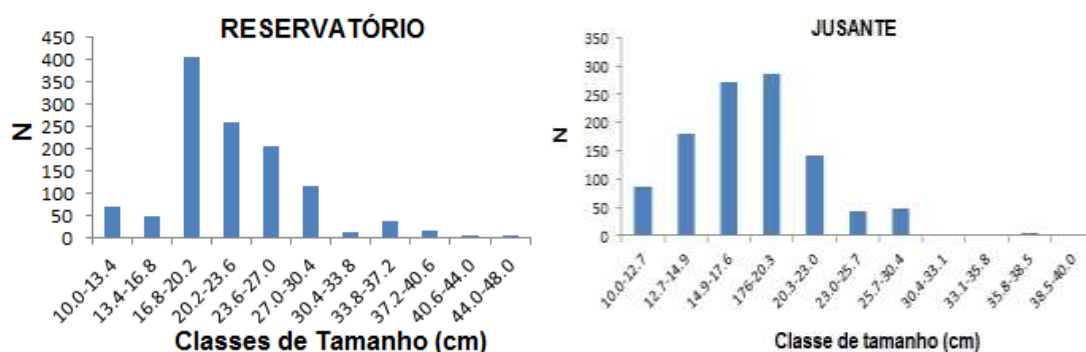


Figura 2. Distribuição em classes de tamanho das populações de *P. squamosissimus* nos trechos do reservatório e jusante da UHE de Tucuruí.

No reservatório foram capturados 745 fêmeas e 475 machos totalizando 1.176 exemplares, estatisticamente não houve diferença significativa indicando uma proporção de 1:1. Ausante, foram capturados 667 fêmeas e 400 machos, estatisticamente considerados significativos indicando a predominância de fêmeas com proporção de (1.6:1). Esses resultados que na na região a jusante há uma elevada abundância de recursos alimentares para esta espécie.

O fator de condição foi maior a jusante, 4,85 contra 4,75 para o reservatório. Indicando que esta espécie apresenta um maior grau de bem estar e higidez nesta região.

CONCLUSÕES

No ambiente localizado a jusante da UHE Tucuruí, a pescada-branca nos parâmetros analisados apresenta similar ao verificado na área a montante da barragem.. O reservatório formado pelo barramento do rio Tocantins não impediu o desenvolvimento da pescada-branca no novo ambiente formado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, Angelo Antônio et al. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. 2007.
- CINTRA, Israel Hidenburgo Aniceto et al. Caracterização dos Desembarques Pesqueiros na Área de Influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará, Brasil. **Bol Téc Cient CEPNOR**, v. 7, p. 135-152, 2007.
- DE BARRAGENS, COMISSÃO MUNDIAL. Estudo de caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil): relatório final da fase de escopo. **Rio de**, p. 1999, 1980.
- DOURADO, O. F. A seletividade do galao (gill-net) para a pescada-do-Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel), no acude público" Arrojado Lisboa"(Quixadá, Ceará, Brasil). **Boletim Técnico Dnocs**, v. 34, n. 1, p. 67-77, 1976.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).
- Estatística da Pesca 2003 Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação.** Brasília: 2004, 98p.
- MENDES DOS SANTOS, G. et al. **Peixes do raixo Rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí.** 2004.
- MÉRONA, Bernard de et al. Os peixes ea pesca no baixo Rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí. 2010.

2.10 ÁREAS ALAGÁVEIS COMO REFÚGIOS PARA A BIODIVERSIDADE AQUÁTICA: A FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADA À MACRÓFITAS

Carolina Vieira da Silva¹ & Raoul Henry²

Autor 1 – Bióloga, Professora Doutora na Faculdade Eduvale de Avaré, Avaré (SP), Brasil

Email: cvscarol@hotmail.com

Autor 2 – Biólogo, Professor Titular na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”,

Botucatu (SP), Brasil. Email: rhenry@ibb.unesp.br

RESUMO

O objetivo desse estudo foi investigar a fauna de macroinvertebrados associada a *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes* em uma área alagável em dois períodos distintos. As amostras foram coletadas na região de desembocadura do rio Guareí, no rio Paranapanema (SP), com um amostrador quadrado de 0,0625 m² de área em setembro/2011 e janeiro/2012. O material biológico coletado foi transferido consecutivamente em três baldes contendo formaldeído a 8%, 4% e apenas água. O conteúdo de cada balde foi filtrado em uma peneira de rede de malha 0,25 mm para reter a fauna de macroinvertebrados e armazenado em recipientes de plástico contendo solução de álcool 70%. A fauna associada foi abundante em ambas as macrófitas analisadas, com valores variando de 4.041 ind.100gMS⁻¹ a 105.668 ind.100gMS⁻¹. Além dos insetos aquáticos, Oligochaeta e Ostracoda foram dois dos taxa mais abundantes, correspondendo a mais de 50% do total de macroinvertebrados, em alguns pontos de amostragem. Os macroinvertebrados de um modo geral são muito importantes ao ecossistema aquático, pois desempenham papel central na dinâmica de nutrientes, transformação de matéria e fluxo de energia do ecossistema. Nesse sentido, conservar áreas que abrigam essa fauna é fundamental para a manutenção e integridade da biodiversidade aquática como um todo.

Palavras-Chave: Insetos aquáticos. Ecossistema lântico. Plantas aquáticas.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the fauna of macroinvertebrates associated to *Salvinia auriculata* and *Eichhornia crassipes* in a wetland in two distinct periods. The samples were collected in the mouth of the Guareí River, on the Paranapanema River (SP), with a square sampler measuring 0.0625 m² in September/2011 and January/2012. Sampled biological material was transferred consecutively in three buckets containing formaldehyde at 8%, 4%, and only water. The content of each bucket was filtered in a 0.25 mm mesh net sieve to retain the macroinvertebrate fauna, and stored in plastic containers containing 70% alcohol solution. The associated fauna was abundant in both analyzed macrophytes, with values varying from 4,041 ind.100gDW⁻¹ to 105,668 ind.100gDW⁻¹. In addition to the aquatic insects, Oligochaeta and Ostracoda were two of the most abundant taxa, corresponding to more than 50% of the total macroinvertebrates, at some sampling sites. Macroinvertebrates in general are very important to the aquatic ecosystem as they play a central role in the nutrient dynamics, matter transformation and energy flow of the ecosystem. In this sense, conserving areas that shelter this fauna is fundamental for the maintenance and integrity of aquatic biodiversity as a whole.

Keywords: Aquatic insects. Aquatic plants. Lentic ecosystem.

INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas aquáticos, as macrófitas desempenham um importante papel ecológico na estruturação e distribuição de comunidades que habitam os corpos d'água, uma vez que elevada biodiversidade animal (constituída essencialmente por invertebrados e peixes) e vegetal (envolvendo principalmente algas perifíticas) pode se associar às suas raízes ou dependendo de seu biótipo, a outras estruturas, como folhas e caules. De acordo com Thomaz & Cunha (2010), a elevada abundância e diversidade de organismos junto às macrófitas pode ser atribuída a um conjunto de fatores de natureza abiótica e biótica, como pode ser visto na Figura 1.

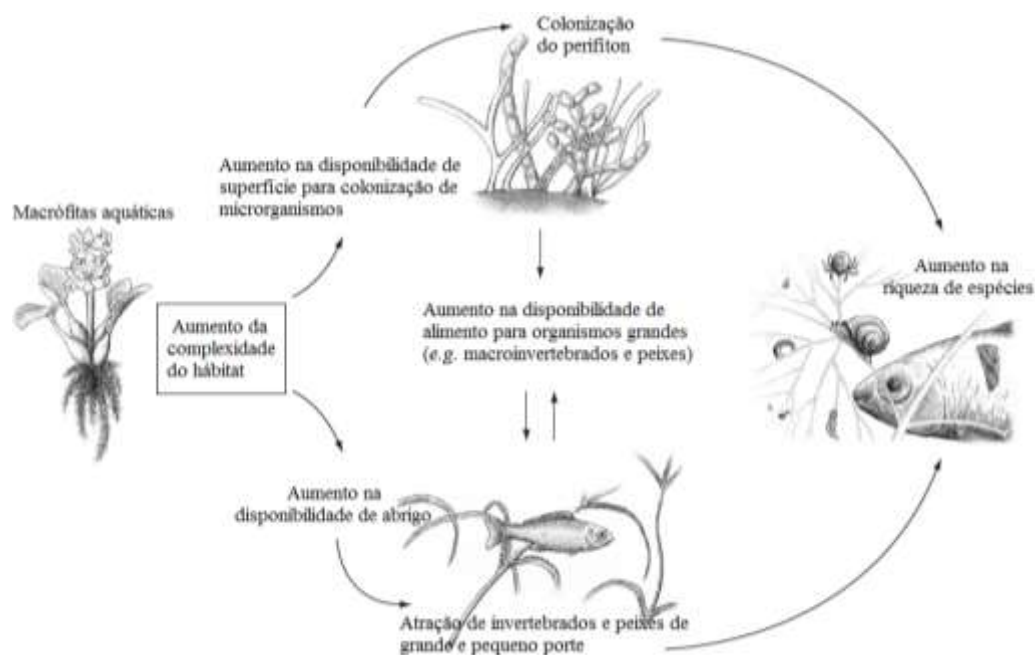


Figura 1 – Esquema ilustrativo de elevada riqueza e abundância de comunidades aquáticas associadas às macrófitas (extraído e modificado a partir de Thomaz & Cunha, 2010).

Pompêo (2008) menciona que a existência de elevada diversidade de macrófitas em vários ecossistemas aquáticos, desempenhando diferentes funções ecológicas no ambiente e, conseqüentemente, constituindo-se em um grupo adequado para teste de hipóteses ecológicas e estudos experimentais, são alguns aspectos que reforçam a necessidade do aumento no número de pesquisas com plantas aquáticas, levando-se em conta a sua reconhecida importância na estruturação de habitats e na dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Neste sentido, é importante compreender a relação entre macrófitas e organismos associados, sendo este um dos temas mais discutidos em ecologia.

A organização do habitat se refere tanto à quantidade, quanto à diversidade de estruturas presentes em um determinado local (WARFE et al., 2008). Em função das características intrínsecas do local, as comunidades associadas a uma determinada estrutura de habitat, podem ser afetadas de diferentes maneiras. Macrófitas aquáticas costumam ser abundantes em áreas alagáveis, constituindo importantes habitats para a manutenção e a preservação da fauna de macroinvertebrados e da biodiversidade como um todo. Nesse sentido, o objetivo do nosso estudo foi investigar a fauna de macroinvertebrados associada a *S. auriculata*

e *E. crassipes* em uma área alagável marginal a um ambiente lótico, em dois períodos distintos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O trecho do rio Guareí (SP) e área alagável selecionado para esse estudo (situado a 23°28'6.66"S e 48°37'17.51"O), podem ser classificados, segundo Junk et al. (2014), como "área úmida artificial" (Figura 2), visto que o local é caracterizado como submetido a um pulso de inundação previsível, com frequência aparentemente monomodal, de amplitude variável, função do volume de água presente na represa de Jurumirim e de seu sistema operacional.

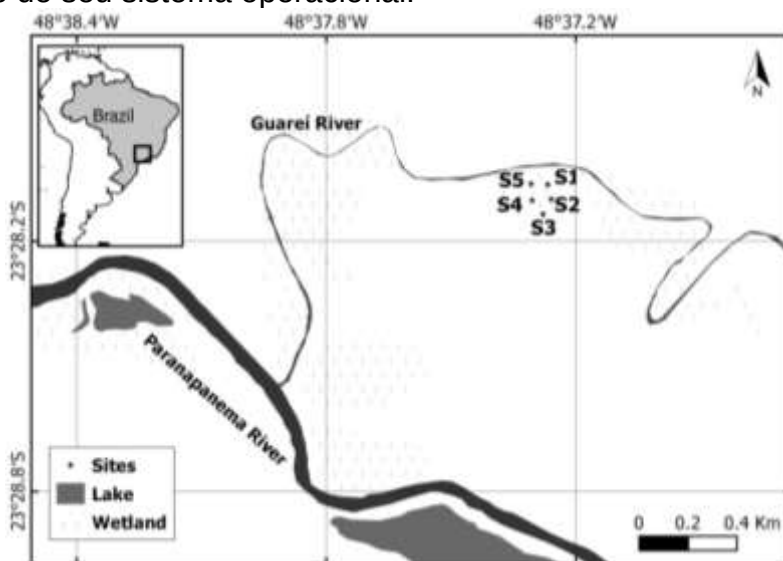


Figura 2 – Área de estudo: região de desembocadura do rio Guareí no rio Paranapanema e áreas alagadas marginais ao rio Guareí.

Fauna associada às macrófitas

As amostras foram coletadas em triplicatas, nos bancos mistos das macrófitas, em cinco pontos distintos, em setembro de 2011 e janeiro de 2012, na área lateral ao rio Guareí (Figura 2). Foi utilizado um amostrador quadrado totalizando 0,0625 m² de área amostral. O material biológico coletado foi transferido consecutivamente para três baldes, primeiramente contendo formol 8%; a seguir com formol 4% e no terceiro, apenas com água. O conteúdo de cada balde foi filtrado em uma peneira de 0,25 mm de malha para retenção da fauna de macroinvertebrados, e armazenado em potes contendo solução de álcool 70%. A triagem foi realizada sob microscópio estereoscópico. A densidade foi expressa em número de indivíduos por 100g de massa seca do sistema radicular das macrófitas (ind.100gMS⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fauna associada foi abundante em ambas as macrófitas analisadas, com valores variando de 4.041 ind.100gMS⁻¹ a 12.319 ind.100gMS⁻¹ em *E. crassipes* e de 31.038 ind.100gMS⁻¹ a 105.668 ind.100gMS⁻¹ em *S. auriculata*. Em janeiro de 2012, foram registradas as densidades mais elevadas de macroinvertebrados associados a ambas as espécies de macrófitas, para a maioria das estações de amostragem.

Mudanças na composição das comunidades, assim como elevada abundância e riqueza, são influenciadas por uma série de fatores que resultam da complexidade estrutural de habitats oferecida pelas macrófitas, tais como disponibilidade de

refúgios contra predadores e locais alimentação (THOMAZ & CUNHA, 2010). Além disso, Poi de Neiff & Neiff (2006) apontaram também outros fatores, tais como: a morfologia e textura das macrófitas, transmissão da luz, circulação da água, superfície de colonização por perífiton e capacidade de retenção de matéria orgânica particulada.

Além dos insetos aquáticos, Oligochaeta e Ostracoda foram dois dos taxa mais abundantes, correspondendo a mais de 50% do total de macroinvertebrados, em alguns pontos de amostragem (Figura 3).

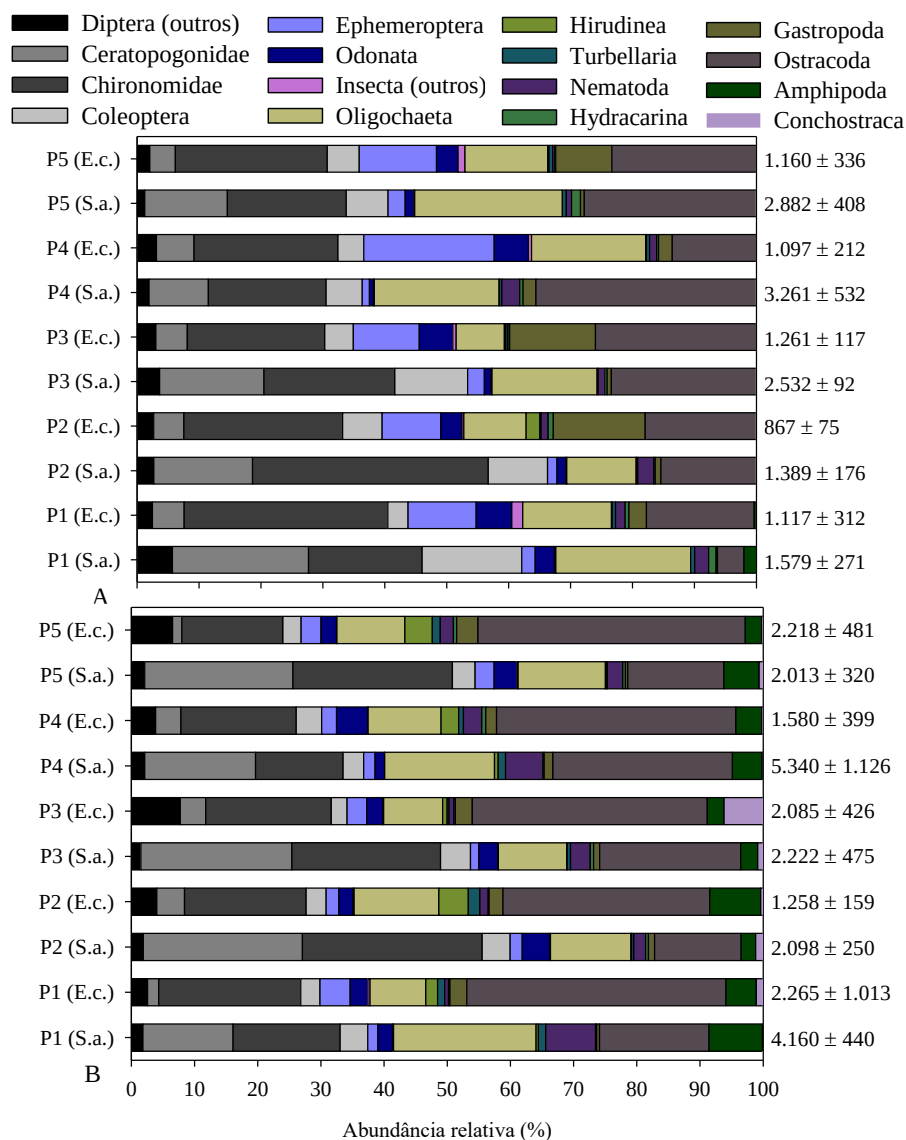


Figura 3 – Variação dos valores médios (N=3) da abundância relativa (%), abundância total e desvios padrão ($\pm$) dos macroinvertebrados associados às macrófitas *S. auriculata* (S.a.) e *E. crassipes* (E.c.) nos pontos de amostragem do rio Guareí em setembro/2011 (A) e janeiro/2012 (B).

Os insetos usam as macrófitas como substratos para desova, desenvolvimento e emergência, por isso são abundantes na associação com plantas aquáticas. Os ostracodes alimentam-se por filtração ingerindo algas e detritos, deste modo encontram nas macrófitas grande oferta de alimento, devido a superfície de colonização por perífiton e raízes com capacidade de retenção de matéria orgânica

particulada. O grupo dos oligoquetas é considerado tolerante as condições ambientais, por isso, geralmente são abundantes em todos os ecossistemas aquáticos continentais. Para Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), entre todos os fatores físicos, químicos e biológicos que influenciam os atributos ecológicos da comunidade de macroinvertebrados, a temperatura da água e a concentração de oxigênio dissolvido são fundamentais, visto que o metabolismo dos macroinvertebrados é diretamente dependente destas variáveis

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Áreas alagáveis com macrófitas apresentam elevado potencial em abrigar uma considerável riqueza e abundância de macroinvertebrados e consequentemente de outros animais que utilizam os macroinvertebrados como recurso alimentar, como por exemplo, os peixes. Além disso, os macroinvertebrados de um modo geral são muito importantes ao ecossistema aquático, pois desempenham papel central na dinâmica de nutrientes, transformação de matéria e fluxo de energia do ecossistema. Nesse sentido, conservar áreas que abrigam essa fauna é fundamental para a manutenção e integridade da biodiversidade aquática como um todo.

AGRADECIMENTOS

A FUNDIBIO pelo apoio financeiro e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- JUNK, W.J. et al., 2014. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management and protection. **Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, vol. 24, no.1, p.5-22.
- POI de NEIFF, A. & NEIFF, J.J., 2006. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la Planicie de Inundación del Río Paraná. **Interciencia**, vol.31, no.3, p.220-225.
- POMPÊO, M., 2008. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. **Oecologia Brasiliensis**, vol.12, no.3, p.406-424.
- THOMAZ, S.M. & CUNHA, E.R., 2010. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. **Acta Limnol. Bras.**, vol.22, no.2, p.218-236.
- TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2008. **Limnologia**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 631 p.
- WARFE, D. M., L. A. BARMUTA & WOTHERSPOON, S., 2008. Quantifying habitat structure: surface convolution and living space for species in complex environments. **Oikos**, vol.117, p.1764-1773.

2.11 CAPACIDADE DE RECUPERAÇÃO DO PEIXE PACU SOBREVIVENTE À INTOXICAÇÃO COM O INSETICIDA FIPRONIL

Naiara Fernanda Ignácio, Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal, São Paulo, Brasil, naiaraignacio@yahoo.com.br

Joaquim Gonçalves Machado Neto, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil, joaquim@fcav.unesp.br

Nicoli Paganoti Mello, Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal, São Paulo, Brasil, nicolimello@hotmail.com

Ana Carla Coleone, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil, anacarlab@yahoo.com.br

RESUMO

O fipronil (Regent® 800WG) é um dos inseticidas mais utilizados no controle de insetos na agricultura e pode ser carregado para pisciculturas e a rede hidrográfica local na ocorrência de chuvas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de recuperação dos peixes da espécie pacu (*Piaractus mesopotamicus*) após a intoxicação com inseticida fipronil através das alterações histológicas em brânquias, fígado e rins. As concentrações de fipronil utilizadas foram 0,56; 0,59; 0,61 e 0,64 mgL⁻¹ e causaram 15; 30; 44,5; e 65% de mortalidade do pacu em 24 horas, respectivamente. Após 24 horas, os animais sobreviventes foram transferidos para água limpa e de renovação constante. Foram coletadas amostras de brânquias, fígado e rins nos dias 1, 15 e 30 (final). Os sinais de intoxicação observados foram natação errática, espasmos musculares e mudança de coloração. Nas amostras do dia 1, foram observadas alterações histológicas acentuadas nos peixes expostos à 0,61 e 0,64 mgL⁻¹ de fipronil como desprendimento do epitélio da lamela secundária nas brânquias; desprendimento da cápsula glomerular nos rins. Nas amostras do 15º dia, foram observadas as mesmas alterações, porém em poucos pontos nas lâminas. Nas amostras do 30º dia, não foram observadas alterações histológicas em todas as concentrações avaliadas. Não ocorreram alterações no fígado e não foram observados sinais de intoxicação após o 2º dia. Portanto, os peixes da espécie pacu, sobreviventes à intoxicação pelo inseticida fipronil, podem se recuperar totalmente em 30 dias em água limpa em relação às alterações histológicas de brânquias, fígado e rins.

Palavras chaves: contaminação, inseticida, piscicultura, histologia.

ABSTRACT

Fipronil (Regent® 800WG) is one of the most used insecticides for insect control in agriculture and can be carried to fish farms and to the local water network in case of rainfall. The aim of this work was to evaluate the recovery capacity of fish pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after intoxication by the insecticide fipronil through histological changes in gills, liver and kidneys. The fipronil concentrations were 0.56; 0.59; 0.61 and 0.64 mgL⁻¹ and caused 15; 30; 44.5; and 65% of mortality in 24 hours, respectively. After 24 hours, the surviving animals were transferred to clean water and constant renewal. Samples of gills, liver and kidneys were collected on days 1, 15 and 30 (final). Intoxication signs observed were erratic swimming, muscle spasms and color change. In the samples of day 1, marked histological alterations were observed in the fish exposed to 0.61 and 0.64 mgL⁻¹ of fipronil as detachment of the secondary lamella epithelium in the gills; glomerular capsule detachment in the kidneys. In the samples of the 15th day, same changes were observed, but only in few points in the slides. In the 30th day samples, no histological changes were

observed in all the concentrations evaluated. There weren't any changes in the liver and we didn't observed intoxications signs after the second day of test. Therefore, fish of the specie pacu, survivors of intoxication by the insecticide fipronil, can be recovered fully in 30 days in clean water in relation to the histological changes of gills, liver and kidneys.

Keywords: contamination, pesticide, fish farm, histology.

INTRODUÇÃO

O fipronil é uma substância derivada do fenilpirazol que atua com ação inibidora não competitiva no receptor pós-sináptico do ácido gama-aminobutírico (neurotransmissor inibitório GABA). O fipronil destaca-se como um dos inseticidas mais utilizados no controle de insetos prejudiciais à cultura de cana-de-açúcar, como cupins, besouros e broca da cana (OHI et al., 2004).

A utilização do fipronil em grandes áreas, como a cultura da cana-de-açúcar, resulta em grande quantidade no ambiente e pode contaminar a rede hidrográfica dentro e no entorno. Na ocorrência de chuvas de alta intensidade logo após a aplicação, o inseticida fipronil aplicado na área agrícola será carregado com as águas, contaminará a água e intoxicará os peixes.

Os animais sobreviventes à intoxicação com o fipronil podem sofrer alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas e isso pode afetar, ainda, as taxas de crescimento, reprodução e comportamento dos organismos aquáticos (VAN DER OOST et al., 2003). O estudo da contaminação das águas pelo inseticida fipronil sobre os peixes é de interesse da pesquisa aplicada e de produtores que não têm o conhecimento do que fazer com os animais sobreviventes e do período de carência das águas contaminadas para retornar a atividade.

Os efeitos de agrotóxicos no ambiente aquático são avaliados por meio de ensaios ecotoxicológicos, que auxiliam na antecipação e no diagnóstico de possíveis impactos ecológicos. A expressão dos efeitos de substâncias químicas torna-se visível quando estão presentes em altas doses, como a mortalidade. Porém, também podem provocar efeitos histológicos e fisiológicos não externalizados em organismos não alvos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de recuperação dos peixes das espécies pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sobreviventes à exposição aguda do inseticida fipronil por meio das alterações histológicas em brânquias, fígado e rins.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios, foram selecionados peixes com peso médio de 7 gramas e aclimatados por dez dias em caixa de 1000 L, com aeração contínua por bombas de ar. Neste período, os peixes foram alimentados a vontade, uma vez ao dia, com ração comercial. O fipronil utilizado foi na formulação Regent® 800WG, produzido pela empresa BASF S.A. do Brasil.

Para o controle de sensibilidade e sanidade dos peixes, foram realizados periodicamente ensaios de toxicidade aguda com a substância de referência cloreto de potássio (KCl), de acordo com a norma NBR 15088:2011 (ABNT, 2011).

Os ensaios preliminares com fipronil foram conduzidos para determinar as concentrações que resultam aproximadamente em 10, 30, 50 e 70% de mortalidade dos peixes. Estas porcentagens de mortalidade foram escolhidas devido à preocupação com as perdas na produção de pacu no caso de ocorrência de uma contaminação aguda da água por este inseticida. Além disso, o estudo dos animais

sobreviventes a tais concentrações é importante para estabelecer até qual nível de intoxicação no animal pode ser revertido e qual a porcentagem do lote de peixes pode ser aproveitada.

As parcelas experimentais foram recipientes de vidro contendo dez litros no total (água + fipronil em concentrações crescentes). O ensaio definitivo foi realizado com quatro concentrações e um tratamento controle; e oito animais por recipiente. Estes ensaios foram conduzidos em sala climatizada com temperatura entre 25 e 27 °C e fotoperíodo 12/12 horas, em sistema estático, sem substituição e sifonagem de água durante o período de exposição (24h) dos animais ao produto. Foram realizadas avaliações visuais de ocorrência de sinais de intoxicação externos nos peixes. A avaliação da mortalidade dos animais foi realizada constantemente, com a retirada dos peixes mortos dos recipientes.

Na segunda etapa deste trabalho, foram realizados ensaios em condições de campo em mesocosmos (1000L) de modo a aproximar da condição de contaminação ambiental aguda com fipronil, em que os animais foram expostos às concentrações determinadas a partir dos resultados de toxicidade aguda. Estes ensaios foram realizados com quatro tratamentos (concentrações que resultam aproximadamente em 10, 30, 50 e 70% de mortalidade) e um controle, em quatro repetições. Foram utilizados animais com peso de 7 a 10 gramas por tanque.

Inicialmente os mesocosmos foram contaminados com as concentrações pré-determinadas de fipronil. Nas 24 horas iniciais, o fluxo da água ficou fechado para manter os peixes expostos às concentrações de fipronil, com aeração, para manter a quantidade de oxigênio dissolvido necessária para a sobrevivência dos peixes. Em seguida, os animais sobreviventes foram transferidos para caixas de 150 L com fluxo contínuo (vazão de 0,5 L/minuto) e permaneceram por 30 dias.

Foram coletadas amostras dos tecidos de brânquias, fígado e rins dos peixes no 1º, 15º e 30º dia de recuperação e as variáveis de qualidade de água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica) foram registradas para avaliar as alterações causadas pela diluição do fipronil.

Para a histologia, os órgãos foram retirados e imersos em solução de formaldeído tamponado (0,1 M; pH 7,3), por 24 horas. Após a fixação, os fragmentos dos tecidos sofreram desidratação em álcool, diafanização em xilol e inclusão em Histosec® (Merck). Em seguida, foi realizada microtomia, em micrótomo automático, em cortes de 3 a 5 µm de espessura em seqüência semi-seriada (um corte para 100 µm desprezados). Os tecidos cortados foram corados com Hematoxilina-Eosina, segundo as metodologias propostas por BEHMER et al. (1976) e afixados em lamínas de vidro com lamínulas de vidro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de fipronil determinadas nos ensaios preliminares e utilizadas nos ensaios definitivos para o pacu foram 0,56; 0,59; 0,61 e 0,64 mgL⁻¹. No ensaio de recuperação em condições de campo estas concentrações de fipronil causaram, respectivamente, 15; 30; 44,5 e 65% de mortalidade do pacu. As porcentagens de mortalidade não foram totalmente idênticas ao que foi observado nos ensaios preliminares e definitivos pelo fato de os ensaios para definição das concentrações serem realizados em condições controladas no laboratório, enquanto que os ensaios de recuperação foram realizados em campo.

Estas concentrações são mais altas que os valores de CL50;96h (concentração letal 50% em 96 horas) de fipronil encontrados na literatura para outras espécies de peixes. Por exemplo, para o peixe guarú (*Poecilia reticulata*) foi

de 0,08 mgL⁻¹ (MANRIQUE et al., 2013), para o peixe truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foi de 0,248 mgL⁻¹ e 0,083mgL⁻¹ para o peixe “bluegill” (USEPA, 1996).

Os animais do controle não apresentaram sinais de intoxicação. Após duas horas de exposição ao fipronil, foram observados sinais de intoxicação como natação errática e perda da capacidade de arfagem nos peixes expostos a todas as concentrações avaliadas. Os animais expostos à 0,56 e 0,59 mgL⁻¹ tinham o batimento opercular acelerado, enquanto que os animais expostos à 0,61 e 0,64 mgL⁻¹ tinham o batimento opercular lento. Estes sinais também foram observados nos ensaios em laboratório para a determinação das concentrações.

Entre seis e 12 horas de exposição ao fipronil, os animais expostos à 0,61 e 0,64 mgL⁻¹ apresentaram mudança na coloração de claro para escuro e foi observado espasmos musculares, além dos sinais já observados anteriormente. Na concentração de 0,56 e 0,59 mg L⁻¹, foram observados os mesmos sinais do início ao final da avaliação (24 horas). Ao completar 24 horas de exposição ao fipronil, foi observado um comportamento letárgico nos animais sobreviventes das concentrações de 0,61 e 0,64 mg L⁻¹, enquanto que os animais sobreviventes das concentrações 0,56 e 0,59 mantiveram um comportamento ativo e de fuga após estímulos na água. Os sinais de intoxicação observados nos peixes são causados devido ao fechamento dos canais de cloreto dos neurônios causados pela inibição do GABA pelo fipronil (BOBE et al., 1998).

A simulação de condições de campo e coleta de amostras são importantes para a avaliação e compreensão dos efeitos biológicos de um xenobiótico sob condições naturais (WINKALER et al., 2001). Nestas condições de ensaio, os organismos são expostos a uma multiplicidade de estressores químicos e físicos, que ocorrem naturalmente. Portanto, a vantagem de um estudo em condições de campo pode determinar os efeitos que serão observados caso ocorra uma contaminação pelo xenobiótico em questão e evita a extrapolação de resultados em laboratório para o ecossistema.

Com relação às alterações histológicas, não foram observadas alterações severas nas células do fígado. Nas amostras do dia 1, foram observadas alterações histológicas acentuadas nos peixes expostos à 0,61 e 0,64 mgL⁻¹ de fipronil como desprendimento do epitélio da lamela secundária nas brânquias e desprendimento da cápsula glomerular nos rins. O contato direto com o ambiente aquático e a grande área de superfície tornam as brânquias o órgão mais vulnerável à ação de poluentes (SONNE et al., 2014). No entanto, não há estudos sobre a ação do fipronil neste e nos demais órgãos de peixes afetados.

Nas amostras do 15º dia, foram observadas as mesmas alterações, porém em poucos pontos nas lâminas. Nas amostras do 30º dia, não foram observadas alterações histológicas em todas as concentrações avaliadas. Não foram observados sinais de intoxicação após o 2º dia de ensaio. Além disso, o fipronil não alterou as variáveis de qualidade de água durante os ensaios.

Estes resultados indicam que ao manter os peixes sobreviventes à intoxicação por fipronil em água limpa por pelo menos 30 dias, os mesmos são capazes de recuperar a composição e estrutura normal de brânquias, fígado e rins.

CONCLUSÃO

Os peixes da espécie pacu (*P. mesopotamicus*), sobreviventes à intoxicação pelo inseticida fipronil em concentrações que causam até 70% de mortalidade do lote em tanques de criação, podem se recuperar totalmente em 30 dias em água limpa em relação às alterações nas células e estrutura de brânquias, fígado e rins.

Além disso, concentrações de até 0,64 mgL⁻¹ de fipronil não causam lesões no fígado de pacu.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio fornecido e à Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Jaboticabal pelas instalações para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15088: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes**. São Paulo, 2011, 19p.

BEHMER, A. O.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS-NETO, A. G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. 1976, 239p.

BOBE, A., COOPER, J. F., COSTE, C. M. Factors influencing the adsorption of fipronil on soils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 4861-4865, 1997.

MANRIQUE, W. G.; FIQUEIREGO, M. A. P.; MACHADO-NETO, J. G. Dissipation and environmental risk of fipronil on aquatic environment. **The Biologist (Lima)**, vol. 11, n. 1, p. 107-117, 2013.

OHI, M.; DALSENTER, P. R.; ANDRADE, A. J. M.; NASCIMENTO, A. J. Reproductive adverse effects of fipronil in Wistar rats. **Toxicology Letters**, v. 146, p. 121-127, 2004.

SONNE, C.; BACH, L.; SONDERGAARD, J.; RIGÉT, F. F.; DIETZ, R.; MOSBECH, A.; LEIFSSON, P. S.; GUSTAVSON, K. Evaluation of the use of common sculpin (*Myoxocephalus scorpius*) organ histology as bioindicator for element exposure in the fjord of the mining area Maarmorilik, West Greenland. **Environmental Research**, v. 133, P. 304-311, 2014.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. New Pesticide Fact Sheet. PB96-181516.EPA737-F-96-005. U.S. **EPA Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances**, p1-10, 1996.

VAN DER OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, p. 57-149, 2003.

WINKALER, E. U.; SILVA, A. G.; GALINDO, H. C.; MARTINEZ, C. B. dos R. Biomarcadores histológicos e fisiológicos para o monitoramento da saúde de peixes de ribeirões de Londrina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 507 – 514, 2001.

2.12 TOXICIDADE AGUDA E RISCO AMBIENTAL DO INSETICIDA MALATHION APLICADO EM NEBULIZAÇÃO PARA TILÁPIA

Nicoli Paganoti de Mello - Bióloga, Mestranda em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP). E-mail: nicolimello@hotmail.com

Ana Carla Coleone - Bióloga, Mestre e Doutoranda em Saúde Pública, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". E-mail: anacarlab@yahoo.com.br

Maria Amália da Silva Santarossa – Bióloga, Mestre em Ciências, Doutora em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". E-mail: mariaamaliadasilva@yahoo.com.br
Ângela Aparecida Machado – Mestre e Doutora em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". E-mail: angela_machado88@hotmail.com

Naiara Fernanda Ignácio – Mestre em Biologia Aquática, Doutoranda pelo Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP). E-mail: naiaraignacio@yahoo.com.br

Joaquim Gonçalves Machado Neto - Engenheiro Agrônomo, Professor/Pesquisador da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". E-mail: joaquim@fcav.unesp.br

RESUMO

Na nebulização do inseticida malathion para o controle do mosquito adulto transmissor dos vírus das doenças: Dengue, Zika e Febre Chikungunya, pode ocorrer a contaminação da rede hídrica e intoxicar os peixes de cultivo nos tanques de piscicultura. Objetivou-se avaliar a toxicidade aguda do malathion para a tilápia (*Oreochromis niloticus*), classificar o malathion pela toxicidade aguda, calcular e classificar o risco de intoxicação ambiental, e registrar a ocorrência de sinais clínicos externos de intoxicação aguda. Após a aclimação dos peixes, foram realizados ensaios preliminares para determinar o intervalo de concentrações que causam 0 e 100% de mortalidade. Os ensaios definitivos com 24h de exposição foram realizados com as concentrações de 0; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 mg.L⁻¹. Os ensaios foram conduzidos em sistema estático, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e 10 peixes por repetição. A CL₅₀-24h foi calculada com os dados de mortalidade dos peixes e os sinais clínicos avaliados visualmente. A CL₅₀-24h do malathion para os peixes juvenis de tilápia foi de 5,13 mg.L⁻¹, que o classifica como moderadamente tóxico e de baixo risco de intoxicação ambiental em três cenários de 1ha de espelho d'água com 0,3 m, 1,0 m e 2,0 m de profundidade. Nos peixes sobreviventes, o malathion causou escurecimento da pele, aumento do batimento opercular, natação errática e busca de oxigênio na superfície da água. A contaminação das águas com o malathion tem risco baixo de intoxicação ambiental para juvenis de tilápia, mas o inseticida é moderadamente tóxico para essa espécie de peixe.

Palavras-Chave: Peixe. Contaminação. Intoxicação.

ABSTRACT

In the nebulization of the insecticide malathion for the control of the adult mosquito transmitting the virus of the diseases: Dengue, Zika and Chikungunya Fever, water network contamination and fish intoxication can occur in aquaculture ponds. The objective of this study was to evaluate the acute toxicity of malathion to tilapia (*Oreochromis niloticus*), to classify malathion by acute toxicity, to calculate and classify the risk of environmental intoxication, and to record the occurrence of external clinical signs of acute intoxication. After the fish acclimatization, preliminary tests were performed to determine the range of concentrations causing 0 and 100% mortality. The definitive tests with 24h exposure were performed with concentrations of 0; 3.0; 4.5; 6.0; 7.5 and 9.0 mg.L⁻¹. The tests were conducted in a static system, in

a completely randomized design, with three replicates and 10 fish per replicate. The LC₅₀-24h was calculated with the fish mortality data and the clinical signs evaluated visually. The LC₅₀-24h of malathion for juvenile tilapia fish was 5.13 mg.L⁻¹, which classifies it as moderately toxic and low risk of environmental intoxication in three scenarios of 1 hectare of water mirror with 0, 3 m, 1.0 m and 2.0 m depth. In surviving fish, malathion caused skin darkening, increased opercular beating, erratic swimming, and oxygen seeking on the water surface. Contamination of waters with malathion has a low risk of environmental intoxication for tilapia juveniles, but the insecticide is moderately toxic to this fish species.

Keywords: Fish. Contamination. Intoxication.

INTRODUÇÃO

O Malation é um inseticida pertencente ao grupo químico dos organofosforados e vem sendo muito utilizado (UH, 2016) no controle do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue (COLEONE, 2014), Zica e Febre Chikungunya, consideradas com um dos maiores problemas de saúde pública atualmente no Brasil. Este inseticida intoxica os animais por meio da inibição da enzima acetilcolinesterase dos organismos que entrar em contato e absorver na corrente sanguínea.

O combate ao mosquito se dá em especial na estação de verão, justamente quando ocorre o período das águas, com as maiores chuvas, que facilitam o carregamento do malathion aplicado nas enxurradas para o ambiente aquático (COLEONE, 2014).

Anualmente são utilizadas toneladas de malathion no controle do mosquito da dengue. Uma vez nebulizado no ambiente, o malathion pode atingir o ambiente aquático, contaminar as águas e intoxicar as espécies aquáticas não-alvos de controle como os peixes. Portanto, são necessários estudos ecotoxicológicos para avaliar os efeitos tóxicos agudos das contaminações das águas nos peixes, principalmente os de cultivo em pisciculturas.

Com os ensaios ecotoxicológicos determina-se a concentração letal mediana (CL₅₀) que é capaz de matar a metade de uma população exposta a um determinado contaminante em função do tempo de exposição. Os valores de CL₅₀ são utilizados para classificar os compostos tóxicos para os organismos testes em classes de toxicidade aguda e de risco de intoxicação ambiental agudo em diferentes cenários de exposição.

A espécie selecionada nesse estudo foi a tilápia (*Oreochromis niloticus*) devido a sua importância comercial para aquicultura mundial. Objetivaram-se avaliar toxicidade aguda e classificar o malathion em classes de toxicidade aguda e de risco de intoxicação ambiental da tilápia, e registrar a ocorrência de sinais clínicos externos nos animais sobreviventes à intoxicação aguda.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os peixes utilizados foram juvenis de tilápia com peso médio de 2,0 gramas, aclimatados por 15 dias em caixas d'água com fluxo contínuo de água e aeradores elétricos em sala climatizada. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia. Após o período de aclimação, os animais foram realocados em aquários de vidro para a realização do teste de toxicidade aguda de acordo com a norma NBR 15088 (ABNT, 2016).

O malathion utilizado foi da formulação comercial KomvektorTM 44% EW, de uso exclusivo em saúde pública. O período de exposição aguda foi de 24 horas com as seguintes concentrações de malathion nas águas: 0 (controle), 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e

9,0 mg.L⁻¹. Após esse período, foi registrado o número de peixes mortos e calculada a CL₅₀-24h com o programa computacional *Trimmed Spearman Karber* (HAMILTON; RUSSO; THURSTON, 1977). O valor da CL₅₀-24h o malathion foi classificado nas classes de toxicidade aguda de Zucker (1985).

O valor da CL₅₀-24h também foi utilizado para classificar o malathion nas classes de quociente de risco (QR) de Goktepe et al. (2004). Os cenários utilizados para fazer a classificação de risco do malathion foram o volume de um espelho d'água de 1ha com as profundidades de 0,3 m, 1,0 m e 2,0 m.

O QR foi calculado por meio da divisão da concentração ambiental estimada (CAE) nos três cenários pelo valor calculado da CL₅₀-24h no ensaio de toxicidade aguda. As classes de risco são as seguintes: alto risco se QR > 0,5, médio risco se 0,05 < QR < 0,5 e baixo risco se QR < 0,5 (GOKTEPE et al, 2004). Durante o período de exposição e no final foram observados e registrados os sinais clínicos externos nos peixes sobreviventes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A CL₅₀-24h do malathion calculada para a tilápia com os dados do ensaio de toxicidade aguda foi de 5,13 mg.L⁻¹ com limite superior de 5,63 mg.L⁻¹ e limite inferior de 4,69 mg.L⁻¹. Pelas classes de toxicidade aguda de Zucker (1985), o malathion se classifica como moderadamente tóxico para a tilápia. A toxicidade moderada do inseticida malation (CL₅₀-48h de 3,05 mg.L⁻¹) para peixes da espécie *Hyphessobrycon eques* também foi observada por Coleone (2014).

Os valores de QR calculados foram de 0,0087 mg.L⁻¹ para a profundidade de 0,3 m, e 0,0025 mg.L⁻¹ para a 1,0 m e de 0,0013 mg.L⁻¹ para a de 2,0 m. Com base nesses valores, em todas as profundidades, o malathion se classifica na classe de baixo risco de intoxicação ambiental aguda de juvenis de tilápia (GOKTEPE et al., 2004).

Os sinais observados nos peixes expostos ao malathion foram escurecimento da pele em todas as concentrações de malathion nas águas. Nas maiores concentrações, houve aumento do batimento opercular, natação errática, busca por oxigênio na superfície da água, e secreção de muco na pele dos peixes. A produção de muco é um mecanismo de defesa dos peixes para reduzir a absorção de toxicantes na pele.

Os sinais observados na tilápia também foram constatados e descritos em trabalhos realizados anteriormente com outras espécies de peixes (GONÇALVES et al., 1998, RIBAS, 1999, MELLO et al., 2015). Por esses sinais, se constata que o malathion pode afetar os peixes, independente da espécie, deixando-os debilitados por alterar o estado de equilíbrio homeostático dos animais.

CONCLUSÃO

A CL₅₀-24h do malathion para tilápias foi 5,13 mg.L⁻¹, que o classifica na classe de toxicidade aguda moderada para essa espécie.

O malathion se classifica na classe de baixo risco de intoxicação ambiental aguda em cenários de 1ha com de 0,3; 1,0 e 2,0 m de profundidade.

O malathion intoxica os peixes e causa escurecimento da pele e, nas maiores concentrações, causa aumento do batimento opercular, natação errática, busca por oxigênio na superfície da água, e secreção de muco na pele.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CNPq pela concessão da bolsa mestrado.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ecotoxicologia Aquática - Toxicidade Aguda – Método de ensaio com peixes (*Cyprinidae*). **2016.**

COLEONE, A. C. **Avaliação da dissipação do inseticida malation utilizado em nebulização a ultrabaixo volume no controle da dengue: avaliação ecotoxicológica e de risco ambiental.** 2014. 152f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo.

GOKTEPE, I.; PORTIER, R.; AHMEDNA, M. Ecological risk assessment of Neem-based pesticides. **Journal of Environmental Science Health**, part B. Pestic. food contam. *Agric. Wastes*, v. 39, P. 311-320, 2004.

GONÇALVES, N. M. F. de M.; BASTOS-RAMOS, W. P.; BACILA, M. Sensitivity of the antarctic fish *Notothenia neglecta* experimentaly intoxicated with the non pollutant anticholinesterase agent malathion [0,0- dimethyl S-(1,2- dicarbethoxyethyl) phosphorodithiodate]. **Arch. Vet. Science**, v. 3, n. 1, p. 87-93, 1998.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, V. Trimed Sperman-Karber method for estimating medial lethal concentrations in toxicology bioassays. **Environmental Science and Technology**. v. 7, p. 714-719, 1977.

MELLO, N. P. de; MONTEIRO, T.; CASTRO, M. P.; CRISCI, A. R. **Alterações no fígado e rim de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) expostos a diferentes concentrações de DEHP (di 2-etilhexil).** In: V Conferencia Latinoamericana sobre el cultivo de peces nativos. Lima: Argos E.I.R.L., 2015. p. 77.

RIBAS, S. Avaliação dos efeitos de alguns acaricidas em peixes através de testes de toxicidade. **Archives of Veterinary Science**, v. 4, n. 1, 1999.

UH. University of Hertfordshire. **PPDB: pesticide properties database.** 2016. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/421.htm> >. Acesso em 13 jan. 2017.

ZUCKER, E. **Hazard Evaluation Division–Standard Evaluation Procedure Acute toxicity test for freshwater fish**, (1985).

2.13 LEVANTAMENTO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM MICROBACIA URBANA SOB RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Renato Ramos dos Santos, FATEC Capão Bonito, renato15ramos@gmail.com
Josiele Renata De Oliveira, FATEC Capão Bonito, josiele.oliveira@fatec.sp.gov.br
Caroline Rossi Polsaque, FATEC Capão Bonito, caarolrossi2@gmail.com
Claudia Moster Barros, FATEC Capão Bonito, claumoster@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento de macroinvertebrados bentônicos, como indicador da qualidade da água de uma microbacia urbana em processo de restauração florestal, no município Capão Bonito-SP. Foram realizadas coletas de amostras de água e de bentônicos, mensalmente, em quatro pontos distribuídos ao longo do curso d'água, de novembro de 2015 a novembro de 2016. As características pH, condutividade elétrica e sólidos em suspensão totais foram analisadas, bem como a quantidade e grupos de macroinvertebrados bentônicos coletados. A temperatura da água, a temperatura do ar e a precipitação mensal, complementaram os dados analisados. A metodologia apresentou-se viável para ser aplicada em nascentes, com baixo custo e fácil execução. O índice Biological Monitoring Working Party System (BMWP), indicado para esses bioindicadores, foi utilizado para análise dos resultados e inferência sobre o nível de conservação do ecossistema. Assim, considera-se que o ambiente apresenta evidências dos efeitos de poluição em nível moderado, considerando a ocorrência dos macroinvertebrados bentônicos no período do estudo. Recomenda-se um monitoramento por um período contínuo e com maior duração, para resultados mais consistentes.

Palavras-chave: Bioindicadores. Microbacia. Água.

ABSTRACT

This study aimed to perform a survey of benthic macroinvertebrates, as an indicator of water quality monitoring in a urban watershed under forest restoration process. Samples of water and benthics were collected monthly at four points distributed along the river from November 2015 to November 2016. The characteristics of pH, electrical conductivity and total suspended solids characteristics were analyzed, as well as the amount and groups of benthic macroinvertebrates collected. The water temperature, the air temperature and the monthly precipitation, complemented the analyzed data. The methodology was feasible to be applied in springs studies, with low cost and easy execution. The Biological Monitoring Working Party System (BMWP), indicated for these bioindicators, was used to analyze the results and inference about the level of conservation of the ecosystem. Thus, it is considered that the environment presents evidence of the effects of pollution at a moderate level, considering the occurrence of benthic macroinvertebrates, during the study period. It is recommended a continuous, longer-term monitoring for more consistent results.

Keywords: Bioindicators. Watershed. Water.

INTRODUÇÃO

O sistema de drenagem que forma a área da nascente nas bacias hidrográficas também é conhecido como sistema de cabeceira de drenagem. Caracterizado por processos específicos de respiração e produção no ambiente aquático, com a presença de organismos especializados, como os

macroinvertebrados bentônicos, que apresentam papel central na transformação da matéria, no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes dos ecossistemas límnicos. De acordo com Ribeiro e Uieda (2005) *apud* Pimenta (2006), as análises físico-químicas demonstram o estado da água, mas o ideal é a associação desses métodos com análises biológicas, permitindo uma caracterização mais completa do ecossistema e seu funcionamento. Os indicadores biológicos têm sido considerados eficientes para medir a qualidade da água com baixo custo e os macroinvertebrados se destacam por atenderem a vários requisitos que definem um bom indicador biológico: são reconhecidos por não-especialistas, têm distribuição ampla, são numericamente abundantes, têm mobilidade restrita e podem ser estudados em experimentos de laboratório (CAMARA e FONSECA-GESSNER et al., 2006). As comunidades podem ser influenciadas por mudanças no substrato ou na água: períodos sazonais, variação na concentração de oxigênio dissolvido, no pH. O acompanhamento deve observar a diversidade, a população ou comunidade, e a função dos indivíduos encontrados, referente ao nível trófico a que pertencem no ecossistema aquático. A ocorrência observada possui relação com a qualidade do meio, e os resultados podem ser utilizados para o monitoramento do uso do solo ou variações climáticas.

No campus da FATEC localizada em Capão Bonito - SP, há uma nascente sob restauração florestal, e a identificação de espécies de macroinvertebrados bentônicos pôde contribuir para o conhecimento sobre as relações entre as espécies existentes no meio aquático (grupos tróficos funcionais), a qualidade da água e o meio terrestre. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento dos macroinvertebrados bentônicos presentes na área de estudo, relacionando os resultados às características físicas da água.

MATERIAL E MÉTODOS

O município Capão Bonito, no sudoeste do estado de São Paulo, possui uma vasta variedade de solo com predominância de latossolo vermelho. A classificação climática, segundo Koeppen, é denominada Cfb, subtropical de região serrana, úmido e sem estiagem (BRASSIOLO, 1988 *apud* FONTANA, 2007). A temperatura média anual é 20,1 °C, com valores mais baixos em junho (16,3 °C) e mais elevados em janeiro e fevereiro (23,4 °C). O volume de precipitação anual é de 1285,0 mm e, nos períodos de seca (junho, julho e agosto), ocorre de 48 a 63 mm (TREMOCOLDI e BRUNINI, 2008).

De acordo com Carvalho (2015), a microbacia do estudo possui 47,82 ha, com exutório localizado nas coordenadas UTM 771078,856 m E, 7345016,452 m S (Datum Córrego Alegre, Fuso 22), e 670,0 m de altitude. É uma microbacia urbana, inclui parte do Bairro Terras do Emburuçu, parte das áreas de preservação permanente com vegetação nativa e um trecho da Rodovia SP 270. A rede de drenagem é perene, de primeira ordem, apresentando aproximadamente 595 m de comprimento total do curso d'água principal. O uso do solo é misto, com vegetação natural em estágio médio de regeneração, presença de área com solo exposto e regiões impermeabilizadas por edifícios ou estradas/ruas.

Para o coleta de amostras de macroinvertebrados bentônicos, foram selecionados quatro pontos de coleta, denominados P1, P2, P3 e P4 e georreferenciados com o uso de GPS Garmin CS, ao longo do curso d'água, com distância mínima de 10,0 metros entre pontos. A coleta dos macroinvertebrados bentônicos (Camara, 2004), foi realizada com coletor do tipo súber, em faixa de 1,0 m sobre o leito, no período de novembro de 2015 a novembro de 2016. A triagem

dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada em laboratório e os indivíduos encontrados foram identificados por meio de chaves de identificação disponíveis (FROELICH, 2007; BIS e KOSMALA, 2005; SOUZA, COSTA, OLDRINI 2007; PINHO, 2008; CALOR, 2007), e armazenados em recipiente com álcool a 70%.

O índice BMWP sigla para Biological Monitoring Working Party System é um índice biológico, para avaliar a qualidade da água a partir dos macroinvertebrados bentônicos (ALBA-TORCEDOR, 1996). Neste índice, as famílias de macroinvertebrados bentônicos tem pontuações referente ao nível de sensibilidade de cada família, em que as mais sensíveis à mudança do meio ambiente com 10 pontos seguindo em ordem decrescente até as mais tolerantes com 1 ponto. A soma dos pontos de cada família identificada obtém um valor referente à uma classe de qualidade que pode ser ótima, boa, aceitável, duvidosa, poluída, muito poluída e fortemente poluída, de acordo com a avaliação da qualidade da água por meio da análise dos macroinvertebrados bentônicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mês com maior número de indivíduos coletados foi em agosto de 2016, com aparente relação entre a quantidade e as variáveis somente para condutividade no mês de outubro de 2016. Nas Figuras 1 e 2, apresenta-se a diversidade de macroinvertebrados bentônicos encontrados na área de estudo, por família e por classe, respectivamente. Foram identificadas 19 famílias, com Quironomidae predominante, 9 ordens e 5 classes, com maior frequência de Insecta, totalizando 310 indivíduos coletados. A Tabela 2 apresenta um detalhamento dos macroinvertebrados bentônicos, por ponto de coleta, número de indivíduos e pontuação do índice BMWP (ALBA-TORCEDOR, 1996).

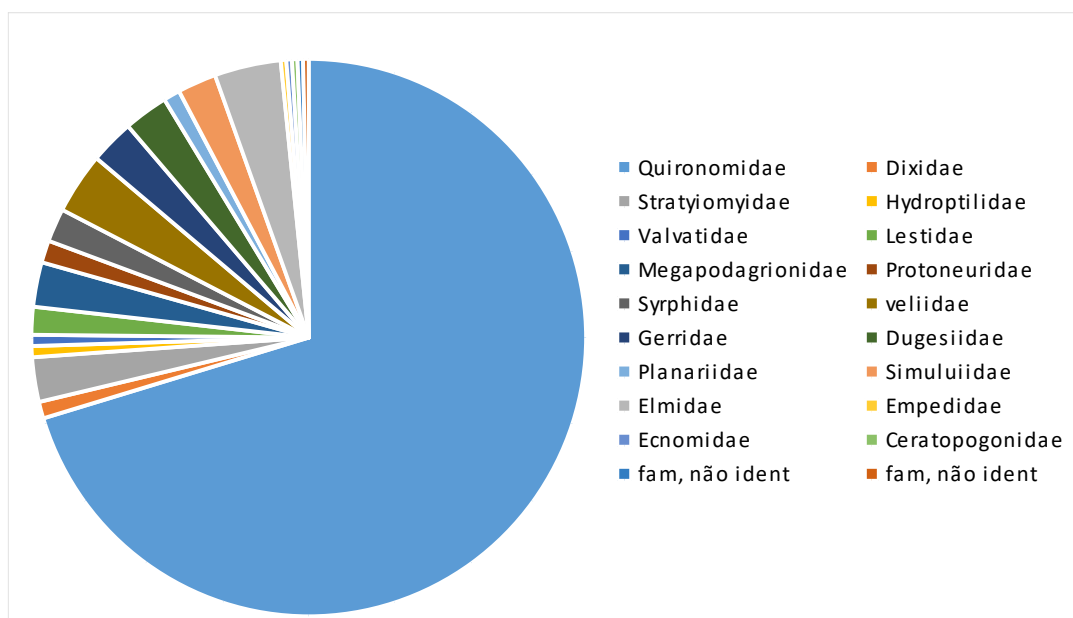


Figura 1. Resultado de famílias de macroinvertebrados bentônicos.

Indivíduos Encontrados	Família	Ordem	classe	Nível trófico	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Número de indivíduos	Pontuação Índice BMWP
Larva de quironomídeo	Quironomidae	Diptera	insecta	coletor/predador	66	31	118	3	218	2
Larva de mosquito	Dixidae	Diptera	insecta	coletor	0	0	0	3	3	4
Larva de mosca	Stratiomyidae	Diptera	insecta	coletor	7	0	1	0	8	4
Larva de trichoptera	Hydroptilidae	Trichoptera	insecta	raspador	0	1	1	0	2	6
Larva de trichoptera	?	Trichoptera	insecta	raspador	0	0	0	1	1	?
Larva de trichoptera	Ecmonidae	Trichoptera	insecta		0	0	1	0	1	7
Caracol	Valvatidae		gastropoda	raspador	0	0	1	1	2	3
Larva de libélula	Lestidae	Odonata	insecta	predador	1	0	4	0	5	8
Larva de libélula	Megapodagrionidae	Odonata	insecta	predador	0	6	1	1	8	10
Larva de libélula	Protoneuridae	Odonata	insecta	predador	1	0	2	1	4	não classificado
Minhoca da água	Syrphidae		oligochaeta	detritívoro	2	0	1	3	6	1
Alfaiate	veliidae	Hemiptera	insecta	predador	2	0	8	1	11	3
Alfaiate	Gerridae	Hemiptera	insecta	predador	0	1	2	5	8	3
Planárias	Dugesidae	Tricladida	turbellaria	predador	6	0	0	2	8	5
Planárias	Planariidae	Tricladida	turbellaria	predador	0	1	0	2	3	5
Anfípodes	?	Amphipoda	crustacea	raspador	0	1	0	0	1	não classificado
larva de simuliidae	Simuliidae	Diptera	insecta		5	1	0	1	7	5
Besouros	Elmidae	Coleoptera	insecta	coletor	1	3	7	1	12	5
larva de Empedidae	Empedidae	Diptera	insecta		0	0	1	0	1	4
larva d Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	Diptera	insecta	predador	0	0	1	0	1	4
TOTAL	18	7	5	4	91	45	149	25	310	79

Tabela 1. Resultado detalhado das coletas e pontuação BWMP.

O resultado da soma das pontuações das famílias de macroinvertebrados bentônicos da microbacia apresentou o resultado denominado classe de qualidade duvidosa, com valor total de 79. De acordo com a classificação BWMP, a classe entre os valores 61-100, considera-se evidente efeito moderado de poluição.

CONCLUSÃO

O levantamento de macroinvertebrados bentônicos é considerado inicial, mas a metodologia demonstrou viabilidade para o estudo de indicadores hidrológicos em nascentes. A diversidade de indivíduos deve ser analisada por um maior período de observação para resultados significantes, assim como recomenda-se maior frequência de amostragem para comparação entre a precipitação e as variáveis físicas da água. O resultado foi considerado coerente, devido às características da microbacia, pois é uma área em processo de restauração florestal por regeneração, mas com impactos advindos de ações antrópicas urbanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TERCEDOR, J. 1996. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. IV SIAGA, Almeria, vol. II: 203-213.

BIS,B.; KOSMALA,G.; **Chave de Identificação Para Macroinvertebrados Bentônicos de Água Doce**. Produced by the EC funded Project CONFRESH 226682-CP-1-2005-1-GR-COMENIUS-C21 www.nhmc.uoc.gr/confresh. 2005.

CALOR, A. R. 2007. Trichoptera. In: **Guia on-line de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aquadoce/index_trico>. p 10-11.

CARVALHO, S, R. **A microbacia experimental no Campus da Fatec capão bonito**. 2015. 24 p. Trabalho de graduação do curso de Silvicultura, Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, Capão Bonito – SP, p 10.

CAMARA, C. D. **Critérios e indicadores para o monitoramento hidrológico de florestas plantadas**. Tese de Doutorado, EESC, USP. 2004.

CAMARA, C. D; FONSECA-GESSNER, A. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos para o monitoramento de florestas plantadas**. LIMA, P, W; ZAKIA, B, J, M. As floretas plantadas e a água – implemento o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento, São Carlos: RiMa, 2006. p 226.

FROEHLICH, C.G. (org.). 2007. Guia on-line: **Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline.html>.

FONTANA, C. R. **O efeito do nivelamento de estradas florestais na produção de sedimentos**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, p 80. 2007.

PIMENTA, M.S; BOAVENTURA, R.G; PEÑA, P.A; RIBEIRO, G.T. **Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana**. *Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Taubaté, n.1, p. 199 – 200, Jan. / Mar, 2016.

PINHO, L.C. 2008. Diptera. *In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo*. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>. P 9-10-11-12-13.

SOUZA, L.O.I.; COSTA, J. M. & OLDRINI, B. B. 2007. Odonata. *In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo*. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online. P 5-6-7.

TREMOCOLDI, W. A.; BRUNINI, O. Caracterização agroclimática das unidades da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo: Capão Bonito e região. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. 30p.(Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 205).

2.14 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DAS ÁGUAS DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP DO PARQUE URBANO DR. FERNANDO COSTA, SÃO PAULO, SP

*Raquel Moraes Costa PEREIRA, bolsista PIBIC-IP
gestao.ma@hotmail.com*

*Maressa Helena NANINI-COSTA, Bolsista TT3 da FAPESP-IP
maressahnc@gmail.com*

*Maria Letizia PETESSE – Programa de pós-graduação do Instituto de Pesca – APTA – SAA – SP
mlpetesse@gmail.com*

*Maurício K. NAGATA, pesquisador científico do Instituto de Pesca, APTA, SAA, SP
mauricio@pesca.sp.gov.br*

*Katharina Eichbaum ESTEVES, pesquisador científico do Instituto de Pesca – APTA – SAA – SP
kesteves@pesca.sp.gov.br*

*Cíntia BADARÓ-PEDROSO, pesquisador científico do Instituto de Pesca – APTA – SAA – SP
pedrosos@pesca.sp.gov.br*

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água da Área de Preservação Permanente (APP) do Parque Dr. Fernando Costa relativamente a algumas condições e padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 357/2005 para águas de classe especial. O parque está localizado na área urbana da cidade de São Paulo, dentro dos limites da Sub-bacia Penha-Pinheiros, que por sua vez faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. A coleta de amostras foi realizada sequencialmente nos pontos: nascente, tanque I, tanque II, tanque III e lago Negro sendo, todos eles, localizados em cascata após o ponto Nascente. As medições, utilizando-se uma sonda multiparâmetros, e as coletas para análises laboratoriais de amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato e dureza total ocorreram no período chuvoso de 2016 (novembro-dezembro). A análise dos dados foi realizada por meio de estatísticas uni-variadas e multivariadas (Análise de Componentes Principais) com o uso do software PAST. De um modo geral, foi observado um aumento gradativo dos valores de pH, de 4,5 no ponto inicial (nascente) até 6,8 no final (lago Negro). Os valores mais elevados de nutrientes (compostos nitrogenados e ortofosfato) foram observados no lago Negro (último da cascata), sugerindo que ao longo da sequência ocorre o progressivo incremento da produtividade do sistema. Em alguns pontos, as condições de qualidade da água representadas pelo pH e Oxigênio Dissolvido apresentaram inconformidade com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA para águas de classe especial.

Palavras-chave: Qualidade da água. Ambientes lênticos. CONAMA 357. Nascente.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the water quality of the Permanent Preservation Area (APP) of Dr. Fernando Costa Park to some of the variables required by CONAMA 357/2005. The park is located in the urban area of the city of São Paulo, within the limits of the Penha-Pinheiros Sub-basin, which in turn is part of the Alto Tietê Basin. Data collection was done in the following points: source, tank I, tank II, tank III and Black lake, all of them, cascaded after the rising point. The collection occurred in the rainy period of 2016 (November-December). Data analysis was performed using univariate and multivariate statistics using the PAST software. In general, a gradual increase in pH was observed from the starting point (black lake). The highest values of nutrients were observed at the Black lake (last of the cascade), suggesting that throughout the sequence the progress of the production of the system occurs. At some points, the water quality conditions represented by pH

and dissolved oxygen are not in accordance with the values settled by CONAMA Resolution for special class waters.

Keywords: Water quality. Lentic environments. CONAMA 357. Headwaters.

INTRODUÇÃO

As águas continentais tornaram-se ecossistemas críticos para a conservação, uma vez que sua biodiversidade e integridade são constantemente ameaçadas pelo uso humano desses recursos (DUDGEON *et al.*, 2006).

O Parque Estadual Dr. Fernando Costa é tombado pela Resolução da Secretaria Estadual da Cultura nº 25 de 11/ 06/ 1996. Apresenta uma área total de 136.765,41 m², sendo 79.309,66 m² de área verde onde está inserida a APP com 22.790,66 m². É um parque urbano que possui nascentes que estão sob risco constante devido a crescente especulação imobiliária no seu entorno. Está dentro da área pertencente à Sub-bacia Penha-Pinheiros, que por sua vez faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, (SVMA, 2007). De um modo geral as condições da bacia do Alto Tietê são críticas pelos riscos de despejos de efluentes de diversas fontes e comprometem os recursos hídricos dentro deste território (ESTEVES e SANT'ANNA, 2006). Toda a área de bacia hidrográfica da região do Alto Tietê merece atenção quanto à preservação do solo tendo em vista a conservação da qualidade da água principalmente quando na região urbana (SMA, 2009).

Conforme a Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2005), a classificação de águas pertencentes à área de preservação permanente, são classificadas como classe especial, onde “deverão ser mantidas as condições naturais do corpo d’água”, e são enquadradas nas condições e padrões de qualidade da Classe I. O CONAMA é um importante norteador e disciplinador das exigências legais e, por meio das Resoluções editadas, tornam as normas claras e aplicáveis à realidade (BORGES *et al.*, 2011).

Considerando a grande quantidade de parques na região metropolitana de São Paulo, ainda pouco estudados (VIEIRA *et al.*, 2006), justifica-se a necessidade de pesquisas sobre a qualidade destes importantes recursos hídricos e a problemática da conservação ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no período chuvoso de 2016 (novembro/dezembro) em cinco pontos: nascente, tanques I, II, III e lago Negro. As medições dos parâmetros físicos e químicos: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (OD) (mg.L⁻¹), pH, condutividade elétrica (µS.cm⁻¹), turbidez (UNT) e sólidos totais dissolvidos (STD) foram realizadas em cada ponto durante dois dias consecutivos (30/11/2016 e 01/12/2016) com o auxílio da sonda multiparâmetros Horiba (modelo U-52G). As amostras de água foram coletadas na subsuperfície, acondicionadas em frascos de polietileno e preservadas sob refrigeração para a quantificação de amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato e dureza total no laboratório de Limnologia do Instituto de Pesca (SP), conforme APHA (2005).

A análise dos dados foi realizada por meio de estatísticas uni-variadas e multivariadas. No primeiro momento, para cada variável, foi calculada a média dos dois dias de coleta com o respectivo Desvio Padrão e verificada a conformidade com os limites exigidos pela CONAMA 357 (BRASIL, 2005). Em seguida foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) para verificar a ordenação dos pontos de coleta em relação ao gradiente ambiental, representado pelo conjunto de variáveis físicas e químicas estudadas. Tendo em vista as diferentes unidades de

medida das variáveis abióticas, a ACP foi realizada utilizando a matriz de correlação, que efetua a normalização das variáveis dividindo-as pelos seus desvios-padrões, conforme, (HAMMER, 2012), sendo que para as análises estatísticas, utilizou-se o software Paste 2.17.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As profundidades medidas em cada local de coleta foram de 100 cm, 77,5 cm, 17,5 cm e 177 cm, respectivamente para os tanques I, II, III e lago Negro. No ponto nascente não foi possível medir a profundidade, pois a mesma encontra-se abaixo de uma construção tornando o local de difícil acesso e sem iluminação. Os valores mais elevados de OD, Temperatura, Turbidez, Nitrito, Nitrato, Ortofosfato e Dureza Total foram observados no lago Negro. Também, foi observado aumento gradativo do pH, a partir da nascente até o lago Negro (Tabela 1). Ainda a nascente apresentou os menores valores médios de OD, Amônia, Nitrito e Ortofosfato.

Tabela 1. Média e Desvio Padrão das Variáveis físicas e químicas referentes aos dois dias de registros de dados da coleta da Área de Preservação Permanente do Parque Dr. Fernando Costa, São Paulo; pH=potencial hidrogeniônico; OD=Oxigênio Dissolvido; Cond.=Condutividade; STD=Sólidos Totais Dissolvidos; DT=Dureza Total Negrito=valores mais elevados.

Parâmetros	Nascente	Tanque I	Tanque II	Tanque III	Lago Negro	CONAMA 357/2005	Vieira 2006 lago Negro
pH	4,56 ± 0,045	4,77 ± 0,03	5,27 ± 0,01	6,09 ± 0,06	6,83 ± 0,395	6,00 a 9,00	9,19
OD (mg.L ⁻¹)	2,89 ± 0,08	8,23 ± 0,69	7,04 ± 0,93	8,1 ± 0,06	8,71 ± 0,395	> 6 (mg. L ⁻¹) O ₂	12
Cond. (µS.cm ⁻¹)	188,5 ± 0,0025	187,5 ± 0,0025	175,5 ± 0,0015	183,5 ± 0	172,5 ± 0,0025	-	114,0
Temperatura (°C)	22,31 ± 0,11	22,25 ± 0,005	21,62 ± 0,105	21,17 ± 0,105	21,65 ± 0,16	-	24,2
STD (mg.L ⁻¹)	0,122 ± 0,0015	0,122 ± 0,002	0,134 ± 0,021	0,164 ± 0,0015	0,111 ± 0,0015	500 (mg. L ⁻¹)	-
Turbidez (UNT)	10,05 ± 2,15	1,7 ± 0,2	3,1 ± 0,7	21,3 ± 3,4	33,75 ± 6,25	Até 40	7,50
Amônio (mg.L ⁻¹)	0,04 ± 0	0,075 ± 0,005	0,065 ± 0,005	0,055 ± 0,01	0,1 ± 0	3,7 (mg. L ⁻¹) para pH ≤ 7,5	-
Nitrito (µg.L ⁻¹)	0,645 ± 0,075	2,52 ± 0,07	1,865 ± 0,145	1,435 ± 0,15	3,745 ± 0,145	1,0 (mg. L ⁻¹)	-
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,01 ± 0	0,01 ± 0	0,01 ± 0	0,01 ± 0	0,02 ± 0	10,0 (mg. L ⁻¹)	-
Ortofosfato (µg.L ⁻¹)	2,325 ± 0,775	13,185 ± 0,775	5,425 ± 0,775	6,2 ± 1,55	28,705 ± 0,775	-	-
DT (mg.L ⁻¹)	25,8 ± 15,05	27,95 ± 6,45	18,275 ± 3,225	17,11 ± 0,01	27,95 ± 4,3	-	41,58

Conforme a Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), as águas superficiais de uma APP são classificadas como especiais e enquadradas nos parâmetros físicos e químicos de Classe I. De acordo com as análises realizadas neste trabalho, observou-se que, o oxigênio dissolvido na nascente, está bem abaixo do determinado como valor mínimo na legislação (6 mg.L⁻¹) e os valores de pH para a nascente, tanques I e II estão também abaixo do exigido (6,0 a 9,0). No entanto, a concentração de OD de 2,89 mg.L⁻¹ na nascente pode ser explicada pela ausência de luz direta, pois a água encontra-se armazenada em um tanque de concreto com apenas uma abertura lateral.

No trecho estudado foi observado um gradiente na qualidade da água superficial. A nascente mostra os menores valores de nutrientes apesar de que, sinais de alterações são observados quando constatamos um valor de turbidez de 10,05 UNT, superior ao valor 2,0 UNT obtido por VIEIRA et al. (2006). O incremento dos nutrientes do tanque I até o lago Negro são indicativos de aporte orgânico, provavelmente decorrente da presença de aves, peixes, ração e lixiviação do solo. Outra característica a ser considerada é a pouca profundidade de todos os corpos d'água, que variou de 17,5 cm no tanque III até 177 cm no lago Negro. A presença de um aerador mecânico superficial para auxiliar na reoxigenação da água do lago

Negro confirma os baixos valores de oxigênio dissolvido na água e a necessidade de um melhor manejo no local.

Na ACP (Figura 1), os primeiros dois eixos explicaram 85,7 % da variabilidade total observada. O primeiro eixo explicou os 57,4% da variabilidade e pode ser considerado representativo de um gradiente ambiental, mostrando o incremento dos nutrientes, Turbidez, Oxigênio e pH no Lago Negro (ultimo da sequência). Todas as variáveis com a exceção de Temperatura, STD e DT contribuíram para a formação do eixo I, sendo a condutividade inversamente relacionada com as outras variáveis medidas. Isto sugere a entrada de material particulado por lixiviação do solo na nascente.

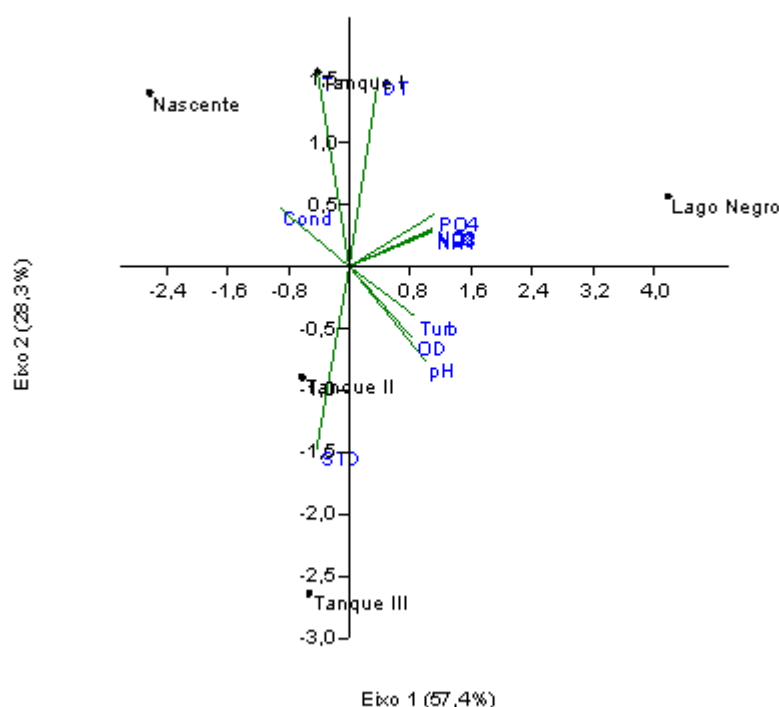


Figura1.Resultado da Análise de Componentes Principais dos 5 pontos de coletas da APP – Área de Preservação Permanente do Parque Dr. Fernando Costa, T=temperatura; pH=potencial hidrogeniônico; OD=oxigênio dissolvido; Cond=condutividade; STD=sólido totais dissolvidos; PO4=fósforo total.

CONCLUSÕES

Conforme o CONAMA 357 (BRASIL, 2005) o pH e o OD na nascente estão em desacordo com os limites da classe especial. Nos tanques I, II, III e no lago Negro os valores de STD e turbidez estiveram abaixo dos valores estabelecidos na Resolução.

No trecho estudado foi observado um gradiente na qualidade da água. A nascente mostra os menores valores de nutrientes e o segundo maior valor de turbidez. O aumento dos nutrientes do tanque I até o lago Negro indica aporte orgânico em decorrência da presença de peixes, ração, aves e lixiviação do solo.

As observações registradas até agora, mostram que a APP necessita de um programa de manejo e monitoramento constantes, possibilitando assim uma maior visibilidade e entendimento dos processos locais visando a preservação e adoção de medidas de recuperação e integração do local às condições mais próximas do seu estado original.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos bolsistas PIBIC, Aline Viana de Araújo e Ruan de Oliveira Carneiro e ao pesquisador Marcos Cerqueira pelo apoio na coleta e ao auxiliar de apoio a pesquisa Luiz Evangelista pelas análises laboratoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 21^a. Ed. APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, and WPCF – Water Environment Federation. Washington, D. C., 2005.

BORGES *et al.*, Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.7, p.1202-1210, jul., 2011.

BRASIL. 2005 Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, 18 de março de 2005, N° 053, 58-63 p.

DUDGEON, D. *et al.*, Freshwater biodiversity: importance, threats, status, and conservation challenges. Biol. Rev. , 2006, 81(2), p 163–182.

ESTEVES K. E.; SANT'ANNA C. L., Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. São Carlos, RiMa, 2006, p.1-17.

HAMMER, Ø. 2012 PAST: Reference manual. Natural History Museum University of Oslo. 229 p.

SMA, Secretaria do Meio Ambiente, CALHEIROS, Rinaldo *et. al.*, Cadernos da Mata Ciliar nº 1, São Paulo, 2009.

SVMA, Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, EIA Rima Operação Água Branca, 2007. Disponível em:

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/eia__rimaeva/index.php?p=21045>. Visualizado em: 14/05/2016.

VIEIRA E MOURA, Qualidade da água de lagos e nascentes do Parque Dr. Fernando Costa, SÃO PAULO, SP. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 2006.

2.15 ANÁLISE DA PRESENÇA DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA EM CÓRREGOS DE CABECEIRA DA BACIA DO RIO JAGUARI EM MINAS GERAIS

*Kathia Cristhina Sonoda, Mariana Silveira Guerra Moura e Silva, Ricardo de Oliveira Figueiredo, Maria Lucia Zuccari, Cristiane Formigosa Gadelha da Costa, Lucas de Camargo Reis
Kathia Cristhina Sonoda, Embrapa Cerrados, kathia.sonoda@embrapa.br;
Mariana Silveira Guerra Moura e Silva, Embrapa Meio Ambiente mariana.silveira@embrapa.br;
Ricardo de Oliveira Figueiredo, Embrapa Meio Ambiente, ricardo.figueiredo@embrapa.br;
Maria Lucia Zuccari, Embrapa Meio Ambiente, lucia.zuccari@embrapa.br;
Cristiane Formigosa Gadelha da Costa, CENA/USP, cristianeformigosa@usp.br;
Lucas de Camargo Reis, CENA/USP, lucas.camargo.reis@usp.br.*

RESUMO

A bacia do rio Jaguari tem grande importância sócio-econômica para o estado de São Paulo, que recentemente passou por uma crise hídrica sem precedentes. Neste estudo, foram monitorados três riachos de baixa ordem em áreas de cabeceira nesta bacia, a fim de se relacionar a qualidade da água com o grau de conservação das áreas de preservação permanente (APPs). Para tanto, foram coletadas amostras de sedimento para identificação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e amostras de água para monitoramento de variáveis físico-químicas. Os resultados indicaram um gradiente de qualidade ambiental, sendo que o trecho de rio que apresentava maior conservação da APP em sua microbacia teve maiores concentrações de oxigênio dissolvido, menores temperatura e condutividade elétrica e maior presença de famílias de macroinvertebrados sensíveis à degradação ambiental, além de ausência de táxons considerados resistentes, como Hirudinea e Oligochaeta. Existem também indicações de que as práticas de recuperação estão colaborando para a melhoria da qualidade da água fluvial em uma das microbacias.

Palavras-chave: biomonitoramento, bentônicos, áreas de preservação permanente

ABSTRACT

The Jaguari River basin has great socioeconomic importance for the São Paulo state, that recently faced a water crisis without precedents. In this study, three low order streams were monitored at the headwater areas of this basin, in order to relate the water quality to the degree of conservation of the permanent preservation areas (APPs). For this purpose, sediment samples were collected to identify the community of benthic macroinvertebrates and water samples to monitor physico-chemical variables. The results indicated a gradient of environmental quality, and the river section that presented greater conservation of the APP at its catchment had higher concentrations of dissolved oxygen, lower water temperature and electrical conductivity and greater presence of macroinvertebrate families sensitive to environmental degradation, besides the absence of taxa considered resistant, such as Hirudinea and Oligochaeta. There is also some indications that recovery practices are collaborating to improve river water quality in one of the watersheds.

Keywords: biomonitoring, benthic, riparian forest

INTRODUÇÃO

A bacia do rio Jaguari situa-se em importante região brasileira, que recentemente enfrentou uma crise hídrica sem precedentes. Apesar de a maior parte da bacia ocupar área no estado de São Paulo, muitas áreas de nascentes desta

bacia estão localizadas em Minas Gerais. Assim, o monitoramento da qualidade das águas da bacia do Jaguari como um todo é essencial para garantir o suprimento de água à população da região e para a sustentabilidade da agricultura ali desenvolvida. Por sua vez, entende-se que o monitoramento é mais eficaz na escala de microbacias em áreas de cabeceira, devido à complexidade de variáveis socioeconômicas e ambientais na bacia hidrográfica como um todo. A microbacia funciona através de uma contínua troca de energia e de matéria com o meio, de tal modo que a característica hidrogeoquímica fluvial é resultado integrado de todos os fatores intrínsecos de cada microbacia. É preciso também atentar para os usos da terra no ambiente de entorno das microbacias, impactando diretamente a qualidade da água. O uso de bioindicadores é vantajoso, pois os organismos estão constantemente sujeitos às perturbações (naturais ou antrópicas) do meio e podem refletir alterações de médio a longo prazo no ambiente. Os macroinvertebrados aquáticos estão em sua maioria associados aos sedimentos de fundo de rios e riachos e apresentam pouca mobilidade quando comparados aos peixes, o que caracteriza uma vantagem na detecção de impactos ambientais locais. O objetivo deste estudo foi avaliar a comunidade de macroinvertebrados aquáticos em cursos d'água de baixa ordem em microbacias de cabeceira da bacia do rio Jaguari, em Minas Gerais, com diferentes graus de conservação ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados trechos em três córregos situados em áreas sob diferentes estados de conservação, sendo um com elevada conservação florestal (no distrito de Monte Verde, Camanducaia, MG, denominado JN1), o segundo com vegetação ripária e de topo de morro sob recuperação através de plantio de mudas florestais nativas (município de Extrema, MG, denominado PS1) e ausência de vegetação florestal natural devido à substituição por pastagem (município de Toledo, MG, denominado CN1). A Figura 1 apresenta os pontos de coleta distribuídos na bacia do rio Jaguari.



Figura 1 – Locais de coleta da Bacia do rio Jaguari. JN1 – Distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG) - 22°51'35"S / 046°02'15"W; PS1 – Extrema, MG - 22° 51' 17" S 46° 19' 06" W; CN1 – Toledo, MG - 20° 10' 0" S 41° 49' 0" W. Mapa: |modificado de IBGE, 2014.

A coleta foi realizada em trechos de 50 metros utilizando-se a rede de mão em D (malha 0,25 mm). Um total de 60 amostras foi coletado mensalmente (sendo 20 amostras em cada córrego), ao longo de nove meses (março-novembro/2015), e acondicionadas em álcool 70%. No laboratório, as amostras foram lavadas sob água corrente, triadas e identificadas em microscópio estereoscópio com aumento de até

80 X em nível de família. Até o momento foram analisados duas campanhas de coleta, ocorridas em maio e setembro, por coincidirem respectivamente com o início da seca e início das chuvas. Foram realizadas também em cada campanha medidas *in situ* da qualidade da água com auxílio de sonda multiparamétrica e coletas de amostras para análises laboratoriais. As variáveis físico-químicas monitoradas foram: temperatura da água (°C), concentração de oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), condutividade elétrica (μS.cm⁻¹), pH e Demanda Bioquímica de Oxigênio -DBO (mg.L⁻¹). Foram calculadas as seguintes métricas para comunidade de macroinvertebrados bentônicos: número total de indivíduos, riqueza taxonômica, riqueza de EPT, porcentagem de famílias e porcentagem de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Foi feita a Análise de Componentes Principais (ACP) para cada um dos meses avaliados, a fim de se verificar as relações entre a comunidade macrobentônica e as condições ambientais dos locais de coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores médios, máximos e mínimos das variáveis físico-químicas de qualidade de água para os três riachos estudados.

Tabela 1 – Valores médios, máximos e mínimos para variáveis de qualidade de água nos pontos de Extrema (PS1), Monte Verde (JN1) e CN1 (Toledo), de janeiro a novembro de 2015.

	Temp. água °C	OD mg.L ⁻¹	CE μS.cm ⁻¹	pH	DBO mg.L ⁻¹
Média PS1	18,7	6,96	68,1	6,57	1,75
Min PS1	14,3	6,12	59,8	5,70	0,66
Máx PS1	22,3	8,18	72,1	7,32	3,21
Média JN1	14,4	8,45	15,2	6,79	1,38
Mín JN1	10,9	7,91	11,9	6,26	0,38
Máx JN1	17,8	9,07	19,6	7,32	3,32
Média CN1	20,1	7,78	27,7	6,57	0,63
Mín CN1	17,8	6,66	21,7	6,03	0,17
Máx CN1	24,4	9,22	39,6	7,25	1,13

Destaca-se a concentração média mais elevada de oxigênio dissolvido no ponto JN1 (8,45 mg/L), o que pode ser explicado pelo maior grau de conservação deste riacho (Monte Verde). A conservação da mata ciliar no ponto JN1 também explica a menor temperatura média da água (14,43 °C), que também está associada a maior altitude e denso dossel dessa microbacia. A condutividade elétrica também reflete o gradiente de conservação observado nos rios estudados, uma vez que esta variável está relacionada com a presença de íons, partículas carregadas eletricamente, dissolvidos na água. Assim, águas que recebem maior quantidade de nutrientes, provenientes da agricultura e de efluentes domésticos ou industriais, apresentarão maiores valores de CE. No presente estudo, o ponto mais conservado (JN1) apresentou o menor valor de CE, seguido do ponto considerado mais impactado (CN1) e depois do ponto com mata em restauração (PS1). No entanto, os valores mensurados para condutividade elétrica não ultrapassaram o limite indicado pela CETESB (CETESB, 2009), que é de 100 μS/cm. O maior valor de condutividade no PS1 em relação ao CN1, no entanto, pode ser decorrente de origem natural dos íons dissolvidos, como por exemplo, Na⁺, Ca⁺, Mg²⁺, K⁺, F⁻, HCO₃⁻, presentes em minerais que constituem as rochas silicatadas comuns nessas microbacias. O maior valor médio de pH em PS1 corrobora essa interpretação. Para a DBO, segundo a Resolução CONAMA 357/05, se considerarmos os valores

médios, os riachos avaliados seriam enquadrados como Classe 1, já que o limite desta classe é de 3 mg/L, indicando águas de boa qualidade. Para macroinvertebrados, foram identificados 15.680 indivíduos em ambos os meses, sendo 70% em maio. Setembro se revelou como a melhor época para avaliar os efeitos da cobertura vegetal sobre os organismos. Neste mês também foi observada maior presença de fragmentadores (Leptoceridae) em local com elevada conservação da vegetação (JN1). Neste local, também foi registrada maior porcentagem de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) (29%) em contraste ao córrego com pastagem em CN1 (5,6%). Perlidae foi indicativo de ambiente com vegetação bem conservada, enquanto que Hirudinea foi o indicador de baixa qualidade ambiental. A família Chironomidae, conhecida por possuir gêneros resistentes à poluição orgânica, apresentou-se em maior porcentagem no local mais impactado (CN1), em ambos os meses (Tabela 2). Este resultado corrobora o observado por Sonoda et al. (2009), em que a densidade total de Chironomidae foi maior em locais de pastagem, quando comparado com locais florestados, o que pode ser atribuído, segundo os autores, a um enriquecimento moderado de nutrientes em córregos com pastagem.

Tabela 2 – Métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos coletados em maio e setembro de 2015.

mai/15			set/15		
JN1	PS1	CN1	JN1	PS1	CN1
N = 6.662	N = 3.078	N = 1.174	N = 712	N = 1.806	N = 2.248
S = 47 (2-32)	S = 31 (1-19)	S = 35 (1-18)	S = 34 (3-20)	S = 40 (2-16)	S = 37 (4-17)
% Famílias	% Famílias	% Famílias	% Famílias	% Famílias	% Famílias
Chironomidae 48,9	Chironomidae 39,3	Chironomidae 65,1	Chironomidae 19,2	Chironomidae 59,6	Chironomidae 68,9
Simuliidae 16,8	Simuliidae 32,9	Simuliidae 5,4	Simuliidae 0	Simuliidae 14,2	Simuliidae 12,8
Hyalellidae 7,3	Elmidae 14,4	Ceratopogonidae 6,9	Elmidae 9,8		
Elmidae 6,6	Hydropsychidae 2,9	Hirudinea 2,2	Odontoceridae 8,4		
Leptoceridae 4,6	Leptoceridae 2,8	Oligochaeta 2,9	Leptoceridae 6,9		
Hydropsychidae 2,8			Perlidae 5,6		
Perlidae 2,1			Ceratopogonidae 4,6		
			Serricostomatidae 2,7		
			Veliidae 2,1		
			Hyalellidae 23,9		
EPT	EPT	EPT	EPT	EPT	EPT
15,90%	9,30%	7,60%	29,60%	9,10%	5,60%
Riqueza EPT	Riqueza EPT	Riqueza EPT	Riqueza EPT	Riqueza EPT	Riqueza EPT
16	11	9	14	11	11

Os dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (ACP) explicaram 66,10% da variação dos dados em maio, e 51% da variação em setembro. Em maio houve uma clara separação das amostras de JN1 (Monte Verde) em relação às amostras de CN1 (Toledo) e PS1 (Extrema). É possível também observar a presença de famílias consideradas sensíveis a impactos associados às amostras de JN1, como Perlidae, Calamoceratidae e Odontoceridae; e do lado oposto táxons mais resistentes tais como Chironomidae, e Oligochaeta, associados às amostras dos riachos menos preservados. Em setembro esta separação não foi tão nítida, pois as amostras se misturaram mais, independentemente do local. Por outro lado, a porcentagem de EPT embora também demonstre claramente a melhor situação em JN1, retrata que, a situação (maior % EPT) em PS1 é melhor do que em CN1, fato observado em ambos os meses, o que sugere que as práticas de

recuperação em PS1 começam a surtir os efeitos esperados de melhoria das condições da qualidade da água fluvial.

CONCLUSÕES

A comunidade macrobentônica respondeu à variação de impacto ambiental representada pela degradação da mata ciliar, assim como as variáveis físico-químicas de qualidade de água, e sugere algum efeito benéfico já promovido pela recuperação da microbacia em Extrema, quando comparado com as condições ruins na microbacia em Toledo e as melhores em Monte Verde. A amostragem da biota representando o início da estação seca foi capaz de separar melhor as diferentes condições ambientais, em relação aos bioindicadores, do que aquela realizada no fim da estação seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#transparencia>> Acesso em: 19 Jan. 2011.

IBGE (Brasil). Mapeamento topográfico. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/>>. Acesso em: 02 Jan 2014.

Sonoda, K. C., Matthaei, C. D., Trivinho-Strixino, S. 2009. Contrasting land uses affect Chironomidae communities in two Brazilian rivers. *Archiv für Hydrobiologie*, v. 174, n. 2, p. 173-184.

2.16 QUALIDADE AMBIENTAL, BEM-ESTAR E LAZER DA POPULAÇÃO BOTUCATUENSE E SEU NÍVEL DE CONSCIENTIZAÇÃO

Camyla Heckler Pupo – Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciência Florestal na Universidade Estadual Paulista/UNESP/FCA. Email: .camylaheckler@hotmail.com

Valdemir Antônio Rodrigues – Engenheiro Florestal, Professor Dr. da Universidade Estadual Paulista/UNESP/FCA. Email: .valdemirrodriques@fca.unesp.br

Cláudio Angeli Sansígolo, Engenheiro Florestal, Professor Dr. da Universidade Estadual Paulista/UNESP/FCA. Email: .sansigolo@fca.unesp.br

Humberto Fabrizzi de Figueiredo Pupo, Arquiteto, Doutor em Energia na Agricultura pela Universidade Estadual Paulista/UNESP/FCA. Email: .betopupo@gmail.com

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade ambiental da cidade de Botucatu/SP, identificando se o município oferece ambientes naturais suficientes e bem conservados para proporcionarem bem-estar e lazer a seus habitantes, assim como, conhecer o nível de conscientização e interesse da população sobre o meio ambiente. Foi utilizado o método de questionário para conhecimento da opinião pública e entrevista com a Secretaria de Turismo para coleta de dados e informações da cidade. 71% dos entrevistados afirmam que o município é abundante em seus recursos naturais. 21% afirmaram que esses são bem preservados, pelos quais 32% acreditam ser o suficiente para proporcionarem lazer à população sem lhes causar danos à saúde. 74% dizem cuidar bem do meio ambiente, e 96% acreditam que este deve ser preservado e/ou restaurado. Conclui-se que a cidade de Botucatu oferece em abundância ambientes naturais, fora e dentro do perímetro urbano e acessíveis à população, o que garantem a qualidade ambiental, lazer e bem-estar dos mesmos. A maior parte da população entrevistada está conscientizada, e embora o trabalho de conscientização tenha sido realizado pela Prefeitura e pela Casa da Natureza - UNESP, estes não tem sido suficientes para alcançar toda população.

Palavras-Chave: meio ambiente, áreas verdes e ambientes naturais.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the environmental quality of the city of Botucatu / SP, identifying whether the municipality offers sufficient and well-preserved natural environments to provide well-being and leisure to its inhabitants, as well as to know the level of awareness and interest of the population and by the environment. Was used method the questionnaire for public opinion and interview with the Secretary of Tourism for the collection of data and information of the city. 71% of respondents affirm that the municipality is abundant in its natural resources. 21% said that these are well preserved, by which 32% believe they are enough to provide leisure to the population without causing them harm to health. 74% say they take good care of the environment, and 96% believe that it must be preserved and / or restored. It is concluded that the city of Botucatu offers in abundance natural environments, out and inside the urban perimeter and accessible to the population, which guarantee the environmental quality, leisure and well-being of the same. Most of the interviewed population it is aware, and although the awareness work has been carried out by the City Hall and Nature House - UNESP, these has not been enough to reach the entire population.

Keywords/Palabras-clave: environment, green area and natural environments.

INTRODUÇÃO

Os problemas urbanos enfrentados atualmente têm causado sérios prejuízos à saúde física e mental da população. O aumento populacional e a expansão das cidades, aliada à falta de políticas públicas eficazes, capazes de ordenar este crescimento com a manutenção das áreas verdes, tem provocado a redução da vegetação, tornando as cidades cada vez menos acolhedoras ambientalmente para a ocupação humana (LONDE e MENDES, 2014).

No Brasil, os raros habitats naturais mais conservados dentro dos sistemas urbanos, que poderiam ser destinados a áreas verdes, estão continuamente sujeitos à ação antrópica, além da crescente pressão gerada pelo aumento da densidade populacional. Como consequência, os espaços livres destinados ao lazer vêm experimentando uma avassaladora ocupação imobiliária, paralelamente a um crescimento intenso, desordenado e incontrolado da periferia urbana (MORERO et al., 2007).

Segundo Lima e Amorim (2011), as áreas verdes servem como um indicador na avaliação da qualidade ambiental urbana, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente. O bem estar de uma população depende não apenas de educação, cultura e equipamentos públicos, mas também de um ambiente com qualidade, e a vegetação quando presente interfere positivamente na qualidade de vida dos habitantes da cidade.

Além das áreas verdes localizadas dentro de um perímetro urbano, onde uma população tem acesso com maior facilidade, há também os ambientes naturais fora do seu perímetro, que assumem um papel de suma importância na qualidade ambiental do município. Todos os benefícios e funções das áreas verdes podem ser vistos nos ambientes naturais retirados dos centros urbanos. Cada cidade tem algo a oferecer a seus habitantes, podendo ser: parques florestais e fluviais, reservas ambientais, trilhas, cachoeiras, rios e lagos, parque balneário e esportivo, e outros.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade ambiental do município de Botucatu/SP, identificando se o mesmo oferece áreas verdes que sejam suficientes e bem conservadas para proporcionarem bem-estar e lazer a seus habitantes, assim como, conhecer o nível de conscientização da população á respeito do cuidado com o meio ambiente e interesse pelo mesmo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Botucatu-SP. Segundo dados do IBGE, a cidade esta localizada em latitude 22° 53' 09" S e longitude 48° 26' 42" W, com área total de 1.482,642 km², a 804m de altitude, sendo constituída de biomas cerrado e mata atlântica, com 141,032 habitantes.

Foi utilizado o método de questionário para avaliação do nível de interesse e de conscientização da população com o meio ambiente, assim como, o nível de satisfação quanto às áreas verdes existentes no município. Para quantificar os ambientes naturais localizados fora do perímetro urbano e as áreas verdes urbanas, foi realizada uma entrevista com a Secretaria de Turismo da cidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi entrevistado o mesmo percentual de homens e mulheres, com idades que variaram de 10 á 79 anos. Foram alcançadas pessoas de variados níveis de escolaridade, do fundamental ao nível de pós-graduação, obtendo destaque ao ensino superior (48,39%).

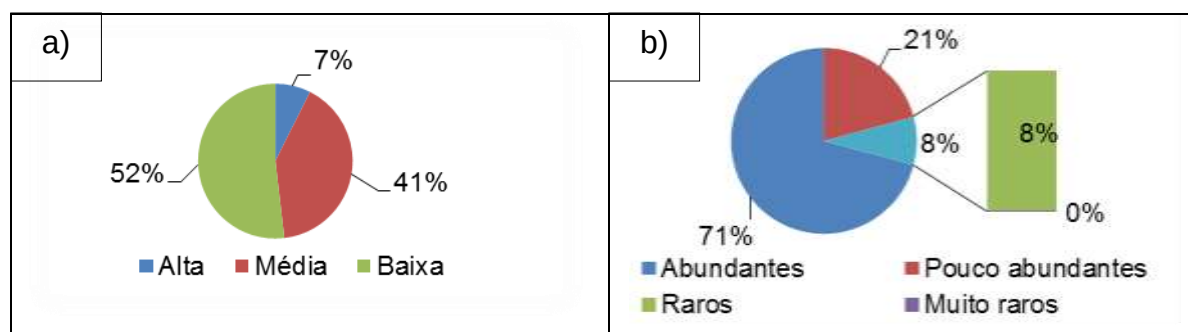


Figura 1. a) Frequência dos entrevistados em ambientes naturais e áreas verdes; b) Ambientes naturais existentes no município de Botucatu capazes de suprir as necessidades da população, como bem-estar e lazer.

A Figura 1-a apresenta os percentuais de frequência dos entrevistados em atividades em ambientes naturais, como: trilhas, parques, cachoeiras, praças e outros. Observa-se que quase 50% das pessoas apresentam média ou alta frequência nesses ambientes (41% e 7% respectivamente), enquanto que 52% delas pouco participam dessas atividades.

Embora o percentual de alta frequência dos entrevistados em ambientes naturais e áreas verdes tenha sido baixo (7% - Figura 1 -a), 71% reconhecem que o município de Botucatu oferece em abundância esses ambientes e que os mesmos são capazes de suprir as necessidades da população (Figura 1-b).

É de suma importância que a população seja envolvida em atividades em ambientes naturais, pois segundo Lima e Amorim (2011) as áreas verdes afetam na qualidade de vida das pessoas, já que essas oferecem recreação, lazer e bem-estar.

Em entrevista com a Secretaria de Turismo, pôde-se confirmar a abundância de áreas verdes no município. São 194 praças públicas, um parque municipal com 10 ha, ciclovia arborizada, um jardim botânico localizado no Campus Universitário de Rubião - UNESP, Fazenda Lageado que também é considerado um local de lazer e recreação com uma imensa e diversificada área verde, rio, lago, museu e outros. E fora do perímetro urbano o município possui 86 cachoeiras catalogadas, estradas rurais utilizadas para práticas esportivas e locais de turismo como: Pedra do Índio (mirante com vista para “As três Pedras”), Base da Nuvem (local que oferece voo livre), Gigante Deitado (conjunto rochoso que visto de longe se assemelha a um gigante deitado), e toda a cuesta que muito é explorada pelos amantes da natureza.

O município é conhecido como “A Terra da Aventura”, oferecendo muitas atividades durante o ano, como por exemplo: Festival de Voo Livre, Campeonato Brasileiro de Voo Duplo, Circuito de Trekking, Brasil Ride, Corrida de Montanha e muitos outros.

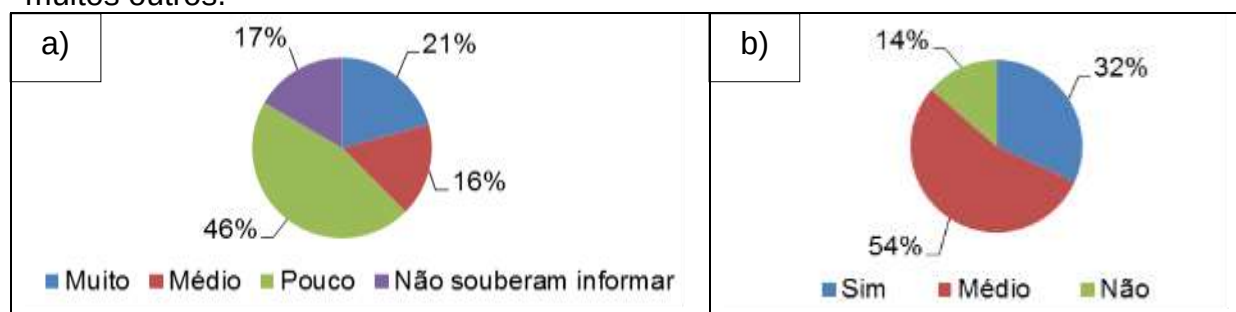


Figura 2. a) Nível de preservação do meio ambiente; b) Conservação dos ambientes naturais do município de modo que proporcione lazer à população sem lhes causar danos à saúde.

Quanto ao nível de preservação desses ambientes pela população e pela Prefeitura, 21% dos entrevistados disseram ser muito preservados, 16% disseram ter nível médio, 46% acham que é pouco e 17% não souberam informar (Figura 2-a). Embora 46% declararam que os ambientes naturais estejam pouco preservados, 32% dos entrevistados acreditam que ambientes como: os rios, lagos e cachoeiras do município são conservados o suficiente para proporcionarem lazer à população sem lhes causar danos à saúde, 54% acham ser mais ou menos e apenas 14% disseram que não (Figura 2-b).

Segundo a Secretaria de Turismo do município, semanalmente a Prefeitura realiza a limpeza das estradas rurais que levam aos principais pontos turísticos da cidade. Há também um projeto com o nome “Cuesta Limpa”, realizado uma vez ao ano, durante um mês, onde nos finais de semana é feito a limpeza dessas estradas rurais com maior intensidade.

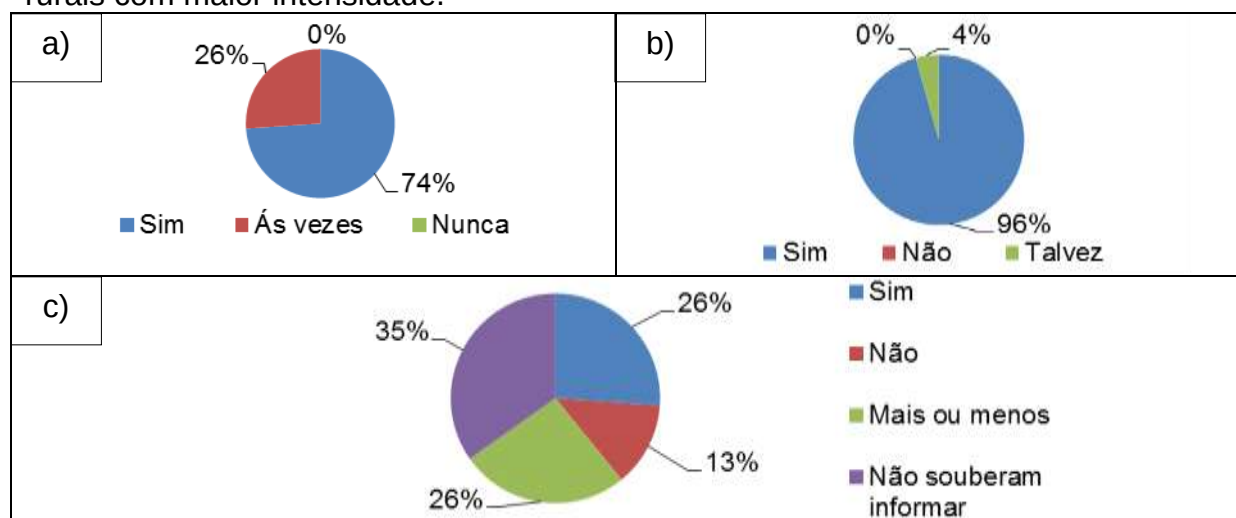


Figura 3. a) Cuidados com o meio ambiente; b) Se acreditam que os ambientes naturais devem ser preservados/restaurados; c) Se a população botucatuense tem sido conscientizada por meio de palestras, eventos de educação ambiental e outros.

A Figura 3 mostra o nível de conscientização dos entrevistados. 74% deles têm cuidado da natureza/meio ambiente com atitudes como: não jogar lixo no chão, não jogar objetos que ofereçam risco de incêndio em ambientes naturais (Ex.: cigarro), economia de água, separação de lixo para reciclagem e outros (Figura 3-a).

Pequenos cuidados no dia-a-dia com o meio ambiente fazem grandes diferenças a nível local e mundial, segundo Souza et al (2013) a destinação adequada dos resíduos sólidos por exemplo, é um dos grandes problemas enfrentados nas cidades brasileiras, sendo estimulada pelo aumento da produção cada vez maior de dejetos, segundo os autores, a Educação Ambiental tem uma importância fundamental nesta perspectiva, pois permite a solução de vários problemas em nossa vida e novas ideias para a comunidade.

Alto é o percentual dos que acreditam que o meio ambiente deve ser preservado e/ou restaurado, esses são 96% dos entrevistados (Figura 3-b). Esse percentual juntamente com o da Figura 3-a mostram que a maioria dos entrevistados tem tido cuidado com o meio ambiente e estão conscientizados da importância do mesmo.

E por fim, 26% deles acreditam que a população botucatuense tem sido conscientizada por meio de palestras, incentivos, placas informativas em ambientes naturais, eventos de educação ambiental e outros, enquanto 13% disseram que não, 26% acham que mais ou menos e 35% não souberam informar.

Segundo a Secretaria de Turismo, a Prefeitura tem realizado a conscientização da importância do meio ambiente principalmente nas escolas do município, e folders e panfletos tem sido entregues na cidade.

CONCLUSÃO

A cidade de Botucatu/SP conhecida como “cidade dos bons ares” oferece muitas áreas verdes urbanas acessíveis à população, e fora do seu perímetro urbano há muitas opções de ambientes naturais, onde diferentes práticas esportivas são oferecidas pela Prefeitura e por agências de turismo local, o que garantem a qualidade ambiental, lazer e bem-estar de seus habitantes. Essa realidade vai ao encontro com a opinião pública, que considera o município abundante em seus recursos naturais.

A maioria dos entrevistados tem cumprido seu papel no cuidado com o meio ambiente e estão conscientizados sobre a importância do mesmo. Embora o trabalho de conscientização tenha sido realizado pela Prefeitura, Casa da Natureza e Trilha Ecológica da FCA – UNESP, estes não tem sido suficientes para alcançar toda população.

REFERÊNCIAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/botucatu/panorama>> Acesso em: 23 de abril de 2017.

LIMA, V.; AMORIM, M.C.C.T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, n.13, p. 139 – 165, 2011.

LONDE, P.R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. v.10, n.18, p. 264 - 272, 2014.

MORERO, A.M.; SANTOS, R.F.; FIDALGO, E.C.C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso em Campinas–SP. **Revista Instituto Florestal**. v. 19, n. 1, p. 19-30, 2007.

SOUZA, G. S. et al. Educação ambiental como ferramenta para o manejo de resíduos sólidos no cotidiano escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. v.8, n.2, 2013.

2.17 PEIXES NÃO NATIVOS INTRODUZIDOS EM UM RIACHO DO TRIÂNGULO MINEIRO

Valter Monteiro de Azevedo-Santos¹, Paula Nunes Coelho²

1 - Doutorando do Laboratório de Ictiologia, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: valter.ecologia@gmail.com

2 - Doutoranda do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: paulinhancoelho@gmail.com

RESUMO

Durante um levantamento da ictiofauna do ribeirão Frutal e dos seus afluentes, nós coletamos duas espécies não nativas: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) e *Poecilia reticulata* Peters, 1859. A presença de *O. niloticus* em lagos artificiais próximos ao corpo d'água natural sugere o escape de indivíduos; pelo rompimento ou transbordamento desses lagos. Por sua vez, a introdução de *Poecilia reticulata* pode estar relacionada ao controle biológico de mosquitos *Aedes*.

Palavras-Chave: *Oreochromis niloticus*. *Poecilia reticulata*. Bacia do rio Grande

ABSTRACT

During a survey of the ichthyofauna from the Frutal stream and its tributaries, we collected two non-native species: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Poecilia reticulata* Peters, 1859. The presence of *O. niloticus* in artificial lakes near to the tributary suggests the escape of individuals; by the rupture or overflow of these lakes. In turn, the introduction of *Poecilia reticulata* may be related to the biological control of *Aedes* mosquitoes.

Keywords: *Oreochromis niloticus*. *Poecilia reticulata*. Grande river basin

INTRODUÇÃO

Os estudos ictiológicos na bacia do rio Grande, no alto rio Paraná, têm sido crescentes (e.g., SANTOS et al. 2017). Isso é positivo, uma vez existem trechos da bacia que não têm sua ictiofauna bem estudada.

O ribeirão Frutal tem sua nascente no município de mesmo nome, no Estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro. No trajeto até sua foz, que é no rio Grande, recebe diversos afluentes. Durante um levantamento da ictiofauna do ribeirão Frutal e dos seus tributários, detectamos duas espécies não-nativas de peixes. Neste trabalho, nós registramos a presença dessas espécies em ambientes naturais da região e sugerimos as possíveis vias de introdução.

MATERIAL E MÉTODOS

Coletas foram realizadas no riacho "Vertente Grande" (20°1'13.25"S, 48°56'25.08"W), um importante afluente do Ribeirão Frutal, município de Frutal, Minas Gerais. Amostras foram coletadas por meio de um puçá. Posteriormente, os peixes coletados foram fotografados ainda em vida, anestesiados, e inseridos em formaldeído 10%; por fim transferidos para etanol 70%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies não nativas coletadas foram *Oreochromis niloticus*, nativa de outro continente (AZEVEDO-SANTOS et al. 2011), e *Poecilia reticulata*, peixe nativo de regiões da bacia Amazônica (LUCINDA, 2003). Ambas as espécies estão

atualmente amplamente distribuídas nos ambientes aquáticos brasileiros (LUCINDA, 2003; ZAMBRANO et al. 2006).

Na região de estudo, existem vários lagos artificiais com drenagem para afluentes da bacia do ribeirão Frutal; alguns dos quais com a presença de *O. niloticus*. Uma possibilidade é a de que, durante chuvas fortes, houve o rompimento ou transbordamento de algum desses lagos, o que resultou na introdução dessa espécie no riacho Vertente Grande.

Poecilia reticulata, por sua vez, tem sido frequentemente utilizada no controle de mosquitos *Aedes* (AZEVEDO-SANTOS et al. 2016). Deste modo, introduções deliberadas dessa espécie no córrego Vertente Grande, para controle de mosquitos, podem ter ocorrido. O uso de peixes para controlar mosquitos vetores de doença é uma via reconhecida de introdução de peixes não nativos (LANGEANI et al. 2007), responsável por introduções a nível global (WELCOMME, 1988). Não descartamos, contudo, que sua introdução tenha ocorrido por rompimento ou transbordamento de lagos artificiais adjacentes ou por aquaristas (i.e., aquarium dumping).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugerimos que medidas para evitar novos eventos de introdução sejam adotadas (e.g., em Azevedo-Santos et al. 2015). A prefeitura do município, por meio da Secretaria do Meio Ambiente, também precisa atuar nesse aspecto. Ademais, é importante que haja estudos futuros para avaliar os possíveis impactos negativos dessas espécies na bacia do ribeirão Frutal. Por fim, fazemos uma chamada para que haja uma melhor atenção com os ambientes do ribeirão Frutal.

AGRADECIMENTOS

Paulo R. Coelho pelo apoio logístico e informações sobre os sítios de coleta.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; RIGOLIN-SÁ, O.; PELICICE, F.M. Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, p. 915-919, 2011.

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; PELICICE, F.M.; LIMA-JUNIOR, D.P.; MAGALHÃES, A. L.B.; ORSI, M.L.; VITULE, J.R.S.; AGOSTINHO, A.A. How to avoid fish introductions in Brazil: education and information as alternatives. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 2, p.123-132, 2015.

AZEVEDO-SANTOS, V. M.; VITULE, J. R.; GARCÍA-BERTHOU, E.; PELICICE, F.M.; SIMBERLOFF, D. Misguided strategy for mosquito control. **Science**, v. 351(6274), p. 675-675, 2016.

LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C.; OYAKAWA, O.T.; SHIBATTA, O.A.; PAVANELLI, C.S.; CASATTI, L. Ichthyofauna diversity of the upper rio Paraná: present composition and future perspectives. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.

LUCINDA, P.H.F. Family Poeciliidae (Livebearers). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. (Eds.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Edipucrs, Porto Alegre, pp. 555–581. 2003.

SANTOS, A.C.; GONÇALVES, C.C.; CARVALHO, F.R. Ichthyofauna of the “Cachoeira de São Roberto” and fishes of lower Preto River, upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 17, n. 1, 2017.

ZAMBRANO, L.; MARTÍNEZ-MEYER, E.; MENEZES, N.; PETERSON, A.T. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 63, n. 9, p. 1903-1910, 2006.

WELCOMME, R.L. **International introductions of inland aquatic species** (No. 294). Food & Agriculture Org., 1988.

3. PAISAGEM, SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS

3.1 ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RIACHOS COM MANUTENÇÃO E SUPRESSÃO DE MATA RIPÁRIA

Ana Liz Uchida Melo – Bióloga, Mestranda em Ciências Biológicas (Zoologia) pelo Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista, Email: lizuchida@gmail.com

Erika Ramos Ono – Bióloga, Mestranda em Ciências Biológicas (Zoologia) pelo Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista

Virginia Sanches Uieda, Professora voluntária junto ao Depto de Zoologia do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos servem de habitat e local de alimentação para uma afauna bastante diversificada. Apesar da grande importância desses ambientes, o crescente aumento das populações humanas e o uso da terra para diferentes fins têm levado a uma intensa alteração desses locais e trazido diversos impactos para a fauna de invertebrados bentônicos. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar em riachos de cabeceira possíveis influências da paisagem do entorno na estrutura da fauna de invertebrados bentônicos. O estudo foi realizado em quatro riachos com manutenção (mata) e quatro com supressão total da vegetação ripária (pastagem), localizados no município de Avaré – SP, Brasil. Os invertebrados foram coletados entre outubro e dezembro de 2015 com amostrador surber (malha 250 µm) em um total de cinco réplicas por riacho. A identificação da fauna bentônica resultou em 101 Unidades taxonômicas operacionais (UTO's), sendo que a riqueza em ambos os tipos de entorno foi similar. Os riachos de mata apresentaram o maior valor de diversidade e também uma tendência de homogeneidade da composição da fauna entre as réplicas (PCO). Riachos de pastagem apresentaram a maior abundância absoluta, com a predominância de *Americabaetis* e Simuliidae. Assim, a estrutura da fauna se alterou em relação ao tipo de entorno onde estão inseridos, com riachos localizados em fragmentos de vegetação ripária apresentando maior diversidade e riachos de pastagem apresentando dominância de alguns grupos generalistas e mais tolerantes.

Palavras-Chave: Invertebrados aquáticos. Paisagem de entorno. Uso da terra

ABSTRACT

Aquatic ecosystem serve as feeding habitat and local to a quite diversified fauna. Although the great importance of these environments, the growing populations' increase and land use has taken to an intense modification of this places and cause several impacts to benthic invertebrates' fauna. Thus, this study aims to evaluate in headwater streams potential influences of surrounding landscapes on the structure of aquatic invertebrates' community. The study was developed in four streams with maintenance (forest) and four streams with total suppression of the riparian zone (pasture), located in the municipality of Avare-SP, Brasil. Invertebrates was collected between October and December of 2015 with a surber sampler (250µm) in five replicas per streams. The Benthic fauna's identification resulted in 101 taxonomic functional units and richness was similar in both types of surroundings. Forest streams showed the highest diversity values and a trend of fauna's composition's homogeneity between replicas (PCO). Pasture streams showed the highest absolute abundance, predominating *Americabaetis* and Simuliidae. Therefore, aquatic invertebrates' community structure altered according to surrounding landscape.

Streams with maintenance of riparian vegetation show a major diversity and pasture streams show generalists and tolerant groups.

Keywords: Aquatic invertebrates. Surroundings landscapes. Land use

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos servem de habitat e local de alimentação para uma fauna bastante diversificada. O crescente aumento das populações humanas e o uso da terra para diferentes fins têm levado a uma intensa alteração desses locais (Allan et al., 1997; Strayer et al., 2003; Townsend et al., 2003).

A redução da vegetação ripária é um dos fatores que pode ser a causa de alterações na riqueza das comunidades aquáticas, mudando a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos (Sensolo et al., 2012; Valle et al., 2013; De Toni et al., 2014). Diversos autores mostram que riachos localizados em áreas agrícolas suportam uma menor riqueza de insetos aquáticos e peixes sensíveis do que córregos localizados em regiões florestadas (Lenat & Crawford, 1994; Wang et al., 1997; Genito et al., 2002).

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar em riachos de cabeceira possíveis influências da paisagem do entorno na estrutura da fauna de invertebrados bentônicos. O estudo foi realizado em riachos com manutenção e com supressão total da vegetação ripária. Nossa hipótese foi que riachos com supressão total de mata ripária apresentariam uma comunidade de invertebrados bentônicos caracterizada por uma baixa equitabilidade e elevada dominância de espécies generalistas e mais tolerantes. Por outro lado, riachos com manutenção da vegetação ripária apresentariam uma fauna bentônica mais diversificada, com a presença de alguns grupos mais sensíveis aos impactos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em riachos de cabeceira localizados no município de Avaré, região sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. Para o estudo, foram selecionados quatro riachos na microbacia Ponte Alta e quatro na microbacia Pedra Preta, ambas localizadas na margem direita do trecho médio do Rio Paranapanema. Em cada microbacia, foram escolhidos dois riachos com manutenção da vegetação ripária (mata) e dois com a supressão total da mata (pastagem).

A fauna de invertebrados bentônicos foi coletada entre os meses de outubro e dezembro de 2015, ao longo de um trecho de 80 metros em cada riacho, utilizando amostrador Surber (malha 250µm e área de 900cm²), em um total de cinco réplicas de cada local.

A identificação da fauna foi realizada sob estereomicroscópio até o menor nível taxonômico possível com auxílio bibliografias gerais (Lopretto & Tell, 1995; Domínguez & Fernández, 2009) e específicas, quando necessário.

A fim de avaliar a estrutura da comunidade de invertebrados foram aplicados os índices de diversidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Simpson (Krebs, 1989). O teste de Mann Whitney foi utilizado para verificar diferenças entre os índices ecológicos. Além disso, para avaliar possíveis similaridades entre a fauna dos dois tipos de entorno foi utilizado a ordenação de coordenadas principais (PCO) e posteriormente uma análise de similaridade (ANOSIM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação da fauna bentônica resultou em 101 Unidades taxonômicas operacionais (UTO's), sendo que a riqueza em ambos os tipos de entorno foi similar.

Analisando os índices ecológicos, somente para a diversidade houve uma diferença significativa quando comparados riachos de mata e pastagem (3,35 e 2,86, respectivamente; $p < 0,01$), apesar dos riachos de pastagem terem apresentado o maior valor de abundância. A fragmentação de remanescentes florestais pode levar a uma perda de diversidade (Saunders et al., 1991; Robinson et al., 1992; Ward & Tockner, 2001; Fahrig, 2003; Chakona et al., 2009) devido a maior taxa de sedimentação de substrato fino nesses ambientes (Wantzen & Pinto-Silva, 2006), o que pode explicar o maior valor de diversidade nos riachos com manutenção de vegetação ripária neste estudo.

A PCO (figura 1) mostrou uma homogeneidade elevada entre os riachos de mata, indicando uma similaridade na composição da fauna entre as réplicas. A ANOSIM não indicou uma diferença significativa na abundância da fauna quando comparados os dois entornos ($R = 0,293$), porém os riachos de pastagem apresentaram uma maior abundância das ordens Diptera e Ephemeroptera, com predominância de Ephemeroptera – *Americabaetis* e Diptera - Simuliidae em riachos em condições de supressão total da vegetação ripária. Rios & Bailey (2006) descrevem uma forte relação entre a remoção da vegetação ripária e a estrutura da fauna de invertebrados bentônicos, ocorrendo o declínio de diversos índices ecológicos, bem como a abundância das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

No presente estudo a maior abundância de *Americabaetis*, pertencente à família Baetidae, pode ser explicada pela elevada abundância dessa família e ocorrência em vários tipos de substrato (Romero & Fernández, 2001; Francischetti et al., 2004; Goulart & Callisto, 2005; Buss & Salles, 2007). Além disso, *Americabaetis* tem ampla distribuição e é considerado tolerante a alguns tipos de impacto (Siegloch et al. 2008).

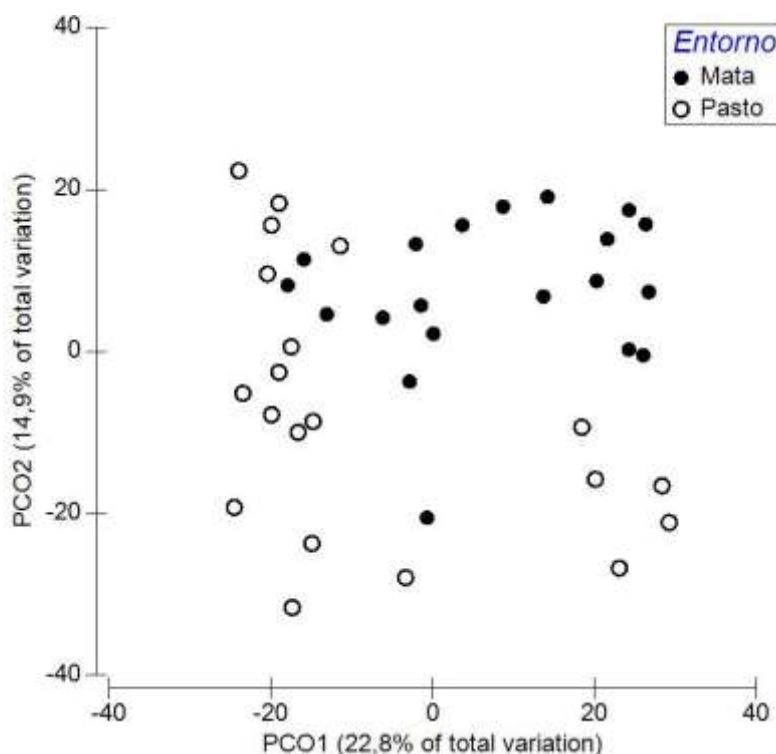


Figura 1: Ordenação das coordenadas principais dos dois tipos de entorno.

CONCLUSÃO

Este estudo mostra que a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos se alterou em relação ao tipo de entorno onde estão inseridos, com riachos localizados em fragmentos de vegetação ripária apresentando maior diversidade e riachos com supressão da vegetação ripária apresentando maior dominância e ocorrência de grupos generalistas e mais tolerantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D.; ERICKSON, D. L.; FAY, J. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology*, v. 37, n. 1, p. 1491-1461, 1997.
- BUSS, D. F.; SALLES, F. F. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian River Basin. *Environmental Monitoring Assessment*, v. 130, n. 1, p.365-372, 2007.
- CHAKONA, A.; PHIRI, C.; CHINAMARINGA, T.; MULLER, N. Changes in biota along a dry-land river in northwestern Zimbabwe: declines and improvements in river health related to land use. *Aquatic Ecology*, v. 43, n. 4, p. 1095–1106, 2009.
- DE TONI, K. R.; NAVA, D.; RESTELLO, R. M.; DECIAN, V.; ROVANI, I. L.; HEPP, L. U. Integridade da paisagem e sua influência sobre a composição da comunidade de Chironomidae (Diptera) em riachos de pequena ordem. *Ecología Austral*, v. 24, n. 3, p. 335-342, 2014.
- DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R. Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos: sistemática y biología. Tucumán: Fundación Miguel Lillo, 2009, p. 656.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 34, n. 1, p. 487–515, 2003.
- FRANSCISCHETTI, C. N.; DA SILVA, E. R.; SALLES, F. F.; NESSIMIAN, J. L. A efemeropterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição. *Lundiana*, v. 5, n. 1, p. 33-39, 2004.
- GENITO, D.; GBUREK, W. J.; SHARPLEY, A. N. Response of stream macroinvertebrates to agricultural land cover in a small watershed. *Journal of Freshwater Ecology*, v. 17, n. 1, p. 109-119, 2002.
- GOULART, M.; CALLISTO, M. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, n. 6, p. 983-996, 2005.
- KREBS, C. J. *Ecological methodology*. New York. Harper & Row Publishers, 1989.
- LENAT, D. R.; CRAWFORD, J. K. Effects of land-use on water quality and aquatic biota of three North Carolina Piedmont streams. *Hydrobiologia*, v. 294, n. 3, p. 185-99, 1994.

LOPRETTO, E. C.; TELL, G. Ecosistemas de aguas continentales: metodologias para estudio. Argentina: Ed. Sur., Tomo III, 1995.

RIOS, S. L.; BAILEY, R. C. Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. *Hydrobiologia*, v. 553, n. 1, p. 153-160, 2006.

ROBINSON, G. R.; HOLT, R. D.; GAINES, M. S.; HAMBURG, S. P.; JOHNSON, M. L.; FITCH, H. S.; MARTINKO, E. A. Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science*, v. 257, n. 5069, p.524–526, 1992.

ROMERO, R.; FERNÁNDEZ, H. R. Abundance and diversity of a mayfly taxocenose in a South America Subtropical mountain stream. *In*: DOMÍNGUEZ, E., ed. Trends in Research in Ephemeroptera & Plecoptera. New York, Kluwer Academic, Plenum Publishers, 2001, p.173-178.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, v. 5, n. 1, p. 18–32, 1991. SENSOLO, D.; HEPP, L. U.; DECIAN, V. S.; RESTELLO, R. M. Influence of landscape on the assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, v. 48, n. 4, p. 391-400, 2012.

SIEGLOCH, A. E.; FROEHLICH, C. G.; KOTZIAN, C. B. Composition and diversity of Ephemeroptera (Insecta) nymph communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 98, n. 4, p. 425-432, 2008.

STRAYER, D. L.; BEIGHLEY, R. E.; THOMPSON, L. C.; BROOKS, S. NILSSON, C. Effects of land cover on stream ecosystems: roles of empirical models and scaling issues. *Ecosystems*, v. 6, n. 5, p. 407-423, 2003.

TOWNSEND, C.R.; DOLEDEC, S.; NORRIS, R.; PEACOCK, K.; ARBUCKLE, C. The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. *Freshwater Biology*, v. 48, n. 5, p. 768-785, 2003.

VALLE, I. C.; BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F. The influence of connectivity in forest patches, and riparian vegetation width on stream macroinvertebrate fauna. *Brazilian Journal of Biology*, v. 73, n. 2, p. 1-8, 2013.

WANG, L.; LYONS, J.; KANEHL, P.; GATTI, R. Influences of watershed land use on habitat quality and biotic integrity in Wisconsin streams. *Fisheries*, v. 22, n. 6, p. 6–12, 1997.

WANTZEN, K. M.; PINTO-SILVA, V. Uso de substratos artificiais para a avaliação do impacto do assoreamento sobre macroinvertebrados bentônicos em um córrego de cabeceira no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 11, n. 1, p. 99-107, 2006.

WARD, J. V.; TOCKNER, K. Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*, v. 46, n. 6, p. 807–819, 2001.

3.2 DINÂMICA DO USO DAS TERRAS E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE LOUVEIRA-SP

João Carlos Batista Alves¹; Jener Fernando Leite de Moraes²; Jorge Alcântara Espíndola Cardoso³; João Paulo de Carvalho⁴

¹Aluno de pós-graduação, IAC, Campinas, São Paulo, jbca_1818@hotmail.com; ²Pesquisador Científico, IAC, Campinas, São Paulo, jfmoraes@iac.sp.gov.br; ³Aluno de pós-graduação, IAC, Campinas, São Paulo, jorge_gt.ba@hotmail.com; ⁴Técnico de Apoio, IAC, Campinas, São Paulo, jotape@iac.sp.gov.br.

RESUMO

Esse projeto teve como objetivo caracterizar e quantificar a dinâmica do uso e ocupação das terras entre os anos de 1972 e 2013 e avaliar a qualidade e disponibilidade hídrica do município de Louveira-SP, que é um município que vem se destacando na economia brasileira devido à sua expansão urbana, agrícola e industrial. Dentro desse contexto inicialmente realizou-se uma caracterização agroambiental do município que contemplou o uso e ocupação das terras para os anos de 1972 e 2014, o mapeamento pedológico, de relevo, monitoramento da vazão e da qualidade da água superficial. Para o estudo de dinâmica do uso e ocupação das terras, elaborou-se um banco de dados georreferenciado, com fotos aéreas do ano de 1972 e imagem do satélite GEOEYE, do ano de 2014 e procedeu-se a delimitação das classes de uso da terra para esses dois anos respectivamente. Dados de vazão foram determinados à campo com um molinete fluviométrico e dados de qualidade da água foram determinados nos principais rios que formam as sub bacias hidrográficas dentro do município de Louveira. Em termos de uso e ocupação das terras verificou-se que as áreas ocupadas por mata representavam 12% do município em 1972 e 26% em 2014, portanto, um aumento de 14%. Já as atividades agrícolas, reduziram significativamente. A viticultura, que representava 20% em 1972 em 2014 representa apenas 5%, correspondendo a uma área de 258ha. A urbanização por sua vez deu salto significativo nesse período, passando de 143ha em 1972 para 559ha, um aumento de 410ha de área.

Palavras-chaves: SIG. Mapeamento. Agricultura. Urbanização

ABSTRACT

This project aimed to characterize and quantify the land use dynamics between the years of 1972 and 2013 and evaluate the quality and water availability in Louveira-SP, which is a municipality that has stood out in the Brazilian economy due to its urban, agricultural and industrial expansion. Initially it was conducted several surveys of the physical environment, such as mapping the land use of 1972 and 2014, pedological survey, flow measurements and water quality. Aerial photos from 1972 were used to land use mapping of 1972 while GeoEye images were used to map the current land use. The Global Water Flow Probe (FP-211) were used for measuring flows in open channels and water quality data were determined in the main sub catchments of Louveira. The results showed a significant increase of forest areas which have increased from 12% in 1972 to 26% in 2014, an increase of 14%. However agriculture had a strong reduction in the period. The viticulture that represented 20% in 1972 corresponds to only 5% of Louveira in 2014. Urbanization also has a strong increase, from 143 ha in 1972, to 559 ha in 2014, representing about 10% of the city. With the expansion of urbanization there was a deterioration in water quality, especially in places of higher increase in urbanized areas.

Keywords: GIS. Mapping. Agriculture. Urbanization

INTRODUÇÃO

Os municípios paulistas que estão próximos aos grandes centros urbanos e principalmente aqueles situados dentro dos limites das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, estão passando por momentos de incerteza em face à grande expansão urbana, e aumento pela demanda de água, seja para o consumo ou para atender às indústrias. Dentro desse contexto o objetivo deste projeto foi de quantificar a dinâmica do uso e ocupação das terras no município de Louveira-SP, tendo como referência os anos de 1972 e 2014. Complementarmente, analisou-se também aspectos de qualidade e quantidade de água dos principais cursos d'água desse município.

MATERIAL E METÓDOS

O projeto foi realizado no município de Louveira-SP que está localizado a uma latitude 23°05'11" sul e a uma longitude de 46°57'02" oeste, estando a uma altitude de 690 metros, inserido na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. (Figura 1)

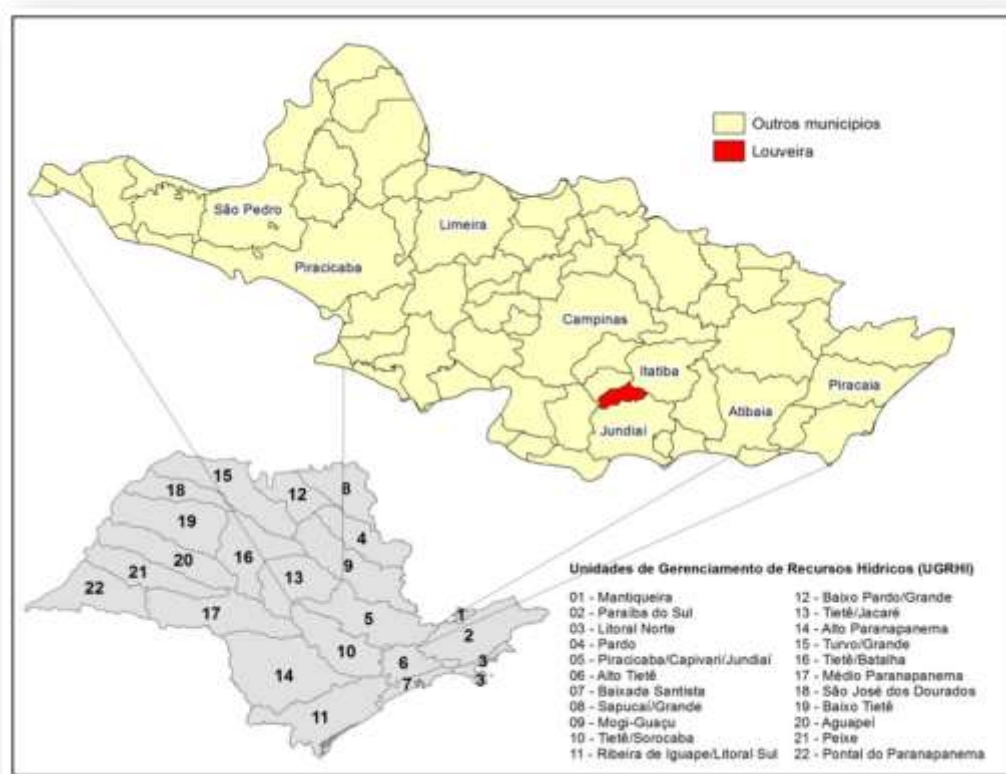


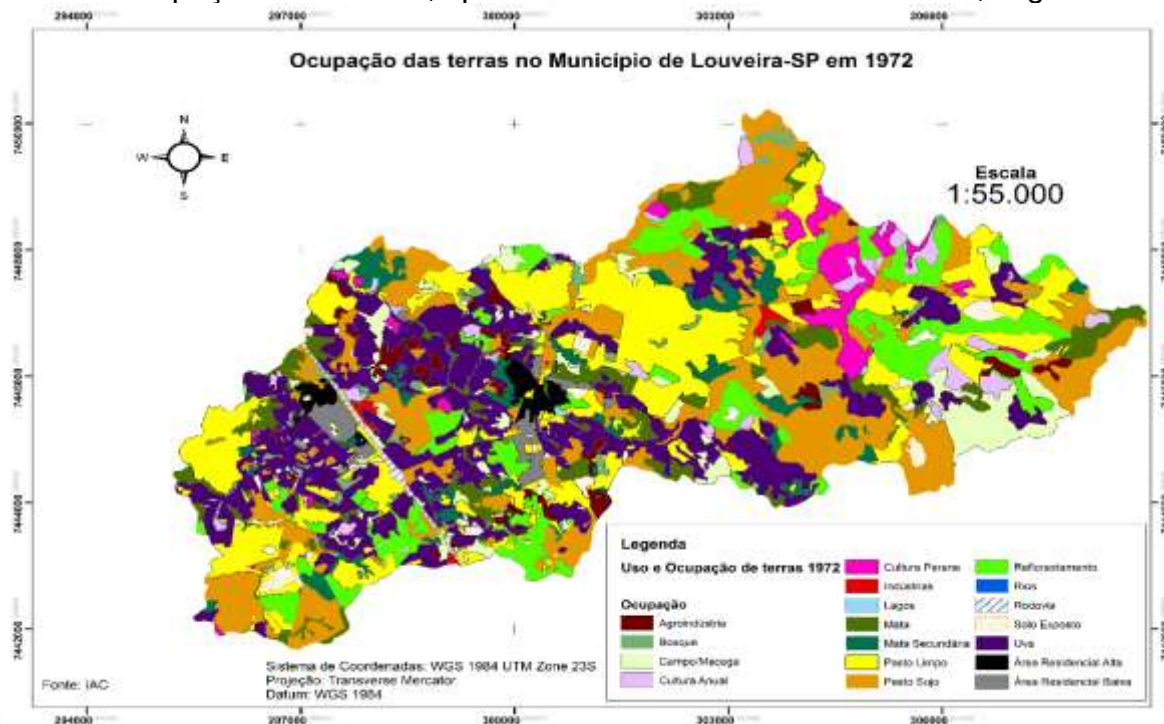
Figura 1. Localização do Município de Louveira-SP

Realizou-se um diagnóstico agroambiental do município que contemplou o mapeamento do uso e ocupação das terras para os anos de 1972 e 2014, o mapeamento pedológico, de relevo, o monitoramento da vazão e da qualidade da água superficial. Para o estudo de dinâmica do uso e ocupação das terras, elaborou-se um banco de dados georreferenciado, com fotos aéreas do ano de 1972 e imagem do satélite GEOEYE, do ano de 2014. Dados de vazão foram determinados à campo com um molinete fluviométrico e dados de qualidade da água foram

determinados nos principais rios que formam as sub bacias hidrográficas dentro do município de Louveira.

RESULTADOS

Depois da compilação dos dados apresentados, foram gerados dois mapas de usos e ocupação de terras, para os anos de 1972 e 2014, figuras 2 e



3. **Figura 2.** Uso e ocupação das terras no município de Louveira em 1972.

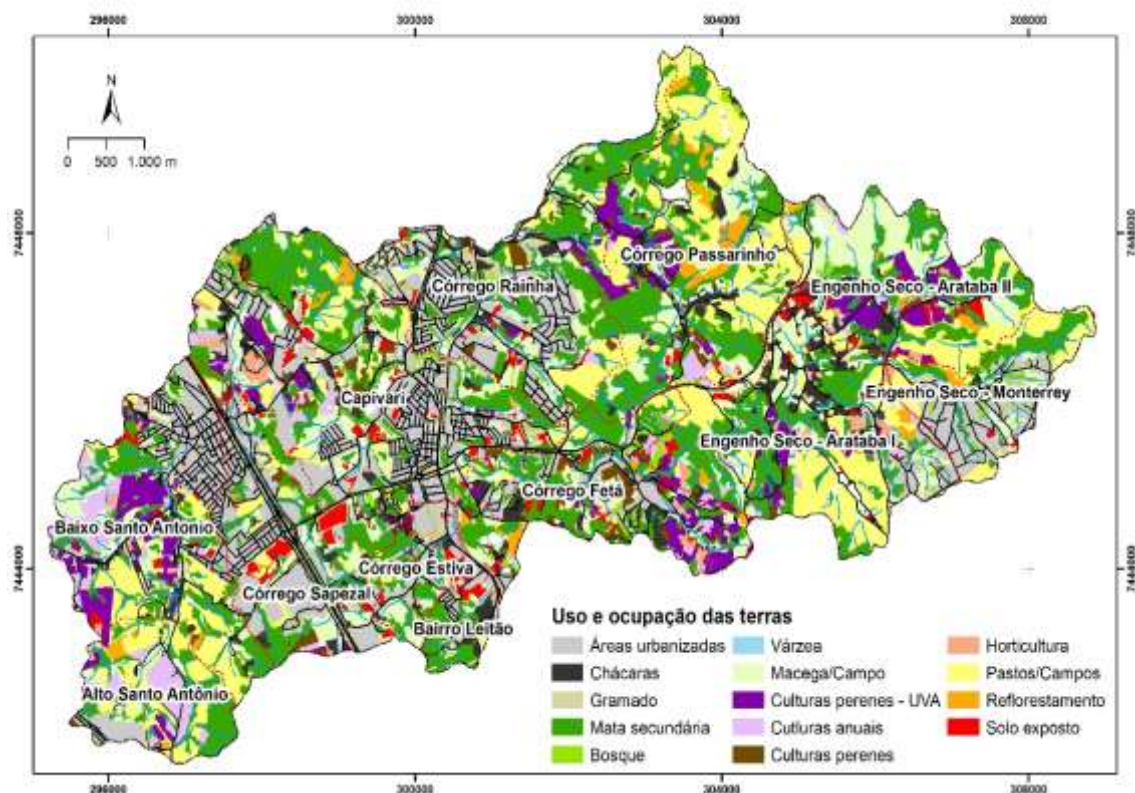


Figura 3. Uso e ocupação das terras no município de Louveira em 2014.

Verificou-se que as áreas ocupadas por mata correspondiam a 12% do município em 1972 e 26% em 2014, portanto, um aumento de 14%. Já as atividades agrícolas, reduziram significativamente. A viticultura, que representava 20% em 1972, em 2014 representa apenas 5% do município, correspondendo a uma área de 258 ha. A urbanização por sua vez deu um salto significativo nesse período, passando de 143 ha em 1972 para 559 ha, um aumento de 410 ha de área.

CONCLUSÕES

Constatou-se uma sensível alteração no uso e ocupação das terras em Louveira entre 1972 e 2014, com destaque para uma forte expansão urbana, principalmente em áreas então ocupadas por pastagem e pela viticultura. Por outro lado, observou-se uma sensível recuperação das áreas de mata, o que pode ser explicado pela maior conscientização em relação ao respeito a legislação ambiental. Já as áreas agrícolas, principalmente a cultura da uva, teve uma brusca redução, passando de 20% para 5%, com uma redução de 816 hectares de sua área, de 1972 para 2014.

Com relação aos seus recursos hídricos e o seu manancial de abastecimento público, encontram-se adequadamente preservadas e não se constatou grandes degradações nos valores de IQA e IAP. Entretanto isso não foi observado nas áreas que estão sob expansão da urbanização, onde foram observados valores preocupantes desses dois índices.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação**. Geomorfologia, São Paulo, v. 57, 1977.

ALMEIDA, R.; ORSOLON, A.; MEDEIROS, A. ;MARCONDES, D.; AMARAL, F. do; PEREIRA, S.R.B.; MARQUES, T. **Planejamento ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum**. Rio de Janeiro, Thex editora, 176p., 1993.

BRASIL, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Presidência da República decreta a institucionalização do código florestal brasileiro**. Brasília, DF. V. 144, n. 77. 15 de set. 1965.

FENGLER, F. H. **Variação temporal dos fragmentos florestais nas bacias hidrográficas do rio Jundiá-Mirim**. Campinas, IAC, 110p. 2014.

HARDER, I. C. F. **Fruticultura e desenvolvimento urbano do município de Louveira-SP**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo. OLIVEIRA, A. U. de. **Agricultura e indústria no Brasil**. Revista de Geografia Agrária CAMPO-TERRITÓRIO. V. 5, N. 10, p. 5-64, ago. 2010

SANTOS, M. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e meio técnico-científico informacional**, Hucitec, São Paulo, 1994.

SILVA, P. R. Et al. **Tradição do Cultivo da Uva Niágara no Estado de São Paulo**. Revista Informações Econômicas. SP. V.36, n.1, jan. 2006.

3.3 EFEITOS DE DIFERENTES TIPOS DE MONOCULTURA SOBRE A ESTRUTURA FÍSICA DE RIACHOS

Pedro Sartori Manoel - Biólogo, doutorando pelo programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP - Universidade Estadual Paulista, Email:pedrosartori.bio@gmail.com

Virgínia Sanches Uieda - Bióloga, pesquisadora voluntária do Departamento de Zoologia - Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP - Universidade Estadual Paulista, Email:.vsuieda@gmail.com

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, os ambientes aquáticos do Estado de São Paulo vêm sofrendo consequências diretas da ocupação agrícola. Embora as monoculturas sejam fundamentais para a economia e criação de empregos, é necessário verificar quais os seus reais impactos sobre os corpos d'água adjacentes, sendo assim, nosso objetivo foi testar os efeitos de diferentes tipos de monocultura sobre a estrutura física de riachos. Comparamos as variáveis abióticas de riachos localizados em áreas de vegetação nativa com as de riachos localizados em áreas de monoculturas de cana-de-açúcar, citros e eucalipto. Dentre as nove variáveis comparadas, apenas substrato fino e fósforo total foram significativas, tendo a primeira sido menor nos riachos de mata em comparação aos de cana-de-açúcar e citros e a segunda menor nos riachos de mata em comparação a todos os outros. O assoreamento de corpos d'água e aumento na concentração de fósforo, além de serem problemas ecossistêmicos, podem também afetar outras características físicas dos riachos a longo prazo, como quantidade de oxigênio dissolvido, tipo de fluxo e decomposição da matéria vegetal. Embora todos os trechos dos riachos estudados estivessem de acordo com a legislação vigente em relação à presença de

mata ripária, esta parece não ser suficiente para a proteção destes riachos. Sendo assim, acreditamos que áreas de monocultura devam manter zonas de mata ripária mais extensas do que aquelas indicadas na legislação vigente devido ao intenso manejo do solo e de aplicação de fertilizantes

Palavras-Chave: Cana-de-açúcar. Citricultura. Eucalipto. Paisagem. Variáveis abióticas

ABSTRACT

Over the last decades, the aquatic environments of São Paulo State have suffered direct consequences of the agricultural occupation. Although monocultures are fundamental for economics and job creation, it is necessary to verify their real impacts on the adjacent water bodies, so our aim was to test the effects of different types of monoculture on the physical structure of streams. We compared the abiotic variables of streams located in native vegetation areas with those of streams located in monocultures areas of sugarcane, citrus and eucalyptus. Among the nine variables compared, only fine substrate and total phosphorus were significant, the first of which differentiated the forested streams from sugarcane and citrus, and the second the forested streams from all others. The sedimentation of water bodies and increase in the concentration of phosphorus besides being ecosystemic problems may also affect other physical characteristics of the streams in long term, such as amount of dissolved oxygen, types of flow along the streams and litter decomposition. Although all stretches of the studied streams were in accordance with the current legislation regarding the presence of riparian vegetation, this seems not to be sufficient for the protection of these streams. Therefore, we believe that areas of monoculture should maintain more extensive riparian vegetation areas than those indicated in the current legislation due to the intensive management of the soil and fertilizer application.

Keywords: Sugarcane. Citriculture. Eucalyptus. Landscape. Abiotic variables.

INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo, o mais populoso do país, os ambientes aquáticos vêm sofrendo consequências diretas da ocupação agrícola. Ao longo das últimas décadas, essa ocupação vem rapidamente se expandindo, principalmente através das monoculturas, sendo essas extremamente importantes para a economia e criação de empregos em todo o Estado (VITAL, 2007; SOUZA et al., 2010).

Com a criação de extensas áreas de monocultura, grande parte da vegetação natural do Estado foi suprimida, causando diversas mudanças nos ecossistemas, principalmente com relação às propriedades do solo, como compactação, umidade, pH e quantidade de matéria orgânica. A magnitude e as características dessas mudanças depende de diversos fatores, como tipo de solo, do cultivo e do sistema de manejo utilizado (SCOTT & WOOD, 1989).

Embora o termo monocultura seja utilizado para diferentes tipos de plantações, cada uma possui suas características próprias. Por exemplo, a cana-de-açúcar é uma cultura anual, com alto consumo de nutrientes do solo e alta necessidade hídrica, uma vez que aproximadamente 70% da sua massa fresca é composta por água (DALRI & CRUZ, 2008). A citricultura é uma cultura perene, com elevado uso de defensivos agrícolas, principalmente inseticidas e acaricidas, baixo consumo de nutrientes do solo e consumo moderado de água (NEVES et al., 2010). Já o reflorestamento por eucalipto é uma cultura com rotação de sete anos, com baixo consumo de nutrientes do solo, alta deposição de serapilheira e alto consumo hídrico (VITAL, 2007).

Embora as monoculturas sejam fundamentais para a economia e criação de empregos em todo o país, é necessário verificar quais os seus reais impactos sobre os corpos d'água adjacentes, sendo assim, nosso objetivo foi verificar os efeitos de diferentes tipos de monocultura sobre a estrutura física de riachos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em riachos pertencentes à sub-bacia do Rio Pardo, localizada na região centro-oeste do Estado de São Paulo. Esta sub-bacia está contida dentro da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema e é de extrema importância para a região, uma vez que o abastecimento dos municípios de Botucatu e Pardinho é feito pelo Rio Pardo. Entretanto, a sub-bacia do Rio Pardo vem sofrendo ao longo das últimas décadas um forte impacto do setor agrícola, com grande parte de sua vegetação natural sendo suprimida para o desenvolvimento de monoculturas, como cana-de-açúcar, citros e eucalipto (RIBEIRO & CAMPOS, 2007).

Amostramos 16 riachos de forma aleatorizada pertencentes a essa sub-bacia nos meses de junho, julho e agosto de 2017, sendo quatro em áreas de vegetação natural preservada e quatro em áreas com cada tipo de monocultura (cana-de-açúcar, eucalipto e citros).

Amostramos nove variáveis abióticas relacionadas a características físicas ao longo de um trecho de 75 metros em cada riacho. Em campo foram feitas medidas visuais do tipo de substrato e do tipo de fluxo a cada metro, e medidas de pH, oxigênio dissolvido e condutividade no início, meio e fim do trecho estudado utilizando uma sonda multiparâmetros modelo Aquaread AP-2000. Foram também coletadas amostras de água para análise em laboratório de sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos e de fósforo e nitrogênio total.

Fizemos uma análise de componentes principais (ACP) com 9999 permutações para verificar a distribuição dos riachos em relação às variáveis abióticas. As variáveis foram normalizadas e os eixos que mais contribuíram para explicar a variação observada foram selecionados de acordo com o modelo Broken-Stick (JACKSON, 1993).

Para verificarmos as diferenças significativas entre as variáveis ambientais dos diferentes tipos de monocultura, primeiramente verificamos a normalidade de cada variável utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Caso constatada uma distribuição normal dos valores da variável abiótica, utilizamos análises de variância one-way (ANOVA), seguidas do teste de Tukey de comparação múltipla. Quando os dados não apresentaram distribuição normal, utilizamos teste de Kruskal-Wallis seguido de testes de Mann-Whitney. Para todos os testes assumimos o valor de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ACP explicou 56% da variância total dos dados (Figura 1) e, de acordo com o método Broken-Stick, apenas o primeiro eixo foi significativo para a análise. Foi possível observar uma separação entre os riachos de mata no lado positivo do primeiro eixo e os riachos localizados nos três tipos de monocultura no lado negativo deste mesmo eixo, sem uma clara separação entre os tipos de monocultura. Esta separação ocorreu principalmente devido aos maiores valores observados de oxigênio dissolvido e pH nos riachos de mata e de fósforo total e substrato fino nos riachos de monocultura.

Dentre as nove variáveis abióticas avaliadas, apenas fósforo total ($p=0,047$) e substrato fino ($p=0,0007$) foram significativas para diferenciar os entornos. Para fósforo total houve diferenciação entre os riachos de mata e cana-de-açúcar ($p=0,029$) e mata e citros ($p=0,028$). Já para substrato fino, houve diferenciação dos riachos de mata de todos os outros três tipos (Cana-de-açúcar- $p=0,005$; Citros- $p=0,002$ e Eucalipto- $p=0,001$). Não houve diferenças significativas em nenhuma variável abiótica entre os três tipos de monocultura.

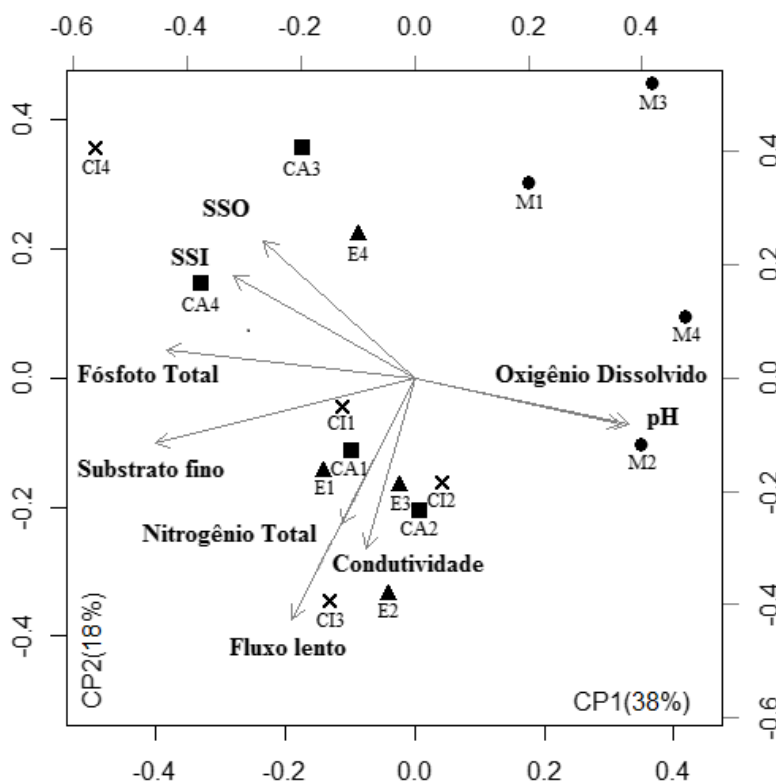


Figura 1 - Gráfico da análise de componentes principais (ACP) mostrando a distribuição dos riachos em relação às variáveis abióticas mensuradas. SSI- sólidos suspensos inorgânicos, SSO- sólidos suspensos orgânicos. Entornos: M-mata nativa, CA-cana-de-açúcar, CI-citros, E-eucalipto.

O assoreamento de corpos d'água além de ser um grande problema ecossistêmico, pode também afetar outras características físicas dos riachos, como quantidade de oxigênio dissolvido e os tipos de fluxo encontrados ao longo dos riachos, pois o acúmulo de sedimentos na calha dos riachos pode diminuir as áreas de corredeira (CASATTI et al., 2012; RABENI & SMALE, 1995). O aumento na concentração de nutrientes provenientes das monoculturas, como o fósforo, também pode afetar outras variáveis ambientais, como o nível de oxigênio dissolvido e a quantidade de matéria orgânica presente no riacho, uma vez que uma maior concentração de fósforo pode causar um aumento da atividade de microrganismos que fazem a decomposição de material vegetal e consomem oxigênio da água (HOWARTH & FISHER, 1976). Embora nesse trabalho não tenham sido observadas diferenças significativas nas variáveis oxigênio dissolvido, tipos de fluxo e sólidos suspensos orgânicos, alterações nessas variáveis podem ser uma questão de tempo, uma vez que o assoreamento e o aumento da concentração de fósforo das áreas de monocultura foram constatados.

De acordo com CASATTI et al. (2012), a presença da mata ripária tem um papel fundamental na proteção de riachos contra acúmulo de sedimentos finos e excesso de nutrientes que são carregados pela chuva. Embora todos os trechos dos riachos estudados tivessem a presença de no mínimo 15 metros de mata ripária em cada margem, estando de acordo com a legislação vigente do novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), esta parece não ser suficiente para a proteção dos riachos dos sedimentos e fertilizantes provenientes das diferentes monoculturas. Sendo assim, acreditamos que áreas de monocultura devem manter zonas de mata ripária mais extensas do que aquelas indicadas na legislação vigente devido ao intenso manejo do solo e de aplicação de fertilizantes.

CONCLUSÃO

Nosso trabalho mostrou que embora as monoculturas tenham uma grande importância social e econômica, elas afetam o ambiente físico de riachos adjacentes, principalmente com o aumento na concentração de fósforo na água e o acúmulo de sedimentos finos no substrato. Sendo assim, medidas de manejo são urgentemente necessárias para que esses riachos possam se recuperar ao longo do tempo. Dentre essas medidas, o aumento da extensão de vegetação ripária nessas áreas é fundamental, uma vez que esta pode servir como filtro natural de sedimentos e nutrientes que são carregados pela chuva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- CASATTI, L. et al. From forests to cattail: How does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 1, p. 205–214, 2012.
- DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. *Engenharia Agrícola Jaboticabal*, v. 28, n. 3, p. 516–524, 2008.
- HOWARTH, R. W.; FISHER, S. G. Carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics during leaf decay in nutrient-enriched stream microecosystems. *Freshwater Biology*, v. 6, n. 3, p. 221–228, 1976.
- JACKSON, D. A. Stopping Rules in Principal Components Analysis: A Comparison of Heuristical and Statistical Approaches. *Ecology*, v. 74, n. 8, p. 2204–2214, 1993.
- NEVES, M. et al. O retrato da citricultura brasileira. Ribeirão Preto: CitrusBR, 2010.
- RABENI, C. F.; SMALE, M. A. Effects of siltation on stream fishes and the potential mitigating role of the buffering riparian zone. *Hydrobiologia*, v. 303, n. 1–3, p. 211–219, 1995.
- RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à erosão do solo da região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 6, p. 628–636, 2007.
- SCOTT, H. D.; WOOD, L. S. Impact of Crop Production on the Physical Status of a Typic Albaqualf. *Soil Science Society of America Journal*, v. 53, p. 1819–1825, 1989.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. *Ciência Rural*, v. 40, n. 1, p. 48–56, 2010.
- VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. *Revista Do Bndes*, v. 14, n.

3.4 EFEITO DA SUPRESSÃO DA MATA RIPÁRIA SOBRE O AMBIENTE FÍSICO DE RIACHOS

*Erika Ramos Ono – Bióloga, Mestranda no programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista
Email: erika.rono@gmail.com*

*Ana Liz Uchida Melo – Bióloga, Mestranda no programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista
Email: lizuchida@gmail.com*

*Pedro Sartori Manoel – Biólogo, Doutorando no programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista
Email: pedrosartori.bio@gmail.com*

*Fernando Portella Rodrigues de Arruda – Biólogo, Docente no IFSP-Instituto Federal de São Paulo, Avaré, SP, Brasil
Email: ferportella@yahoo.com.br*

*Virginia Sanches Uieda – Bióloga, Docente voluntária junto ao Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista
Email: vsuieda@gmail.com*

RESUMO

Os diferentes usos do solo na agropecuária podem gerar o desmatamento da mata ripária. A retirada dessa vegetação pode acarretar em impactos diretos nos corpos d'água como alterações em algumas variáveis abióticas. Assim, nosso objetivo foi testar o efeito da supressão da mata ripária sobre o ambiente físico de riachos. Amostramos sete variáveis abióticas em 18 riachos pertencentes à bacia do rio Paranapanema, sendo nove com e nove sem vegetação ripária. Destas variáveis, apenas substrato fino, presente em maior quantidade nos riachos sem mata, e oxigênio dissolvido, com maiores valores nos riachos com mata, foram significativas para separar os dois tipos de entornos. A mata ripária funcionou como um filtro ambiental, diminuindo a entrada de sedimentos finos nos corpos d'água, evitando assim seu assoreamento e mitigando possíveis alterações no habitat aquático. Além disso, o sombreamento promovido por essa vegetação causa uma diminuição na temperatura da água e uma menor proliferação de algas e macrófitas, o que pode resultar na maior concentração de oxigênio dissolvido nesses locais. Uma vez que a mata ripária tem um papel fundamental como filtro ecológico na proteção de riachos, é necessário uma maior fiscalização e adequação de áreas desmatadas, principalmente as áreas de pastagem.

Palavras-Chave: Paisagem. Pastagem. Variáveis abióticas.

ABSTRACT

The different land uses in agriculture can cause deforestation of riparian forest. The removal of this vegetation can lead to direct impacts on water bodies as changes in some abiotic variables. Thus, our aim was to test the effect of suppression of the riparian forest on the physical environment of streams. We sampled seven abiotic variables in 18 streams belonging to the Paranapanema river basin, nine with and nine without riparian vegetation. Of these variables, only fine substrate, present in larger quantities in streams without forest, and dissolved oxygen, with higher values in forest streams, were significant to separate the two types of environments. The riparian forest work as an environmental filter, reducing the input of fine sediments into the water bodies, therefore, avoiding their silting and mitigating possible changes in the aquatic habitat. In addition, the shading promoted by this vegetation causes a

decrease in water temperature and a lower proliferation of algae and macrophytes, which may result in the higher concentration of dissolved oxygen in these places. Since riparian forest has a fundamental role as an ecological filter in the protection of streams, it is necessary a greater inspection and adequacy of deforested areas, especially the grazing areas.

Keywords: Landscape. Pasture. Abiotic variables.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a rede hidrográfica é composta por um grande número de rios, que, por sua vez, são abastecidos por uma série de riachos (AMBIENTE, 2006; TEODORO et al., 2007), os quais podem servir de modelo em menor escala para estudos sobre os impactos que mudanças ambientais podem gerar sobre a rede hidrográfica (e.g. CLARKE et al., 2008).

No Estado de São Paulo, os diferentes usos do solo na agropecuária vêm gerando impactos diretos e indiretos nos recursos hídricos (ZANINI, 2000). Um dos principais resultantes dessa atividade é a retirada da mata ripária (GOULART; CALLISTO, 2003). Essa vegetação é importante na manutenção da integridade dos corpos d'água, uma vez que gera sombreamento e pode diminuir a erosão de suas margens (BARELLA et al., 2000; ANBUMOZHI; RADHAKRISHNAN; YAMAJI, 2005).

O novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) pode gerar impactos ainda maiores sobre os riachos de pequeno porte, pois permite a diminuição de suas zonas ripárias de 30 para 15 metros em cada margem, sem contar as extensões em que as áreas de proteção permanente já não são respeitadas (CASATTI, 2010), como em algumas áreas de pastagem. Sendo assim, nosso objetivo foi testar o efeito da supressão da mata ripária sobre o ambiente físico de riachos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostramos 18 riachos pertencentes à bacia do rio Paranapanema, localizados no município de Avaré, região centro-oeste do Estado de São Paulo, nos meses de Outubro e Novembro de 2015. Desses riachos, nove possuíam vegetação ripária e nove eram localizados em área de pastagem, sem vegetação ripária.

Medimos sete variáveis abióticas ao longo de 80 metros em cada riacho. Em campo fizemos medidas visuais do tipo de substrato e do tipo de fluxo a cada metro, e medidas de pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido e potencial de óxido/redução nos pontos inicial, mediano e final do trecho estudado, utilizando uma sonda multiparâmetros modelo Aquaread AP-2000.

Para verificarmos a distribuição dos riachos em relação às variáveis abióticas, primeiramente fizemos a normalização dos dados e em seguida uma análise de componentes principais (PCA) com 9999 permutações. Para selecionarmos os eixos que mais contribuíram para a distribuição dos pontos utilizamos o modelo do Broken-Stick (JACKSON, 1993).

Para testarmos se as variáveis ambientais diferiam em função da presença/ausência da mata ripária, primeiramente verificamos a normalidade de cada variável utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Nos dados que apresentaram uma distribuição normal dos valores da variável abiótica, utilizamos análises de variância one-way (ANOVA), seguidas do teste de Tukey de comparação múltipla para verificar as diferenças em relação ao entorno. Quando os dados não apresentaram distribuição normal, utilizamos teste de Kruskal-Wallis seguido de teste de Mann-Whitney para verificar as diferenças significativas das variáveis abióticas entre os

diferentes entornos. Para todos os testes as variáveis abióticas foram normalizadas e assumimos o valor de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A PCA explicou 67% da variância dos dados (Figura 1) e, de acordo com o método do Broken-Stick, os dois primeiros eixos foram significativos para a análise. Não houve um agrupamento total dos pontos com ou sem mata ripária, entretanto, no lado positivo do primeiro eixo houve um maior número de riachos de pastagem, os quais possuíram maiores valores de substrato fino e menores valores de oxigênio dissolvido.

Dentre as sete variáveis abióticas avaliadas, apenas as variáveis substrato fino ($p=0,047$) e oxigênio dissolvido ($p=0,0007$) foram significativas para diferenciar os riachos com e sem mata ripária.

Os maiores valores de substrato fino presentes nos riachos de pastagem podem ser explicados pela ausência da mata ripária em suas margens. Essa vegetação, além de evitar a erosão do solo adjacente aos riachos, mostrou ter papel importante na diminuição da entrada de sedimentos nos corpos d'água. Uma alta entrada desse material pode resultar no assoreamento de seus leitos, acarretando em uma homogeneização do habitat e a perda de sua qualidade ambiental, o que pode levar a modificações na estrutura das comunidades biológicas presentes (VASCONCELOS; MELO, 2008; WANTZEN, 2006).

Os maiores valores de concentração de oxigênio dissolvido encontrados nos riachos de mata podem estar relacionados com o sombreamento promovido por essa vegetação, o que causa uma diminuição na temperatura da água e uma menor proliferação de algas e macrófitas que consomem oxigênio. Além disso, CASATTI et al. (2012) mostraram que há uma relação positiva entre locais preservados e altas concentrações de oxigênio dissolvido.

Uma vez que a mata ripária tenha um papel fundamental como filtro ecológico na proteção de riachos, é necessário uma maior fiscalização e adequação de áreas desmatadas, principalmente as áreas de pastagem.

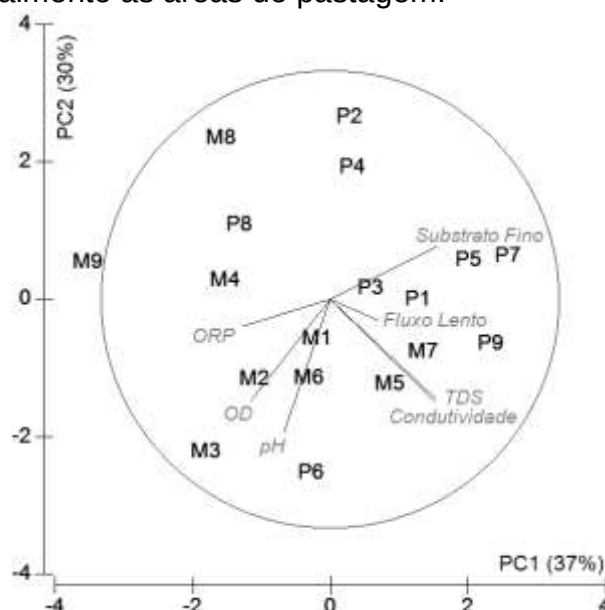


Figura 1 - Gráfico da análise de componentes principais (PCA) mostrando a distribuição dos riachos em relação às variáveis abióticas mensuradas. OD- Oxigênio dissolvido, ORP- Potencial de oxidação/redução, TDS- Sólidos suspensos totais. Entornos: M- Mata e P- Pastagem.

CONCLUSÃO

Nosso trabalho demonstrou a importância da mata ripária para a integridade física de riachos, principalmente na proteção contra entrada de sedimentos finos e manutenção de altas concentrações de oxigênio. Sendo assim, medidas de proteção dessa vegetação são urgentemente necessárias, bem como a restauração de áreas em que seu desmatamento já tenha ocorrido.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de Mestrado concedida.

REFERÊNCIAS

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária. Secretaria de Recursos Hídricos – Brasília: MMA, 96p, 2006.
- ANBUMOZHI, V.; RADHAKRISHNAN, J.; YAMAJI, E. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. *Ecological Engineering*, v. 24, p. 517–523, 2005.
- BARELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: *Matas ciliares Conserv e Recuper.* [s.l: s.n.]. p. 187–207.
- CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p. 31–34, 2010.
- CASATTI, L. et al. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 1, p. 205–214, 2012.
- CLARKE, A. et al. Macroinvertebrate diversity in headwater streams: A review. *Freshwater Biology*, v. 53, n. 9, p. 1707–1721, 2008.
- GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. *Revista da FAPAM*, v. 2, n. 2, p. 153–164, 2003.
- JACKSON, D. A. Stopping Rules in Principal Components Analysis: A Comparison of Heuristical and Statistical Approaches. *Ecology*, v. 74, n. 8, p. 2204–2214, dez. 1993.
- TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica ea importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, v. 20, p. 137–156, 2007.
- VASCONCELOS, M. DE C.; MELO, A. S. An experimental test of the effects of inorganic sediment addition on benthic macroinvertebrates of a subtropical stream. *Hydrobiologia*, v. 610, n. 1, p. 321–329, 11 set. 2008.
- WANTZEN, K. M. Physical pollution: Effects of gully erosion on benthic invertebrates in a tropical clear-water stream. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 16, n. 7, p. 733–749, 2006.
- ZANINI, L. S. G. Impactos nos recursos hídricos causados por práticas agropecuárias. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 26, p. 216–225, 2000.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE USO DAS TERRAS

Lauro Charlet Pereira – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Email: lauro.pereira@embrapa.br; Marco Antônio Ferreira Gomes – Geólogo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Email: marco.gomes@embrapa.br; Manoel Dornelas De Souza – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Email: dornelas.souza@embrapa.br; Carlos Cesar Ronquim – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Email: carlos.ronquim@embrapa.br; Sérgio Gomes Tôsto – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Email: sergio.tosto@embrapa.br

RESUMO

O conhecimento do meio físico de uma microbacia hidrográfica se reveste de grande importância, tanto na avaliação do potencial de seus compartimentos ambientais, quanto na indicação de práticas de uso e manejo, com vistas à sustentabilidade. A partir de levantamento e observações de campo, complementados pela literatura, foi realizada a caracterização física da área, focada nos componentes solo, geologia e geomorfologia, sob diferentes tipos de cobertura vegetal (eucalipto, mata e pastagem). Como resultado, foram identificadas duas classes de Cambissolos, que são solos pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com sequência de horizontes A, Bi e C. A geologia é representada por rochas graníticas, Fácies Cantareira Granito-Gnáissico. A geomorfologia possui predominância de colinas pequenas, com espigões locais e tabuleiros, resultando numa declividade que varia entre 6% e 12%. Como conclusão, o solo sob eucalipto, apesar de estar em área com maior declividade, apresenta-se menos vulnerável do que o solo sob mata nativa e pastagem, por apresentar caráter úmbrico, maior grau de floculação e camada espessa de serrapilheira (média de 30 cm) no horizonte superficial (A).

Palavras-chave: compartimentos ambientais, risco de erosão, sustentabilidade.

ABSTRACT

The knowledge of the physical environment of a watershed is of great importance, both in the evaluation of the potential of its environmental compartments, and in the indication of practices of use and management, with a view to sustainability. From the survey and field observations, complemented by the literature, was performed the physical characterization of the area, focused on soil components, geology and geomorphology, under different types of vegetation cover (eucalyptus, forest and pasture). As a result, two classes of Oxic Dystropept (*Soil Taxonomy*) were identified, which are shallow soils, moderately to well drained, with horizons A, B and C. The geology is represented by granitic rocks, *Facies* Cantareira Granite-Gneissic. The geomorphology has a predominance of small hills, with local of rugged relief and plain portions, resulting in a slope varying between 6% and 12%. As a conclusion, the soil under eucalyptus, although it is in an area with greater slope, is less vulnerable than the soil under native forest and pasture, because it presents an umbric character, a higher flocculation degree and a thick layer of litter (mean of 30 cm) in the surface horizon (A).

Keywords: Environmental compartments, risk of erosion, sustainability.

INTRODUÇÃO

O uso e cobertura das terras na região do Vale do Rio Paraíba tem se modificado ao longo do tempo. Dentre as diferentes atividades, a eucaliptocultura vem ganhando mais espaço, em detrimento de áreas cobertas por pastagens e matas, tornando-se uma alternativa para pequenos e médios agricultores, que visam a produção de matéria prima para o setor de papel e celulose.

Neste contexto, para atender a demanda dos agricultores, as boas práticas de silvicultura e os procedimentos sustentáveis da atividade florestal se fazem necessários, exigindo o conhecimento do meio físico, em especial o solo, a geologia e a geomorfologia. Esse conhecimento é adquirido a partir do mapeamento pedológico, cuja execução exige a identificação e a compreensão do papel dos componentes do meio físico que condicionam a gênese, a distribuição e a atividade dos solos na paisagem.

O objetivo deste trabalho é realizar a caracterização do meio físico - solo, geologia e geomorfologia, fundamental nos estudos de uso e ocupação de áreas, sobretudo de solos rasos e rochas bastante alteradas, situados em declividades mais acentuadas, ambientes estes mais suscetíveis a impactos ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da área

A área de estudo corresponde a microbacia localizada na Fazenda Santa Marta, no município de Igaratá, Estado de São Paulo. Encontra-se a 745m de altitude, entre as coordenadas geográficas: 23°10'22" de latitude Sul e 46°06'50" de longitude Oeste de Greenwich. Sua área física totaliza 150 ha, dos quais cerca de 60% estão ocupados com a cultura do eucalipto e o restante dividido entre áreas de pastagem e mata nativa. A área experimental está delimitada por três pares de coordenadas geográficas, abrangendo os três tipos de cobertura vegetal, conforme a Figura 1.



Figura 1. Localização da área experimental estudada.

Métodos de obtenção dos dados

Os dados de solos foram obtidos a partir do levantamento pedológico realizado por RIZZO (2008), que identificou duas classes de Cambissolos: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico úmbrico latossólico, textura argilosa, relevo ondulado a forte ondulado, substrato granito gnáissico (CX1), com ocorrência em área de eucalipto; e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, latossólico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado a ondulado, substrato granito gnáissico (CX2), presente nas áreas de pastagem e mata nativa.

Visando a complementação dos dados pedológicos, foram realizados trabalhos de campo, que constou basicamente de observações “in situ” e abertura de trincheiras sob as coberturas vegetais de eucalipto, pastagem e mata nativa.

Na obtenção das informações sobre a geologia fez-se, inicialmente, uma revisão de literatura de caráter regional e local, seguida de observações (“in situ”) na microbacia da fazenda Santa Marta (PERROTTA et al., 2005).

A geomorfologia da área foi obtida a partir de observações de feições locais (“in situ”), complementadas por revisão de literatura, tendo como referência estudos realizados por Ponçano et al. (1981); Rizzo; Pires Neto; Sztutman (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solos

Os solos da área de estudo referem-se à classe dos Cambissolos, conforme mapeamento pedológico realizado por Rizzo (2008).

Os Cambissolos são solos constituídos por materiais minerais, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. São, em geral, pouco profundos (50-100 cm), moderadamente a bem drenados, com sequência de horizontes A, Bi e C, com transição clara entre os horizontes, e apresentam um certo grau de evolução, porém, não o suficiente para meteorizar completamente minerais primários de mais fácil intemperização (EMBRAPA, 2013; RIZZO, 2008).

A partir de uma breve análise comparativa dos, verificou-se que os solos da microbacia, os Cambissolos Háplicos CX1 e CX2, possuem características físicas semelhantes, isto é: apresentam textura argilosa, profundidade em torno de 120 cm e atividade de argila baixa (Tb). Dada as suas condições de relevo e a própria formação pedogenética, ambos estão sob risco moderado a forte de erosão, embora o solo CX1 (sob eucalipto) seja menos vulnerável do que o CX2 (mata e pastagem), por possuir caráter úmbrico, maior grau de floculação e camada mais espessa de serapilheira ou liteira (média de 30 cm) no horizonte superficial (A). Quanto às características químicas, ambos os solos possuem baixa fertilidade natural, evidenciada pela baixa soma de bases, acidez elevada e alta saturação de alumínio.

Geologia

O material de origem dos solos da microbacia da Fazenda Santa Marta, está relacionado ao proterozóico superior, caracterizado por rochas cristalinas e metamórficas, em vários graus de metamorfismo e composição muito variada, com distribuição geográfica, em linhas gerais, condicionada à orientação de grandes e extensos lineamentos de falhas transcorrentes (deslizamento horizontal). São constituídos de migmatitos, xistos, quartzitos, filitos, calcários dolomíticos e metassiltitos (AGEVAP, 2014).

Localmente, a geologia é representada por rochas Graníticas, Fácies Cantareira Granito-Gnáissico: foliação concordante ao *trend* (disposição ou orientação dominante) regional. Granulação fina a média, composição granítica a granodiorítica e ocorrência frequente de megacristais de feldspato potássico, caráter porfiróide, isto é, cristais grandes (maior que 1 cm) em meio à massa microcristalina, sem distinção alguma (RIZZO, 2008).

Geomorfologia

Na conformação geomorfológica da área estudada, é encontrada a tipologia com predominância de colinas pequenas com espigões locais e tabuleiros, que

apresentam encostas com inclinação média de até 15% e amplitudes inferiores a 100 metros, constituindo terrenos mais suaves e estáveis da região, de acordo com observações locais dos autores (Figura 6). Este cenário está de acordo com as citações de literatura (SÁTIRO et al, 2013).

Na área experimental as declividades variam de 6% a 12%, condição que oferece menor risco de erosão, motivo pelo qual o cultivo do eucalipto é mais intensivo.

CONCLUSÕES

A partir da caracterização física da área estudada, calcada na análise dos componentes solo, geologia e geomorfologia, conclui-se que:

- O conhecimento do meio físico permite uma melhor avaliação de seus compartimentos ambientais, de modo a orientar estudos direcionados para o uso e ocupação sustentáveis das terras;
- O solo sob eucaliptocultura (CX1), comparado ao solo sob mata e pastagem (CX2), possui menor risco de erosão, em função do caráter úmbrico, maior grau de floclulação e da espessa camada de liteira/serapilheira (média de 30 cm), ambos no horizonte superficial (A).
- Para um melhor planejamento e gerenciamento das terras, recomenda-se o uso de práticas adequadas sobretudo para correção da acidez; também enfatiza-se a necessidade de práticas conservacionista contra erosão dos solos, inclusive nas estradas vicinais.

REFERÊNCIAS

- AGEVAP. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes**. Rio de Janeiro, 2014. 367 p.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- FIBRIA. Relatório de Sustentabilidade. 2012. 64p.
- PERROTTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINHO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, F.V. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, escala 1: 750.000. São Paulo, Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, 2005.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M. de; PRANDINI, F.L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Monografia 5. v.1 e 2. Escala 1: 1.000.000, 1981.
- RIZZO; LUIZ T. B.; PIRES NETO, A.; SZTUTMAN, P. Levantamento de solos em áreas de produção de eucalipto e suas relações com o relevo e o substrato rochoso no Vale do Paraíba do Sul Sp. In: Ribeiro, B.T.; Wendling, B. (Eds.). Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas. Uberlândia: EDUFU, 2014. p. 219-234.
- RIZZO, L.T.B. **Mapa pedológico detalhado** - VCP – Igaratá: Fazenda Santa Marta, Igaratá, SP. Cotia: LRM Projetos e Consultoria Agroambiental LTDA, fev. 2008. 77 x 134 cm. Escala 1:5.000.
- SÁTIRO, T.P.O.; SIMÕES, S. J.C.; AUTOMARE, G.B.; BERNARDES, G.P; SOARES, P. V; TRANNIN, I.C.B.; DIAS, J.F. Metodologia para elaboração de mapas de potencialidade para a silvicultura com base em álgebra de mapas – a porção paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Brasil. *São Paulo, UNESP, Geociências*, v. 32, n. 4, p. 746-759, 2013 746.

3.6 CARACTERIZAÇÃO PEDOGEOMORFOLÓGICA DE UMA ÁREA SOB COBERTURAS DE SERINGUEIRA, MATA E PASTAGEM, NO MUNICÍPIO DE PLANALTO-SP

Lauro Charlet Pereira – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Email: lauro.pereira@embrapa.br; Marco Antônio Ferreira Gomes – Geólogo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Email: marco.gomes@embrapa.br; Manoel Dornelas de Souza – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Email: dornelas.souza@embrapa.br; Sérgio Gomes Tôsto – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Email: sergio.tosto@embrapa.br; Carlos Fernando Quartaroli – Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Email: carlos.quartaroli@embrapa.br

RESUMO

A caracterização dos compartimentos ambientais é de grande relevância, pois possibilita não só a análise e avaliação geral da área, mas também a identificação de suas possibilidades e limitações de uso. O método de trabalho consistiu no levantamento de dados e informações de literatura, complementados com trabalhos de campo e análises de laboratório. Como resultado, foi identificado o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, que são solos profundos a muito profundos, com sequência de horizontes A-Bw-C. A geologia regional é constituída por rochas do Grupo Bauru, decorrente de sedimentação, cuja bacia acumulou uma sequência sedimentar predominantemente arenosa, em clima semi-árido a árido. A geomorfologia se caracteriza pela Província do Planalto Ocidental, com domínio de colinas amplas e suaves, caracterizando um relevo colinoso, com baixas declividades. Localmente, na área de estudo, o relevo é tipicamente plano a suave ondulado, declividade entre 1 e 3%, com variações até 5%, de acordo com observações dos autores do presente trabalho. Como conclusão, pode-se dizer que os solos da área, apesar das boas condições físicas, possuem baixa fertilidade natural e elevada suscetibilidade à erosão, necessitando de boas práticas de manejo para o seu uso e ocupação de forma sustentável.

Palavras-chave: escoamento superficial, planejamento, uso da terra, sustentabilidade.

ABSTRACT

The characterization of the environmental compartments is of great relevance, since it allows not only the general analysis and evaluation of the area, but also the identification of its possibilities and limitations of use. The work method consisted in the collection of data and literature information, complemented with fieldwork and laboratory analysis. As a result, the RED-YELLOW LATOSOL (Oxisol) were identified, which are deep to very deep soils, with horizons sequence A-Bw-C. The regional geology is constituted by rocks of the Bauru Group, due to sedimentation, whose basin accumulated a sedimentary sequence predominantly sandy, in semi-arid to arid climate. Geomorphology is characterized by the Province of the Western Plateau, with dominance of wide and smooth hills, characterizing a hilly relief with low slopes. Locally, in the study area, the relief is typically plan to plateaus, slope between 1 and 3%, with variations up to 5%, according to observations of the authors of the present study. As a conclusion, it can be said that the soils of the area, despite good physical conditions, have low natural fertility and high susceptibility to erosion, necessitating good management practices for their use and occupation in a sustainable basis.

Keywords: runoff, planning, land use, sustainability.

INTRODUÇÃO

O cultivo da seringueira no Estado de São Paulo remonta à década de 70, fruto de uma política pública formulada e conduzida pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, com objetivo de propor uma nova alternativa agrícola para os produtores paulistas, em substituição às culturas de menor rendimento ou mesmo à agricultura de subsistência que predominava no meio oeste do Estado (IAC, 1999, citado por PINO et al., 2000, p.7). Assim, os seringais paulistas foram implantados e continuam concentrados no Planalto Ocidental do Estado, principalmente nas regiões administradas pelos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs) de São José do Rio Preto, Barretos, General Salgado, Catanduva, Marília, Tupã e Votuporanga, que totalizam cerca de 67,0% da área plantada.

Considerando este cenário, com destaque para o cultivo da seringueira, também chamada de *heveicultura*, foi proposto um trabalho de pesquisa com o envolvimento de duas Unidades da Embrapa – Embrapa Monitoramento por Satélite e Embrapa Meio Ambiente, com o objetivo de avaliar o impacto ambiental dessa cultura e, conseqüentemente, a sua sustentabilidade, tendo-se como um de seus estudos básicos a caracterização pedogeomorfológica da área.

Deste modo, o propósito deste trabalho foi realizar a caracterização dos compartimentos ambientais – solo, geologia e geomorfologia, sob três tipos de cobertura vegetal, visando oferecer subsídios básicos para as análises e avaliações de possibilidades de uso das terras e seus eventuais impactos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da área

A área de estudo encontra-se localizada a cerca de 3 km do núcleo urbano do município de Planalto-SP, que pertence à Microrregião de São José do Rio Preto e possui extensão de aproximadamente 290,0 Km². Encontra-se a uma altitude média de 450 m, com clima do tipo subtropical úmido, cuja temperatura média anual é de 19,5°C, com máxima em torno de 39°C e mínima de 17°C (IBGE, 2017). A área experimental está delimitada por três pares de coordenadas geográficas, abrangendo três tipos de cobertura vegetal: seringueira, mata e pastagem, conforme a Figura 1.

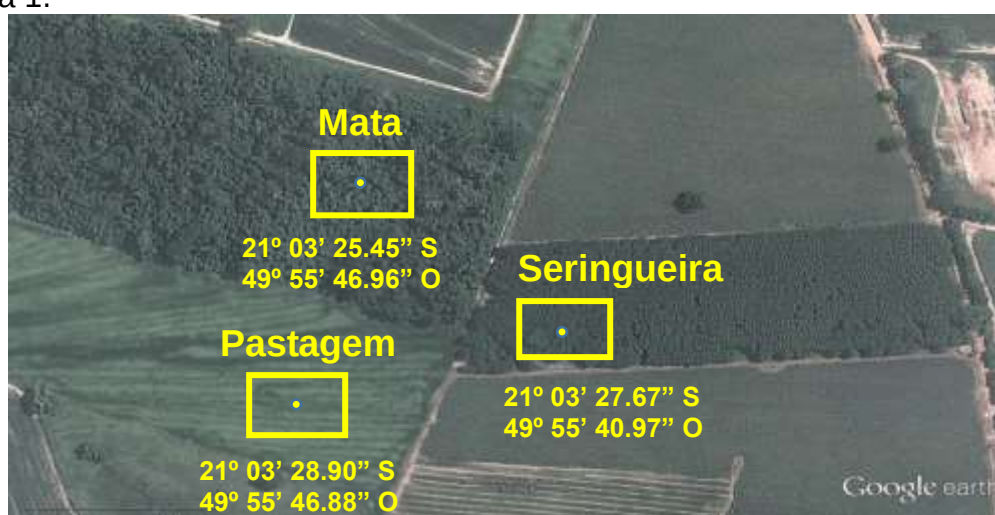


Figura 1. Localização da área experimental estudada.

Métodos de obtenção dos dados

Os dados de solos foram obtidos a partir do mapa pedológico, na Escala 1:70.000, onde se destaca a classe do Latossolo Vermelho, cuja simbologia indica o LV78, em sua legenda expandida (QUARTAROLI, [2015?]).

Visando a complementação dos dados pedológicos, foram realizados trabalhos de campo, que constou de observações “in situ”, abertura de trincheiras com descrição morfológica e coleta de amostras de solos para análises de laboratório. Tais procedimentos foram implementados em três diferentes ambientes, sob as coberturas vegetais de seringueira, pastagem e mata nativa.

Na obtenção das informações sobre a geologia fez-se, inicialmente, uma revisão de literatura de caráter regional e local, recorrendo-se aos trabalhos de Fernandes (2004) e Paula e Silva et al.(2005). Complementarmente, procedeu-se trabalhos de campo, permitindo novas observações e análises “in situ” como formas de melhorias da caracterização da área, sobretudo em âmbito local.

Quanto à geomorfologia da área, esta foi obtida a partir de observações “in situ” de compartimentos e classes de relevo, feições e padrões de drenagem, complementadas por revisão de literatura, tendo como referência estudos realizados por IPT (1981); IBGE (2000) e Martinelli (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solos

Regionalmente, o solo dominante refere-se ao Latossolo Vermelho, conforme mapeamento pedológico do Estado de São Paulo, conforme Oliveira et al., 1999.

Entretanto, com base nos trabalhos de verificação “in situ”, na área experimental, identificou-se a presença do Latossolo Vermelho-Amarelo, Distrófico, A moderado, textura média, relevo plano e suave ondulado, substrato arenito do Grupo Bauru, sob as coberturas vegetais de seringueira, pastagem e mata nativa.

Trata-se de solos profundo a muito profundos, com sequência de horizontes A-Bw-C, com aparência bem individualizada, devido à distinção de cor, principalmente entre os horizontes A e B. São solos porosos, bem acentuadamente drenados, com pequenas diferenças texturais do A para o B, ao longo do perfil.

Do ponto de vista químico, estes solos possuem baixa fertilidade natural, representada por reduzidos teores de bases trocáveis, de micronutrientes e de fósforo disponível e, ainda, pela elevada concentração de alumínio, condições estas que limitam o seu aproveitamento. Em termos físicos, verificou-se que a textura média, com grande participação de areia, os tornam muito suscetíveis à erosão, além da elevada taxa de infiltração, requerendo assim práticas conservacionistas e manejo da água de irrigação adequados.

Geologia

A geologia regional é constituída por rochas do Grupo Bauru. Este Grupo é composto pelas Formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. Inclui ainda os Analcimitos Taiúva, rochas vulcânicas localmente intercaladas na sequência. No lado oriental da bacia, ocorre principalmente em São Paulo, no Triângulo Mineiro (MG) e norte do Paraná. A formação do Grupo Bauru se deu a partir de uma sedimentação, cuja bacia acumulou uma sequência sedimentar predominantemente arenosa, em clima semi-árido a árido, que hoje tem espessura máxima preservada de cerca de 300 m e área de 370.000 km². (FERNANDES, 2004; PAULA e SILVA et al., 2005).

Na área estudada, ocorre a Formação Vale do Rio do Peixe, composta por camadas de espessura submétrica (estruturação tabular típica), de arenitos intercalados com siltitos ou lamitos arenosos. Os arenitos são muito finos a finos, marrom-claro rosado a alaranjado, de seleção moderada a boa. Têm aspecto maciço ou estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte (Fernandes, 2004).

Geomorfologia

A geomorfologia regional se caracteriza pela Província do Planalto Ocidental, com domínio de colinas amplas e suaves, caracterizando um relevo colinoso, com baixas declividades de até 15% (IBGE, 2000; MARTINELLI, 2009).

Nas colinas amplas, há predominância de interflúvios com áreas superiores a 4 Km², topos extensos e aplainados e vertentes com perfis retilíneos e convexos. Nesse contexto, sobressai a drenagem de baixa intensidade, com padrão sub dendrítico, vales abertos, planícies aluviais inferiores restritas e presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes (IPT, 1981).

Localmente, na área de estudo, o relevo é suave a suave ondulado, declividade entre 1 e 3%, em média, com variações até 5%, de acordo com observações dos autores do presente trabalho.

CONCLUSÕES

A partir da caracterização pedogeomorfológica da área, expressada pelos componentes solo, geologia e geomorfologia, conclui-se que:

- O conhecimento dos compartimentos ambientais tem grande relevância, não apenas por permitir a análise geral da área, mas sobretudo pela identificação de suas potencialidades e/ou fragilidades de uso;
- Os solos da área, apesar de profundos a muito profundos e boa porosidade, possuem baixa oferta de nutrientes, elevada taxa de infiltração e alta suscetibilidade à erosão, necessitando de práticas de uso e manejo adequados para uma produção sustentável.

REFERÊNCIAS

FERNANDES, L. A. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), ESCALA 1: 1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 55, p. 53-66, 2004. Editora UFPR.

IBGE. Cidades@: São Paulo - Planalto. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353960>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

IBGE. Atlas Nacional do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE. 2000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 1981.

MARTINELLI, M. Relevo do Estado de São Paulo, *Confins* [Online], 7 | 2009, posto online no dia 09 Novembro 2009, consultado em 18 Abril 2017. URL: <http://confins.revues.org/6168>; DOI: 10.4000/confins.6168.

OLIVEIRA, J. B. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas; IAC, 1999. 112p.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K.; CHANG, M. R. C. Estratigrafia de sub-superfície do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, Volume 35(1): 77-88. 2005.

PINO, F. A. et al. (Org.) Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 1997. 4v. IAC, 1999, citado por PINO et al., 2000, p.7.

QUARTAROLI, C. F. [Mapa pedológico]. In: OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas; IAC, 1999. [Campinas: CNPM, 2015?]. 1 mapa color, 90 x 90 cm, Escala 1:70.000.

3.7 ÍNDICE RADIOMÉTRICO NA AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NO USO DA TERRA EM BONITO, MATO GROSSO DO SUL

Ana Paula Leite – Mestranda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista
E-mail: anapaulinhaleite@gmail.com.

Glaucia Regina Santos – Mestre em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista
E-mail: glauciaflorestal@gmail.com

Renata Teixeira de Almeida Minhoni – Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista
E-mail: renataminhoni@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as modificações temporais de uso da terra em Bonito - MS, principalmente as alterações ocasionadas pelo processo de urbanização. Utilizou-se imagens dos satélites Landsat 5 e 8, capturadas respectivamente em 1995 e 2015, e o uso do índice NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*). O uso do índice NDBI levou a inferir que no decorrer de 20 anos ocorreu a expansão de áreas impermeáveis ou solo exposto, sendo que na região sudoeste houve um incremento espacial urbano. Nas demais regiões estas alterações das respostas espectrais não estão relacionadas apenas ao adensamento urbano, mas também por outros usos do solo que tem sua refletância alterada ao longo do ano. Assim, a aplicação isolada do NDBI mostrou-se insatisfatória para delimitar estritamente as áreas urbanas, já que apresentam as mesmas respostas espectrais das áreas de pastagem, solo compactado e solo para o preparo agrícola. Portanto, estas áreas podem estar superestimadas e, assim, recomenda-se que o estudo seja complementado com a utilização de outros índices de vegetação.

Palavras-chave: Análise temporal. Índice de vegetação. Sensoriamento remoto. Sub-bacia do rio Miranda.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the temporal changes in land use at Bonito - MS, mainly the changes caused by the urbanization process. Images of the Landsat 5 and 8 satellites captured in 1995 and 2015, and the NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*) were used. The NDBI led to imply that in the course of 20 years there was expansion of impermeable areas or exposed soil, being that in the southwestern region there was an urban spatial increase. In the other regions, these changes in spectral responses are not related only to urban densities, since due to the characteristics of the study site the result may have been influenced by other uses of the soil, which has its reflectance altered throughout the year. Thus, the application of NDBI alone was unsatisfactory to strictly delimit urban areas, since they present the same spectral responses of pasture, compacted soil and soil for agricultural preparation. Therefore, these areas may be overestimated and, therefore, it is recommended that the study be complemented with the use of other vegetation indexes.

Key-words: Temporal analysis. Index of vegetation. Remote sensing. Sub-basin of the river Miranda.

INTRODUÇÃO

O estudo multitemporal dos ambientes auxilia na compreensão em relação às alterações de uso da terra, que é produto da dinâmica da sociedade

(FLORENZANO, 2005). Essa dinâmica ocorre em tempos e formas diferenciados e é responsável por produzir as funções das cidades, de acordo com as atividades que predominam, assim ter-se-á produção de cidades turísticas, industriais, entre outras (NEVES et al., 2014).

O município de Bonito - MS caracteriza-se por ter a economia pautada na agropecuária e, recentemente, no setor de serviços, sendo as atividades ligadas ao turismo as que mais contribuíram para o processo de urbanização (PICHARILLO; OGASHAWARA, 2015). Em 2010 a população urbana passou a representar 83% da população total, evidenciando o adensamento urbano (IBGE, 2010).

A atividade turística é pautada nas paisagens naturais da região, pois o município está localizado sob a Bacia Hidrográfica do rio Paraguai e sub-bacia do rio Miranda. Esta região está assentada em um terreno que possui a formação geológica rica em calcário, responsável por tornar os rios cristalinos e pela formação de cavernas e barragens naturais (LOMBA, 2013).

Assim, surge a necessidade de analisar as alterações no uso da terra, a fim de averiguar se a cidade mantém suas funções características ou se as mudanças no uso do solo evidenciam perspectivas para novas funcionalidades e possíveis impactos ambientais ao local de estudo.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto é uma maneira de se obter informações sobre a superfície terrestre por meio de satélites que estão em órbita na Terra (SILVA et al., 2014). Além disso, fornecem dados e informações satisfatórias, com baixo custo, para uma análise ambiental, auxiliando no planejamento e na gestão territorial (CARDOSO; AMORIM, 2014).

Desse modo, o trabalho objetivou avaliar as modificações temporais e espaciais em Bonito - MS, principalmente as alterações ocasionadas pelo processo de urbanização, por meio de imagens dos satélites, técnicas de sensoriamento remoto e índice de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Bonito está localizado aproximadamente nas coordenadas 21° 26' S e 56° 52' O a 20° 29' S e 56° 05' O (Figura 1). Situado na Serra da Bodoquena, o município possui clima tropical, localiza-se no bioma Cerrado, com uma área de aproximada de 4.934 km², altitude de 315 metros e uma população estimada de 19.587 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 1- Localização do município de Bonito - MS.



No estudo foram utilizadas imagens referentes a órbita 226, ponto 74 e 75, adquiridas no período de maio e junho de 1995 e julho de 2015, respectivamente do Sensor Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat-5 e do sensor *Operational Land Imager* (OLI) do satélite Landsat 8. As imagens foram obtidas no *site* do USGS - *United States Geological Survey* (2016) e o processamento das mesmas foi realizado usando o *software* QGIS 2.12, onde inicialmente realizou-se a correção atmosférica e, posteriormente, foi efetuada a calibração radiométrica. Por fim, realizou-se a reprojeção das imagens de acordo com o hemisfério de estudo, no sistema de coordenadas Sirgas 2000.

Para verificar as alterações espaciais em relação ao uso de solo, utilizou-se o NDBI, que foi desenvolvido por Zha (Silva et al., 2014). De acordo com Deus et al. (2015) o NDBI é um índice radiométrico onde os alvos principais são as áreas impermeabilizadas e para obter a resposta espectral dessas áreas efetua-se o cálculo a partir dos números digitais das bandas do infravermelho próximo e infravermelho médio, resultando, assim, em uma imagem onde os pixels de áreas impermeabilizadas possuem valores positivos (JENSEN, 2009). A escala do NDBI varia entre -1 a 1, onde valores abaixo de zero indicam superfícies com cobertura vegetal e acima de zero representam superfícies urbanizadas e/ou impermeabilizadas (SILVA et al., 2014). Na Equação 1 pode-se visualizar a fórmula do NDBI:

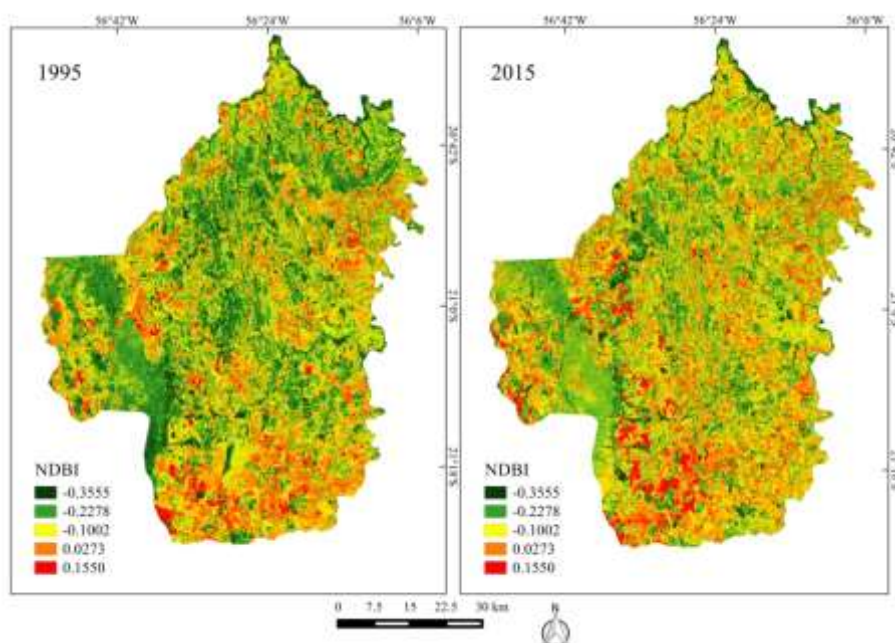
$$NDBI = \frac{NIR - MidIR}{NIR + MidIR} \quad (1)$$

Sendo que NIR corresponde a banda que ressalta a reflectância do infravermelho próximo e MidIR a banda do infravermelho médio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas gerados, após o processamento das imagens, para os anos de 1995 e 2015 são apresentados na Figura 2. A partir de uma análise visual dos mapas foi possível distinguir as áreas vegetativas das áreas impermeáveis.

Figura 2 - NDBI para os anos de 1995 e 2015.



Na Figura 2 os valores abaixo de zero, identificados pela tonalidade verde escuro, representam uma cobertura vegetal densa, e os tons verde claro e amarelo representam uma vegetação esparsa. Já os valores acima de zero, representados pelas cores laranja e vermelho, indicam áreas impermeáveis ou solo exposto.

Uma análise visual permite constatar a ocorrência de alterações no uso da terra no período analisado, que coincide com o estudo realizado por Picharillo e Ogashawara (2015), que apontam a expansão das atividades turísticas, o que contribuiu com a instalação de infraestruturas urbanas e retração das áreas destinadas à agropecuária.

Portanto, a aplicação do índice NDBI no decorrer de 20 anos, indicou a expansão de áreas impermeáveis ou solo exposto, sendo que na região sudoeste houve um incremento espacial urbano. Nas demais regiões as alterações das respostas espectrais não estão relacionadas, estritamente, ao adensamento urbano. Devido às características do local de estudo, o resultado pode ter sido influenciado por outros usos do solo que tem sua refletância alterada ao longo do ano (PINHEIRO; LARANJEIRA, 2013). Em uma análise que abrange grandes porções de áreas rurais como esta, o NDBI apresenta as mesmas respostas espectrais para a zona urbana e para algumas áreas agrícolas, onde o solo se torna impermeável. Cardoso e Amorim (2014) apontam que isso ocorre para culturas agrícolas sazonais, áreas de pastagens, solo descoberto tanto em preparo para o cultivo como no início do desenvolvimento vegetativo, o que justifica os tons vermelhos, que correspondem a valores próximos a 1, espalhados ao longo da área rural.

CONCLUSÕES

A aplicação isolada do NDBI mostrou-se insatisfatória para delimitar estritamente as áreas urbanas, uma vez que apresentam as mesmas respostas espectrais das áreas de pastagem, solo compactado e solo para o preparo agrícola. Portanto, estas áreas podem estar superestimadas e, assim, recomenda-se que o estudo seja complementado com a utilização de outros índices de vegetação.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, R. S.; AMORIM, M. C. C. T. Avaliação dos índices NDVI, NDBI e NDWI como ferramentas ao mapeamento do uso e cobertura da terra. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Geógrafos**, 2014.

DEUS, R. A. S. G.; RAMOS, R. P. S.; COSTA, S. O. S.; GOMES, D. D. M. Análise Multitemporal da Expansão Urbana do Município de Garanhuns - PE, Através do Sensoriamento Remoto. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1535-1544, mai./ago. 2015.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na Geografia Aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 24-29. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**.

Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=500220&search=mato-grosso-do-sul|bonito|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

_____. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <
<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50&dados=0>> Acesso em: 14
abr. 2017.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São Jose dos Campos: Parêntese, 2009.

LOMBA, G. K. **Revelando o invisível: o mundo do trabalho na atividade turística em Bonito-MS**. Dourados: Ed. UFGD, 2013.

NEVES, L. M.; SILVA, D. Q.; LUCENA, A. J.; SOUSA, G. M.; PERES, L. F. Mudanças na cobertura da terra e em parâmetros ambientais no município de Seropédica/RJ entre 1980 e 2010 a partir do uso do sensoriamento remoto. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 2015, INPE.

PICHARILLO, C.; OGASHAWARA, I. Análise Multitemporal da Expansão Turística e os seus Reflexos nas Mudanças da Cobertura do Solo do Município de Bonito - MS, Brasil. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 47-59, maio/ago. 2015.

PINHEIRO, C.; LARANJEIRA, M. Análise do ambiente térmico e das condições de ventilação para a definição das funções climáticas na área urbana de Guimarães. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 4, p. 249-272, dez. 2013.

SILVA, F. M.; COSTA JUNIOR, N. P.; LIMA, Z. M. C. Avaliação microclimática de Natal/RN através de técnicas de sensoriamento remoto: uma contribuição aos estudos do clima urbano. **Sociedade e Território**, Natal, v. 26, n. 2, p. 163 - 180, jul./dez. 2014.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. **Earth Explorer**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

3.8 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE ÁREA PRESERVADA NO ÂMBITO DE UMA MICROBACIA DE CABO FRIO RJ

Nilton Euripedes de Deus Filho, Ministério Público da União, Brasília/DF, Brasil, niltonfilho@mpf.mp.br
Carlos André Bulhões Mendes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil,
mendes@iph.ufrgs.br

Cristiane Martins de Sousa Nava Castro, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil, cris_navacastro@hotmail.com

Maria Alcione Silva, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil,
mariaalcione.geo@gmail.com

Lais Fernandes de Moraes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil,
laisfmoraes@gmail.com

Alberto Farias Pinheiro, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil,
alfapinheiro@hotmail.com

RESUMO

O loteamento de Ogiva na Microbacia Margem Norte do Canal do Itajuru, em Cabo Frio/RJ, destaca-se por ainda ser uma área verde em meio a expansão urbana. Localizado as margens do Canal do Itajuru, esse loteamento se insere em região de expansão de marinas, zonas urbanas e que apresenta ainda deficiências para absorver toda a demanda de saneamento da região e apresenta um histórico de desastres naturais hidrológicos. Como atenuante de tais problemáticas, uma área verde desocupada por um litígio no processo de licenciamento ambiental, apresentou-se como forma de medida preventiva e mitigadora em relação ao trato daquelas problemáticas. Assim, buscou-se mensurar o desenvolvimento da vegetação de mangue e apresentar a importância ecológica dessa área preservada no âmbito de uma Microbacia de Cabo Frio/RJ, a qual se encontra densamente ocupada. Por meio de vistorias semestrais e acompanhamento do desenvolvimento dos ecossistemas da área verde com *software* Arcgis, o seguinte trabalho apresentou resultados significantes para demonstrar a importância ecológica dessa área. Dentre eles, o aumento das porções da vegetação manguezal, e da quantidade e diversidade de espécies, sobretudo de aves costeiras e dependentes de áreas úmidas. Resultados que garantem essa área como fundamental para não só atenuar os desastres naturais hidrológicos locais e diminuir os impactos da carência de saneamento, como também propiciam um abrigo para boa parte das espécies costeiras da região.

Palavras-chave: Área verde. Manguezal. Restinga. microbacia do canal do itajuru.

ABSTRACT

The allotment of Ogiva in the Northern Margin Microbasin of the Itajuru Channel, in Cabo Frio / RJ, stands out for still being a green area in the midst of urban expansion. Located on the banks of the Itajuru Channel, this subdivision is located in a region of expansion of marinas, urban areas and still has deficiencies to absorb all the demand for sanitation in the region and presents a history of natural hydrological disasters. As an attenuation of such problems, a green area unoccupied by a litigation in the environmental licensing process, was presented as a preventive and mitigating measure in relation to the treatment of those problems. Thus, it was sought to quantify the development and to present the ecological importance of this preserved area within the scope of a microfine of Cabo Frio / RJ, which is densely occupied. Through semiannual surveys and monitoring the development of the ecosystems of the green area with Arcgis software, the following work presented

significant results to demonstrate the ecological importance of this area. Among them, the increase of the mangrove vegetation, and the quantity and diversity of species, especially of coastal birds and dependent on wetlands. Results that guarantee this area as fundamental to not only attenuate the local hydrological natural disasters and reduce the impacts of the lack of sanitation, but also provide a shelter for many coastal species in the region.

Keywords: Green area. Mangrove. Restinga. Microbasin of the Itajuru Canal.

INTRODUÇÃO

A Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, sobretudo no município de Cabo Frio integra um dos Centros de Diversidade Vegetal (CDV) do Brasil, oficialmente reconhecidos pela WWF/IUCN, o que demonstra as especificidades e a importância de preservação das áreas verdes existentes na região (Araujo, 1997). Por outro lado, a crescente expansão urbana e a ocupação de espaços verdes nesse município estão comprometendo a manutenção das condições socioambientais (Bidegain & Bizerril, 2002).

Nesse sentido, o loteamento de Ogiva na Microbacia Margem Norte do Canal do Itajuru destaca-se por ainda ser uma área verde em meio a expansão urbana. Localizado as margens do Canal do Itajuru, esse loteamento se insere em região de expansão de marinas, zonas urbanas e que apresenta ainda deficiências para absorver toda a demanda de saneamento da região (Moura, 2011). Ademais, a região também apresenta histórico de ocorrências de desastres naturais hidrológicos como, alagamentos e inundações, os quais são relacionados diretamente a ocupação de áreas verdes, e são recorrentes e agravados em ocupações próximas a ambientes fluviais e costeiros como exemplifica Tucci (2007).

Frente a essas problemáticas uma área verde referente à Marina Cabo Frio, objeto de Inquérito do Ministério Público Federal, encontra-se sobre litígio por falhas no licenciamento ambiental. Tal área desocupada desde 2008, foi colonizada por espécies de manguezal e de restinga, assim como preservou áreas úmidas com características propícias para o abrigo de diversas aves costeiras. Assim, buscou-se mensurar a restauração ambiental e destacar a importância ecológica dessa área preservada no âmbito de uma Microbacia de Cabo Frio/RJ, a qual se encontra densamente ocupada e com previsão de expansão urbana direcionada a área em questão.

MATERIAL E MÉTODO

Para a presente análise foram realizadas vistorias pontuais no âmbito do Inquérito Civil do Ministério Público Federal, tendo início em 2015 e se encerrando em 2017 (FIG. 1). Complementarmente, acompanhou-se o processo de revegetação natural na área da Marina Cabo Frio pelo processo de licenciamento ambiental no âmbito do órgão licenciador. Além do acompanhamento periódico para verificar o desenvolvimento dos manguezais, foi realizado o monitoramento deste processo por meio de geoprocessamento com o *software* Arcgis.



Figura 1 – Representação da área verde vistoriada e de seu croqui no âmbito do processo de licenciamento.

Fonte: autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento sobre o desenvolvimento da área em questão de 2008 até o presente está quase todo alicerçado no âmbito do licenciamento ambiental para construção da Marina Cabo Frio. Nesse sentido, foi identificada como uma área já degradada e com pouca vegetação⁵, onde foram identificadas somente porções de manguezal, que não ultrapassavam 2 m de altura. Tais porções não foram caracterizadas como manguezais desenvolvidos⁶.

A partir das primeiras vistorias em 2015, observou-se que a área apresentava tanto espécies características da vegetação de restinga como *Sesuvium portulacastrum* e *Salicornia fruticosa*, quanto da vegetação de manguezal de mangue branco (*Laguncularia racemosa*). Sobre o estado de desenvolvimento dos manguezais, a partir de 2015 as primeiras vistorias identificaram indivíduos com mais de 2 metros de altura, com um aumento de mais de 1200m² das porções de manguezal. Sendo o ecossistema manguezal predominante na área da Marina Cabo Frio, ocupando mais de 50% dessa área.

Nesse caso, o ecossistema assume importante relevância ecológica, tanto por ser um abrigo para diferentes espécies da fauna, como um berçário natural para inúmeras outras, em meio a uma área amplamente antropizada.

Em consonância com essas observações, a Convenção de Ramsar chama a atenção para a importância das áreas úmidas, tais como as observadas na área em questão, e as colocam em um patamar de prioridade para a conservação da biodiversidade e redução dos riscos de desastres naturais hidrológicos.

Outrossim, como será apresentado no tópico referente aos desastres naturais, o local em questão também é uma área de recarga dos recursos hídricos subterrâneos, a qual tem importância estratégica não só para a manutenção de ecossistemas, como para o abastecimento público.

Ressalta-se que o Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio foi um dos CVDs indicados pela comunidade científica e contemplados pelo IUCN/Smithsonian Institution por sua grande diversidade de espécies. Nesse caso, o objetivo da indicação destes Centros foi chamar atenção para os pontos do globo terrestre com alta diversidade vegetal, e ao mesmo tempo seriamente ameaçadas, com o intuito de preservar áreas com o maior número de espécies possível. Do mesmo modo, a região de Cabo Frio é elencada entre as “Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira” ou “Áreas Prioritárias para a Biodiversidade”, e indicada nas classes de importância biológica e prioridade de ação como “extremamente alta” (MMA/Portaria N° 9 de 23/01/2007). Tais indicações destacam a importância da área verde aqui analisada.

Dentre as aves observadas na área ao longo das vistorias, podem ser destacadas as espécies de aves costeiras como Pernilongo-de-costas-brancas (*Himantopus melanurus*), Colhereiro (*Platalea ajaja*), garças, maçaricos e gaivotas, todas aves dependentes de ambientes úmidos e costeiros. O aumento da presença de espécies, foi identificado tanto ao longo das vistorias, como também atestado por moradores locais.

No que se refere as condições de saneamento da Microbacia Margem Norte do Canal do Itajuru, existem instalações para o lançamento de esgoto em estação da Pró-Lagos em operação, canais de drenagem em direção a área da vistoria e descarte de resíduos sólidos no entorno e na área interna da Marina Cabo Frio. Ademais, deve-se ressaltar que no caso do estuário do Canal do Itajuru esse recebe grande parte dos resíduos e efluentes dos loteamentos e construções da Lagoa de Araruama e entorno, como se observou durante as vistorias externas à Marina Cabo Frio (Bidegain & Bizerril, 2002). Nesse caso, a área vistoriada como um todo é uma área de recarga, a qual tem a função de um “filtro” natural, potencializado pela presença predominante do manguezal, o qual como demonstrado por Fortunato (2009) e Ramos (2007) consegue adsorver boa parte dos metais pesados disponíveis nas águas, além do mangue ser um bom indicador de poluição hídrica. De forma semelhante, a restinga (fixadora ou não de dunas) contribui ainda para manter o substrato permeável, permitindo que a água das chuvas alimente o lençol freático, cujo nível, por sua vez, garante o fornecimento de água potável e a manutenção do nível dos corpos d’água (Nordstrom, 2010).

Diante da permissividade das ocupações nas margens do Canal do Itajuru é válido ressaltar que a ocupação em Áreas de Preservação Permanente aumenta também a vulnerabilidade destas ocupações aos desastres naturais, tais como as enchentes e inundações urbanas⁷. Essas são recorrentes e agravadas em ocupações próximas a ambientes fluviais e costeiros como exemplifica Tucci (2007). No caso do Canal do Itajuru e suas adjacências, podem ocorrer inundações e enchentes localizadas que podem atingir as ocupações localizadas nas margens ou áreas alagáveis. Desse modo, futuros transtornos socioeconômicos podem ser evitados, já que na ocorrência de desastres naturais são desencadeadas uma série de medidas de respostas (reconstrução, relocação, emergenciais, entre outras) com ônus público.

Complementarmente, também existe o risco da ocorrência de alagamentos, o qual diferentemente dos outros dois desastres hidrológicos citados (inundações e enchentes) é relacionado a um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem. Nesse caso, os

alagamentos podem ser agravados com a diminuição das áreas de drenagem, que no caso seria toda a área verde em questão.

CONCLUSÕES

A área da Marina Cabo Frio possui relevante interesse ecológico, tanto pela colonização da vegetação manguezal, quanto pela presença em quantidade e diversidade de outros ecossistemas e espécies, sobretudo de aves costeiras e dependentes de áreas úmidas. Do mesmo modo, a área verde é por si só no contexto da Microbacia Margem Norte do Canal do Itajuru um fator mitigador de alguns desastres naturais hidrológicos, assim como uma bacia de recarga e de manutenção dos recursos hídricos subterrâneos. Tal interesse ecológico e relevância ambiental da área pode ser aproveitado para fins de conservação no âmbito do próprio processo de litígio em questão, ademais, a própria manutenção das funções ecológicas dos ecossistemas da área garantem uma segurança ao meio socioambiental local e regional.

Assim, ações que possam garantir a preservação da área e o aproveitamento de suas funções ecológicas são benéficas tanto no contexto local quanto regional, e podem ser mais efetivas e econômicas do que arcar com os prejuízos decorrentes de sua ocupação.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, D. S. D. The Cabo Frio Region. In: Davis, S. D.; Heywood, V. H.; HerreraMacBryde, O.; Villa-Lobos, J. & Hamilton, A. C. (eds.). Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. WWF/IUCN, Oxford. 1997.

FORTUNATO, J. M. Comportamento dos Íons Chumbo, Cobre, Níquel e Zinco em Área de Manguezal Associado ao Antigo Lixão no Município de Santos – SP. Dissertação de Mestrado IGC/USP. São Paulo: USP, 2009. 64p.

MOURA, R.P. E o mar vai virar aterro antropologia, direito e conflito nas disputas por espaços num bairro do interior fluminense. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA DO DIREITO, 2, 2011, São Paulo. São Paulo: Ed USP. 2011. n. 4, 15 p.

NORDSTROM, K.F. Recuperação de Praias e Dunas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 352p.

RAMOS, M. G. M.; GERALDO, L. P. Avaliação das espécies de plantas *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* como bioindicadoras de poluição por metais pesados em ambientes de mangues. Revista Eng. Sanit. Ambient. vol.12 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2007. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000400011>. Acesso em: 21 mar. 2017.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2007. 389p.

BIDEGAIN, P. S. P. & BIZERRIL, C. R. S. F. Lagoa de Araruama – perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo. Rio de Janeiro: SEMADS/GTZ, 2002. 160p.

3.9 POTENCIAL DE RENATURALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS EM CAJAMAR SP

Bianca Alves de Góes¹, Elaine Aparecida Rodrigues², Edgar Fernando Luca²

¹ Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/IF, Centro Universitário Padre Anchieta, e-mail: bianca.agoes@live.com; ² Orientador, pesquisador científica do Instituto Florestal.

RESUMO

A pesquisa objetivou avaliar o potencial de renaturalização de um rio urbano e uma nascente afluente, no distrito de Jordanésia. Foram realizados levantamentos bibliográficos sobre Cajamar e renaturalização de rios urbanos, entrevistas em profundidade com moradores antigos da área, reconhecimento de campo, levantamento da vegetação ciliar. Verificou-se que: 1) os moradores relataram que até o início da década de 1990, o ribeirão e a nascente eram cristalinos; com possibilidade de uso humano e recreação; a vegetação ciliar era preservada e ocorriam diversas espécies de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes; 2) a partir de então, houve um processo de urbanização acelerado no distrito; 3) como consequência, tanto o ribeirão quanto seu afluente encontram-se contaminados por esgoto, degradados pela erosão, sedimentação das margens, redução de espécies arbóreas e resíduos sólidos nas margens; 4) apesar do intenso processo de alteração ocorrido, a mata ciliar apresenta importante vegetação, com mais de 30 espécies arbóreas; 5) os entrevistados demonstram apreço pelos cursos d'água do bairro, relatando que gostariam que os mesmos fossem recuperados. Embora a canalização de rios urbanos seja uma medida usualmente aceita, concluiu-se que o mais apropriado seja a renaturalização, proporcionando melhorias para a população local e benefícios em escala local, regional e global.

Palavras chave: Recursos hídricos; mata ciliar; revitalização.

ABSTRACT

The research aimed the analysis of the environmental conditions, potential and anthropological damages of the stream of the crystals and tributary tributaries, aiming at a proposal of less intervention to recover the area. Bibliographical surveys were carried out on Cajamar and renaturalization of urban rivers, in - depth interviews with ancient residents of the area, field recognition, survey of riparian vegetation and environmental impacts. We have found: 1) the inhabitants reported that approximately until 1990, the creek and the spring were crystalline; with use for human consumption and recreation; there was much vegetation in the area and several species of mammals, birds, reptiles, amphibians and fish; 2) around 1990 there was an accelerated urbanization process in the district of jordanésia that currently has about 27,000 inhabitants; 3) as a consequence, both the creek and its tributary are contaminated by sewage, degraded by erosion, sedimentation of the margins, reduction of tree species and solid waste on the banks; 4) despite the intense alteration process, the app area has important vegetation, with more than 30 species; 5) the interviewees show appreciation for the rivers of the neighborhood reporting that they would like them to be recovered. Although canalisation of urban rivers is a commonly accepted measure, it is concluded that, in the area of study, the most appropriate would be the renaturation of the river, due to improvements to the local population and benefits at local, regional and global scale.

Keywords: Water resources; krill ciliary; revitalization.

INTRODUÇÃO

O município de Cajamar surgiu em 1938, localizado em uma região montanhosa cortada pelo rio Juqueri (Fundação Seade, 2016). Cajamar integra a sub-região norte da Região Metropolitana de São Paulo (EMPLASA, 2017), destacando-se por apresentar uma povoação nucleada em 3 distritos: Cajamar (centro), Jordanésia e Polvilho. A Rodovia Anhanguera constitui um importante fator de povoamento do Município, bem como de ligação entre os núcleos (IBGE Cidades, 2017).

O rio Juqueri é o principal coletor da rede de drenagem do município, e configura-se como limite natural entre os municípios de Cajamar e Santana do Parnaíba. Seus afluentes são os tributários ribeirão dos Cristais e ribeirão das Lavras, este último, atravessando a sede municipal (VIADANA, 1990). Embora considerado município novo e com significativos remanescentes florestais, o desenvolvimento urbano de Cajamar se deu de forma rápida. Essa urbanização acelerada e sem planejamento adequado, prejudicou a funcionalidade da paisagem, os recursos hídricos, as nascentes e a fauna que ocorria em lugares não urbanizados, comprometendo, notadamente, os corpos d'água que cortam o tecido urbanizado do Município.

A questão da preservação e revitalização de rios e córregos em áreas urbanas está diretamente associada à crise hídrica vivenciada na Região Metropolitana de São Paulo entre 2014 e 2015, com reflexos graves para a saúde humana, a qualidade de vida e a economia. Diante da problemática, foi selecionado como objeto de estudo um trecho do Ribeirão dos Cristais e sua nascente. O local de estudo é bastante urbanizado e alterado pelas atividades humanas, sendo os referidos corpos d'água pressionados por instalações de empresas, domicílios, e equipamentos públicos.

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial de renaturalização de trecho do Ribeirão dos Cristais e de nascente contribuinte, por meio da análise dos componentes da paisagem e do histórico de uso de suas águas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

A área objeto de estudo localiza-se no distrito de Jordanésia, no município de Cajamar-SP. Trata-se de trecho do Córrego Ribeirão dos Cristais e de nascente afluente, localizados no bairro de Santa Terezinha, a partir da Estação de Tratamento da SABESP (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Google Earth

O levantamento de informações foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, a partir do Google Acadêmico utilizando os descritores "Cajamar"; "Jordanésia", "Ribeirão dos Cristais", "renaturalização de rios", "renaturalização de córregos". Os documentos foram selecionados quando verificada correspondência dos mesmos com o tema de pesquisa.

Foi realizado reconhecimento da área, com registros fotográficos e anotações das características do local e do entorno da área

Foi feita identificação botânica *in loco* e coleta de material arbóreo para identificação junto ao Herbário Dom Bento Pickel, do Instituto florestal. O trabalho de campo para identificação das espécies arbóreas foi realizado com apoio de alunos de iniciação científica júnior do Instituto Florestal, em projeto de popularização da ciência.

Foram aplicada entrevista em profundidade com moradores antigos do bairro, visando coleta de informações históricas sobre o processo de ocupação do território. Os dados levantados foram sistematizados, analisados e correlacionados entre si para compreensão do problema de estudo em sua totalidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma análise do contexto dos rios em espaços urbanos para Belo Horizonte, Minas Gerais, Oliveira (2011) observa que os corpos hídricos do município se encontram poluídos por esgotos e resíduos sólidos. Em geral, nestes casos a população do local reivindica a canalização desses rios. Embora esta proposta de intervenção possa resolver alguns problemas decorrentes da falta de saneamento, como a exposição da poluição, doenças, maus odores e insalubridade, o autor destaca que as mesmas suprimem condições naturais dos mananciais e transferem as inundações de um lugar para outro.

Quando se trata de intervenções em rios urbanos, ao se pensar em sistemas convencionais ou implantação de modelos alternativos, deve-se levar em consideração questões como mecânicas de circulação de água e um plano de saneamento que respeite a integridade ambiental (OLIVEIRA, 2011). Neste sentido, as "canalizações" poderiam ser substituídas pela valorização da presença da água, de áreas arborizadas e ambientes preservados na cidade, com alternativas de menor interferência sobre o sistema natural de drenagem visando a manutenção da funcionalidade da paisagem.

A preservação das várzeas oferece vantagens consideráveis, como contenção das inundações e preservação dos ecossistemas naturais, fatores estes relevantes para a área de estudo, visto que a mesma se caracteriza como área de alagamento, de acordo com o mapa de risco da Defesa Civil de Cajamar. Esta abordagem inclui outras medidas, como retenção de águas em determinados trechos, eliminação das ocorrências de inundações, desassoreamento, contenção de margens e aumento da infiltração.

No caso da renaturalização de rios urbanos, tem-se tanto a orientação destinada à recuperação das obras que envolvem modificações físicas no ambiente como, por exemplo, reconstrução dos canais fluviais, como a esfera política abordando conflitos e decisões que podem alterar o plano de revitalização do rio. Essas diretrizes podem ser usadas para a revitalização de rios e córregos como um meio de incluir a sociedade nas questões ambientais, para o bem comum (ESPINDOLA; MENDIONDO, 2005).

Em análise à área objeto de estudo, verificou-se que tanto o Ribeirão dos

Cristais como seu afluente sofrem diferentes processos de degradação ao longo do percurso estudado, incluindo despejo de efluentes de esgotamento sem tratamento, lançamento de resíduos sólidos de diversos tipos (latas de alumínio, garrafas plásticas, jornais, restos de construção, móveis, folhetos, resíduos sólidos e orgânicos pedaços de madeira, etc), assoreamento de seu leito, uso e ocupação das margens, entre outros.

Todavia, consoante entrevistas em profundidade realizadas com moradores antigos do bairro, no período compreendido entre 30 e 50 anos atrás, o Ribeirão era limpo, com águas utilizadas para lazer, onde crianças e adultos nadavam e pescavam. As entrevistas relatam que a água era utilizada para atividades domésticas, lavar roupa e para dessedentação de animais. Em suas margens havia vasta vegetação e animais nativos nas imediações. A ocupação desordenada do espaço no entorno imediato dos corpos d'água e o lançamento de esgoto foram fatores de degradação e de comprometimento destes espaços.

Com os trabalhos de levantamento de espécies de vegetação e flora na área de estudo, foram encontradas: a *Ricinus communis* (mamona, com e sem fruto), *Dypsis lutescens* (areca-bambu), *Chorisi aspeciosa* (paineira com e sem fruto), *Caesalpinia pluviosa* (Sibipiruna), *Pinus* ssp (pinheiro com fruto e sem fruto), *Tabebuia chrysotricha* (ipê amarelo), *Duranta erecta aurea* (pingo de ouro), *Morus nigra* (amora), *Cedrela fissilis* (cedro), *Citrus limonum* (limoeiro), *Tabebuia impetiginosa* (ipê roxo), *Mangifera indica* (mangueira), *Salix x pendulina* (salgueiro-chorão), *Schinus terebinthifolia* (aroeira pimenteira), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Bauhinia variegata* (bauhinia ou pata-de-vaca), *Coffea* sp. (café), *Licuala grandis* (palmeira leque), *Ficus benjamina* (ficus), *Bambusa oldhamii* (bambu), *Caesalpinia echinata* (pau-brasil), *Tipuana tipu* (tipuana), *Spathodea campanulata* (espatódea), *Schinus molle* L (aroeira-mansa), *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray (girassol-mexicano), *Vernonanthura condensata* (Baker) H. Rob (malva-branca), *Vernonanthura phophorica* (Vell.) H. Rob (assa-peixe, cambará), *Handroanthus vellosi* (Toledo) Mattos (ipê-amarelo), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacarandá-mimoso). Dentre outras como *Alchornea sidifolia* Müll Arg (tapiá-guaçu), *Croton floribundus* Spreng (capixingui), *Persea americana* Mill (abacateiro), *Cedrela fissilis* Vell (cedro-rosa), *Ficus guaranitica* Chodat ex Chodat & Vischer (figueira), *Ligustrum lucidum* Ait (alfeneiro-do-japão), *Piper umbellatum* L (pariparoba), *Casearia sylvestris* SW (guaçatonga), *Trema micrantha* (L.) Blume (pau-pólvora), *Citharexylum myrianthum* Cham (pau-viola), *Vitaceae*; *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E Jarvis (aniltrepador).

A partir das espécies identificadas, destaca-se o potencial de regeneração da área de estudo, considerando o enriquecimento com outras espécies nativas da região, adequadas às características de solo e umidade, bem como que pudessem agregar valores estéticos e paisagísticos.

A revitalização do ribeirão abrange o tratamento da água do curso hídrico, retirada de encanamentos de esgotos residenciais para uma ETE e enriquecimento em suas margens, considerando as funcionalidades que se deseja obter em cada trecho do rio a ser renaturalizado. Junto a tais medidas, faz-se necessária a educação ambiental dos moradores da região, visando prevenir caça e degradação do ambiente, notadamente pelo lançamento de esgotos e descarte de lixo.

Ademais de outros serviços ecossistêmicos relacionados à funcionalidade da paisagem, a revitalização do curso d'água proporcionaria à população um local adequado para recreação, contemplação e outros serviços culturais inerentes à renaturalização deste espaço.

CONCLUSÕES

Os dados analisados permitem concluir que a renaturalização do Córrego Ribeirão dos Cristais, em trecho localizado no Distrito de Jordanésia, é a medida de intervenção mais adequada para este córrego urbano, quer pela percepção da população residente em relação aos serviços ecossistêmicos que eram prestados pelo corpo d'água em cerca de três décadas atrás, quer pelo potencial de regeneração natural da área de estudo..

Os benefícios da renaturalização do recurso hídrico podem ocorrer em escalas distintas, como: (I) escala local: recreação, pela possibilidade de usar uma área verde e limpa como espaço de lazer; controle de microclima, devido à vegetação local; controle de inundações, devido ao aumento da capacidade de infiltração e escoamento das águas de chuvas intensas; (II) escala regional: maior capacidade de armazenamento de água, resultando em maior disponibilidade de água em períodos de seca; aumento da biodiversidade, revegetação e a limpeza das águas contribuem para o ressurgimento da fauna, devido a maior oferta de abrigo e alimentos aos animais; (III) escala global: diminuição do efeito estufa, pela absorção e fixação de carbono pelo crescimento das árvores em processo de revegetação das margens do curso d'água.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos botânicos João Batista Baitello e Osny Tadeu de Aguiar pela identificação das amostradas coletadas, a Adriana M. Quaini e a Paula Mielk por todo o apoio e incentivo dedicado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. R. F. Q. **Contributo da ética para um uso sustentável dos recursos hídricos, Monografia**, 2011.
- BASSANI, Rodolfo. SILVA, Rodolfo Dias e SILVA, Rodrigo. **Concentração territorial dos lugares, um breve estudo dos municípios ao longo da rodovia**, 2014.
- CAJAMAR. **Mapa de risco, projeção 2017**. Inclusão das áreas de risco IPT – Relatório 90.918-205 de 2006 e atualização de áreas de risco. Divisão Técnica da Defesa Civil, Cajamar - SP, 2016.
- ESPINDOLA, Evaldo Barbosa Domingos; MEDIONDO Eduardo Mario. **Diretrizes ecológicas em protestos de recuperação de rios urbanos tropicais: Estudos de caso no rio Tijuco Preto**. São Carlos SP, Brasil, 2005.
- MORETTI. **Ricardo de Souza. Recuperação de cursos d'água e terrenos de fundo de vale urbano: a necessidade**, 2007.
- OLIVEIRA. P. Renato. **Revitalização de bacias hidrográficas: a experiência de Belo Horizonte**, 2011.
- ORLANDO, Ricardo Silveira, KERBAUY, Maria Teresa Miceli. **Ecologia e gestão participativa do território: as Áreas de Proteção Ambiental enquanto instrumento d e política ambiental**, 2012.
- ROMERO, Carolina Marques. **Riscos e qualidade ambiental urbana no caso de Cajamar**, 2007.
- VIADANA. AB'SÁBER. **Aspectos geomorfológicos**, 1990.

3.10 CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE NEOSSOLOS FLÚVICOS E VERTISSOLOS DA VÁRZEA DO RIO JURUÁ NO ACRE

Arley Figueiredo Portugal¹, EMBRAPA Milho e Sorgo, arley.portugal@embrapa.br, Danilo César de Mello², Universidade Federal de Viçosa, daniloc.demello@gmail.com, João Luíz Lani³, Universidade Federal de Viçosa, joaoluizlani@gmail.com, Pedro Maurício Oliveira Ferreira⁴, Universidade Federal de Viçosa, pedro.mauricio@ufv.br, Diego Ribeiro Oquendo Cabrero⁵, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, diego.cabrero@gmail.com

RESUMO

O rio Juruá nasce na Cordilheira dos Andes e suas várzeas no estado do Acre recebem sedimentos ricos em minerais primários, contribuindo para a ocorrência de uma mineralogia diferenciada nesses solos. Neste sentido, o trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a mineralogia de Neossolos Flúvicos e Vertissolos da várzea do rio Juruá no noroeste do Acre. Foram selecionados quatro perfis de Neossolo Flúvico Ta eutrófico e três perfis de Vertissolo Háptico órtico, no trecho do Rio Juruá, entre os municípios de Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves. Foram realizadas as seguintes análises: difratometria de raios X, ataque sulfúrico, granulometria, análise química total (ataque triácido) e Ferro extraído por ditionito e por oxalato. Nas frações argila e silte dos Neossolos Flúvicos e Vertissolos houve o predomínio dos minerais primários biotita, feldspato, olivina e plagioclásios, além de conteúdo significativo de esmectitas, vermiculitas, illita, caulinita e quartzo, refletindo a natureza geológica andina, onde o rio Juruá tem sua nascente. A fração areia dos Neossolos Flúvicos é composta quase que exclusivamente por areia fina, predominando quartzo, feldspato potássico, rutilo, sendo fonte principalmente de potássio. Os teores de SiO_2 e Al_2O_3 e o valor de Ki foram elevados, ao passo que os teores de Fe_2O_3 foram baixos, com altos teores de ferro amorfo.

Palavras-chave: Mineralogia. geoambiente. argilominerais.

ABSTRACT

The Juruá River is born in the Andes Mountains and its lowlands in the State of Acre receive rich sediments in primary minerals, contributing to the occurrence of a differentiated mineralogy in these soils. In this sense, the research was carried out with the objective of characterizing the mineralogy of Entisols and Vertisols of the Juruá river lowlands in the northwest of Acre. Four profiles of eutrophic Entisols and three profiles of Vertisol were selected, in the Juruá River stretch, between the municipalities of Cruzeiro do Sul and Rodrigues Alves. The following analyzes were realized: X-ray diffractometry, sulfuric attack, grain size, total chemical analysis (triacid attack) and iron extracted by dithionite and oxalate. In the clay and silt fractions of the Entisols and Vertisols, there were a predominance of the primary minerals biotite, feldspar, olivine and plagioclase, and significant content of smectites, vermiculites, illite, kaolinite and quartz, reflecting the Andean geological nature, where the Juruá River has its water source. The sand fraction of the Entisol is composed almost exclusively of fine sand, predominating quartz, potassium feldspar, rutile, being mainly source of potassium. The SiO_2 and Al_2O_3 contents and the Ki value were high, while the Fe_2O_3 contents were low, with high levels of amorphous iron.

Keywords: Mineralogy, lowland, Juruá River

INTRODUÇÃO

A microrregião do Juruá localiza-se à noroeste do Acre e compreende uma área de 29.586,20 km², que corresponde a 19,3 % do total do Estado. Nesta região Amazônica é comum a separação de dois ambientes principais, com características pedogeomorfológicas e fitossociológicas distintas, sendo eles: as várzeas, com inundações periódicas e o terraço, onde não há mais inundações (OLIVEIRA et al., 2001 e SCHAEFER et al., 2000). Proporcionalmente, os ambientes de terraço predominam, sendo as várzeas apenas 4% de toda a região Amazônica. Além disso, os ambientes de várzea possuem significativa importância na Amazônia, nos aspectos do manejo do solo, conservação de solo e água, segurança alimentar, localização de moradias e distribuição espacial do uso da terra.

As áreas de várzea também desempenham um papel fundamental na economia, desde a época pré-colombiana. Estas áreas possuem solos mais férteis, grande quantidade de ictiofauna, berçário reprodutivo de outros grupos animais, e acessibilidade natural via fluvial. Entretanto há pouco conhecimento sobre as características pedogeomorfológicas destas áreas, que proporcionam respaldo para o manejo adequado e conservação dos solos e água. Portanto, o trabalho foi executado com a finalidade de caracterizar a mineralogia dos solos das várzeas do rio Juruá.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na bacia do Rio Juruá, no estado do Acre, situada dentro do domínio das terras baixas extensivas da Amazônia brasileira. O clima da região é classificado como tropical úmido Awi (Köppen). Quanto à geologia, predominam as rochas sedimentares argilito, siltito e arenito, enquanto as áreas de várzea são recobertas por sedimentos Quaternários Holocênicos (BRASIL, 2006).

Foram avaliados Neossolos Flúvicos e Vertissolos (1º terraço do Rio Juruá), que são utilizados para o cultivo de milho, feijão e outras culturas anuais. Foram selecionadas áreas no trecho do Rio Juruá, entre os municípios de Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves, para abertura de quatro perfis de solos classificados como Neossolos Flúvicos Ta eutróficos e três perfis de Vertissolos Háplicos órticos, sendo realizada a coleta de amostras em cada horizonte de cada perfil.

Foram avaliados os teores de Si₂O, Al₂O, Fe₂O₃, K₂O, MgO, CaO, P₂O₅ e Ti₂O, pelo ataque sulfúrico, segundo (EMBRAPA, 1997). A difratometria de raios X foi realizada em amostras dos horizontes dos perfis avaliados. Nos perfis de Neossolos Flúvicos a fração areia das amostras de cada horizonte foram separadas em areia fina e areia grossa, segundo (EMBRAPA, 1997) quantificando-se as proporções de AL e AP, respectivamente. A fração AL foi analisada por difratometria de raios X e realizada a análise química total para avaliar os teores de cálcio, magnésio e potássio pelo ataque triácido (EMBRAPA, 1997). A fração AP não foi avaliada devido à baixa quantidade de areia grossa contida nos solos avaliados. As formas de Fe livre foram extraídas pelo DCB (JACKSON, 1979). As formas de Fe amorfo foram extraídas com oxalato de amônio em concentração de 0,33 mol L⁻¹ a pH 3,0 (MCKEAGUE e DAY, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição mineralógica dos solos, em todas as frações analisadas, revela uma riqueza elevada de minerais silicatados, com pequenas variações ao longo do perfil. Essa homogeneidade mineralógica entre os horizontes, ocorre devido à natureza pedogenética destes solos, formados pela deposição de sedimentos de

natureza andina transportados pelo Rio Juruá. Devido a sua natureza sedimentar recente, os solos destas várzeas possuem estreita relação com o material de origem, transportados pelos rios e depositados na planície aluvial. Segundo Oliveira et al., (2006) as características mineralógicas e químicas dos solos da Amazônia são, influenciadas pela natureza do material de origem, sendo que as áreas mais extensas de solos eutróficos só existem onde há influência atual (Neossolo Flúvico) ou pretérita (Vertissolo do primeiro terraço) de sedimentos andinos derivados de rochas máficas.

Nas frações argila e silte dos Neossolos Flúvicos e Vertissolos há o predomínio dos minerais primários biotita, feldspato, olivina e plagioclásios, além de conteúdo significativo de esmectitas, vermiculitas, illita, caulinita e quartzo, minerais estes, resultantes da fragmentação de rochas andinas, provocada por intempéries. Estes resultados concordam com os obtidos por Lima et al., (2005), Irion, (1984) e Schaefer et al., (2000). ao estudarem o uso do solo e alterações na paisagem amazônica. Os argilominerais expansíveis presentes nestes solos, podem se originar do intemperismo local dos minerais primários ou serem originados da deposição do rio. Entretanto, o nível elevado do lençol freático e as inundações periódicas limitam o processo pedogenético, levando a pedogênese de solos jovens. Dessa forma, o processo de alteração de minerais primários para secundários, pela ação intempérica das condições locais, deve estar ocorrendo de maneira mais intensa nos horizontes dos Vertissolos, que não sofrem variações do lençol freático.

Foram constatadas quantidades significativas de esmectitas e vermiculitas nos perfis, o que permite presumir que a vermiculita e a esmectita sejam os componentes mineralógicos mais importantes dos Neossolos Flúvicos e Vertissolos. Estes minerais também são responsáveis por características como fendilhamento (presentes nos Neossolos Flúvicos e Vertissolos), quando o solo está seco, superfícies de compressão (slinkensides) e dureza nos Vertissolos, alta atividade da fração argila e elevada capacidade de troca catiônica. Em todos os perfis de solos avaliados, as esmectitas encontradas, possuem elevados teores de cálcio, magnésio e sílica na solução do solo, que contribuem para a estabilização destes tipos de argilas. A atuação dos agentes pedoturbadores e climática contribui para o aumento da acidez e, conseqüentemente as esmectitas tornam-se instáveis, decompondo-se e liberando alumínio para a solução do solo, resultando em elevação dos teores de alumínio trocável (LIMA et al., 2005).

A presença de caulinita na fração argila dos Neossolo Flúvicos e Vertissolos se deve a contribuição de sedimentos transportados das terras firmes, onde a formação geológica predominante é a Formação Solimões, e há grande ocorrência desse mineral nos solos. De acordo com Oliveira (2006), o ambiente de restrição à drenagem, pH elevado e saturação de cátions alcalinos e alcalinos-terrosos não permite formação de caulinita pelo intemperismo local.

A fração areia dos Neossolos Flúvicos é composta quase que exclusivamente por areia fina, que variou de 97,8 a 99,7 % da fração areia total nos Neossolo Flúvicos avaliados, com pequena participação da areia grossa na composição da fração areia desses solos.

A difratometria de raios X da fração areia fina dos Neossolos Flúvicos, identificou que há predomínio dos minerais quartzo, feldspato potássico, rutilo e em menor intensidade plagioclásio. O ataque triácido indicou que a fração areia fina apresenta maior riqueza de potássio (K), seguidos por cálcio (Ca) e em menor quantidade o magnésio (Mg). Os maiores valores de K estão associados à presença

de feldspato, e os de Ca à presença de plagioclásio, que são minerais primários ricos nesses elementos (SONG e HUANG, 1998).

A análise textural revelou que houve maiores teores de areia fina nos Neossolos Flúvicos, que combinada com a análise mineralógica, demonstrou que esses solos apresentem maiores reservas de K e Ca e em menor proporção de Mg. Segundo Rice e Kamprath (1968) a liberação de formas estruturais de Mg para as plantas depende da ocorrência e do intemperismo de minerais ferromagnesianos, ricos nesse elemento. Por outro lado, os minerais com densidade superior ao líquido de separação, como anfibólio, piroxênio, olivina e mica, mesmo em bem menores proporções, podem contribuir significativamente como reserva de nutrientes solos (MELLO et al., 2000).

Os Vertissolos apresentaram valores maiores de Fe_2O_3 que variaram de 3,6 a 4,4 dag kg^{-1} , ao passo que nos Neossolos Flúvicos a variação foi de 2,1 a 3,4 dag kg^{-1} . Os teores de SiO_2 , Al_2O_3 e Ki foram elevados, condizente com a mineralogia composta por minerais silicatados.

Os teores de ferro extraídos pelo ditionito (Fe_d) variaram de 0,7 a 2,1 dag kg^{-1} entre os horizontes dos solos. São valores relativamente baixos, atribuídos às condições de inundação sazonal. A relação Fe_o/Fe_d variou entre os solos de 0,21 a 0,98, o que indica que há grande participação das formas amorfas de ferro (Fe) nesses solos, especialmente nos Neossolos Flúvicos. Isso se deve aos efeitos do regime hídrico desses solos, os quais podem permanecer saturados ou inundados por períodos prolongados de tempo, resultando em condições temporariamente redutoras, favorecendo formas de ferro de menor cristalinidade. Lima, (2001) observou resultados semelhantes trabalhando com Neossolos Flúvicos Ta eutróficos da várzea do Rio Solimões, encontrando valores de Fe_o/Fe_d elevados, refletindo o predomínio de formas de Fe de menor grau de cristalinidade nestes solos.

CONCLUSÕES

Nas frações argila e silte dos Neossolos Flúvicos e Vertissolos há o predomínio dos minerais primários biotitas, feldspatos, olivinas, plagioclásios e quartzo, além de conteúdo significativo dos argilominerais esmectitas, vermiculitas, illitas e caulinitas, demonstrando significativa relação geológica com o material máfico de origem andina e subandina.

A fração areia dos Neossolos Flúvicos é composta quase que exclusivamente por areia fina, predominando os minerais quartzo, feldspato potássico, rutilo, sendo fonte principalmente de K^+ .

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre**. Fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 356p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energias. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.18 Javari/Contamana; **geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1977. 420 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 13)., v.30, p.59-68, 2006.

EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise do solo**. Ministério da Agricultura, 1997. 212p.

IRION, G. Clay minerals of Amazonian soils. In: **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. SIOLI, H., ed. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.537-579 (Monographiae biologicae, v. 56).

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**; advance course. 2.ed. Madison, Prentice-Hal, 1979. 895p.

LIMA, H.D.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.R.G. & KER, J.C. **Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação**. Acta Amazônica, v.35, p.317-330, 2005.

LIMA, H.N. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 176p. (Tese de Doutorado).

McKEAGUE, J.A.; DAY, J.H. **Dithionite and oxalate extractible Fe and Al as aid in differentiating various classes of soils**. Canadian Journal Soil Science, v.46, n. 1, p. 13-22, 1966.

MELLO, V.F. NOVAIS, R.F.; FONTES, M.P.F. & SCHAEFER, C.E.G.R. **Potássio e magnésio das frações areia e silte de diferentes solos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.269-284, 2000.

OLIVEIRA, H.; BARDALES, N.G.; AMARAL, E.F.; AMARAL, E.F.; LANI, J.L. & ARAÚJO, E.A. **Relatório da aptidão natural de uso da terra no estado do Acre**. Relatório II Fase ZEE/AC. 2006. 59 p.

RICE, H.B. & KAMPRATH, E.J. **Availability of exchangeable and nonexchangeable Mg in sandy Coastal Plain soil**. Soil Science Society of American Journal, v.32, p.386-388, 1968.

SCHAEFER R, C. E. G. R.; LIMA, H. N.; VALE JUNIOR, J. F.; MELLO J. W. V. **Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões**. Boletim Museu Paranaense Emílio Goeldi, série Ciência da Terra, v.12: p.63-104 , 2000.

SONG, S.K. & HUANG, P.M. **Dynamics of potassium release from potassium-bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids**. Soil Science Society of American Journal, v.52, p.383-390, 1988.

3.11 AVALIAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO - SP

Rafael Parras - Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV, UNESP, Jaboticabal, São Paulo. rafa_parras@yahoo.com.br
Andréa de Oliveira Passos - Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV, UNESP, Jaboticabal, São Paulo. andreaoliveirapassos@gmail.com
Teresa Cristina Tarlé Pissarra - Engenheira Agrônoma, Professora Doutora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. teresap@fcav.unesp.br
Renata Cristina Araujo Costa - Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV, UNESP, Jaboticabal, São Paulo. renata.criscosta@gmail.com
Leonardo Gabriel Passos Van Der Broocke - Graduando em Biocombustíveis, Fatec - Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo. broocke.leo@gmail.com

RESUMO

Este estudo foi realizado no Município de Ribeirão Preto, com o objetivo de avaliar o número de fragmentos florestais no ano de 2016, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto e fotointerpretação. Para a elaboração do mapa, foram utilizadas imagens disponíveis no Google Earth Pro. O número de fragmentos florestais no ano de 2016 foi de 445 e a área ocupada por eles é de 54,28 km² representando 8,32% do total da área do município. O índice de circularidade dos fragmentos florestais ficou concentrado entre os valores de 0,1 e 0,6, demonstrando alta suscetibilidade ao efeito de borda, que leva a diminuição de sua qualidade.

Palavras-chave: Índice de Circularidade, Sensoriamento Remoto, Efeito de Borda.

ABSTRACT

This study was conducted in the Ribeirão Preto County, in order to assess the number of forest fragments in the year 2016, using remote sensing and photo interpretation. Images available at Google Earth Pro were used to elaborate the map. The number of forest fragments in the year 2016 was 445 with a total occupied area of 54.28 km² representing 8.32% of the total county area. The circularity index of the forest fragments was concentrated between the values of 0.1 and 0.6, showing a high susceptibility to the edge effect, which leads to a decrease in its quality.

Key words: Circularity Index, Remote Sensing, Edge Effect.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o uso e ocupação das terras têm ocorrido de maneira desordenada resultando na fragmentação dos remanescentes naturais de florestas tropicais. A fragmentação florestal é um dos fenômenos mais marcantes e graves do processo de expansão da fronteira agrícola no Brasil.

Nesse aspecto, os mapas são elementos que permitem delinear alternativas de ações e planejamento do meio e indicar respostas às várias questões sobre planejamento regional e levantamento dos recursos renováveis. Com isso, pode-se prevenir a extinção da fauna e da flora e auxiliar o processo de tomada de decisões, no que tange à formação de corredores biológicos e preservação dos fragmentos remanescentes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a forma e as áreas de remanescentes de fragmentos florestais do Município de Ribeirão Preto e apresentar um mapa da distribuição espacial destes, no intuito de coletar subsídios para elaborar um diagnóstico conservacionista.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em Ribeirão Preto, município Brasileiro no interior do estado de São Paulo, região Sudeste do país, pertencente a Mesorregião e Microrregião de Ribeirão Preto, localizando-se a noroeste da capital do estado, cuja latitude é 21°10'30"S e longitude 47°48'37" W.

Mapa 1 – Localização geográfica de Ribeirão Preto



No estudo, a análise dos fragmentos florestais do Município de Ribeirão Preto foi feita através do Google Earth Pro. Neste software, realizou-se a interpretação visual da paisagem terrestre do Município, indicando os elementos ligados à topografia e solo, retratando as condições do ambiente, para se formular medidas que apontem alternativas para a intervenção do homem na paisagem.

A vetorização dos fragmentos florestais do município de Ribeirão Preto foi realizada nas imagens obtidas do Google Earth Pro, por meio da ferramenta “Adicionar polígono”. Os polígonos foram gerados ao redor de cada um deles. Dessa maneira, a imagem encontrada como raster (com descrição da cor de cada pixel), foi transformada em vetor (imagens geradas a partir de descrições geométricas de formas como pontos, curvas e polígonos). Cada fragmento também foi cadastrado com a ferramenta “Adicionar marcador”, o que permite uma melhor visualização geral.

A área, o perímetro e a localização geográfica de cada fragmento localizado foram gerados no programa ArcGis. As instruções para isso são encontradas no próprio software, podendo-se escolher as unidades desejadas para cada uma destas medidas.

O índice de circularidade ou da relação borda/ interior foi determinado para propor a tendência em relação à forma de um fragmento, conforme se segue (CHATURVEDI (1926), citado por Oliveira et. al., 2005).

$$IC = \frac{40000 \cdot \pi \cdot A}{P^2}$$

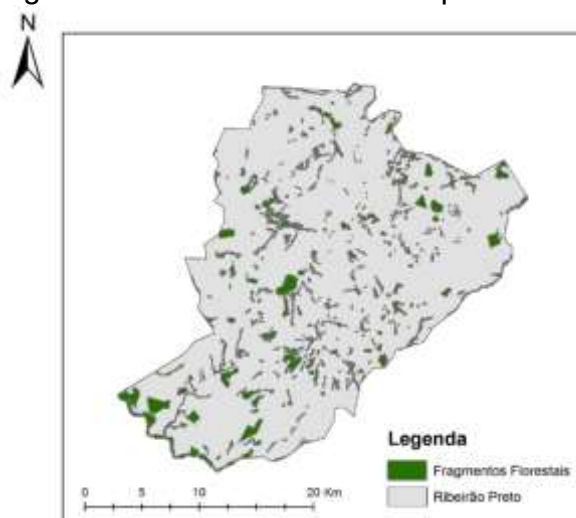
em que IC = índice de circularidade; A = área do fragmento, em ha; e P = perímetro do fragmento, em m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises realizadas através de fotointerpretação, foram observados 445 fragmentos florestais, com área total de 54,28 km², que representa 8,32% do município de Ribeirão Preto, que possui uma área de 652,3 Km², valores abaixo dos encontrados por Greggio et al., (2009), para o município de Jaboticabal, cidade próxima, que apresentou em 31,79%, indicando que deve-se trabalhar na

manutenção e expansão destes fragmentos para aumentar sua qualidade e sustentabilidade.

Mapa 2 – Fragmentos Florestais do município de Ribeirão Preto - SP



A forma dos fragmentos constitui uma característica importante no estudo da dinâmica e estrutura dos remanescentes florestais (ANDRADE et al., 2012) e foi determinada na análise do Índice de Circularidade (IC), ou relação borda/interior (Tabela 1).

Tabela 1 – Dispersão dos índices de circularidade do município de Ribeirão Preto - SP

IC	Número de Fragmentos
≥ 0.1	34
0.1 I- 0.2	72
0.2 I- 0.3	73
0.3 I- 0.4	69
0.4 I- 0.5	55
0.5 I- 0.6	44
0.6 I- 0.7	48
0.7 I- 0.8	38
0.8 I- 0.9	9
≥ 0.9	3

IC - Índice de Circularidade

Os IC obtidos ficaram concentrados entre os valores de 0 e 0,6, representando mais de 78% dos fragmentos, caracterizando-os como muito alongados, 20% como alongados e apenas 2% como arredondados, segundo Greggio et. al., (2009).

CONCLUSÃO

O poder público deve trabalhar na manutenção e expansão destes fragmentos florestais para aumentar a qualidade e quantidade dos mesmos, auxiliando na manutenção e ampliação da biodiversidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. S. A. SILVA, E. N.; RIBEIRO, G, A. PARO, S. P. PAULA, M O. Avaliação de fragmentos florestais em uma região do quadrilátero ferrífero: municípios de mariana e ouro preto. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8. n. 14, p. 1051, 2012.

GREGGIO, T. C.; PISSARÁ, T.; CRISTINA, T.; RODRIGUES, M.; Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 117-124, 2009.

OLIVEIRA, M. L. R. et al. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.213-225, 2005.

3.12 USO DA TERRA E INFLUÊNCIA NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIO CAPIVARA

Angela Carolina Sperandio, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", angelacarolinasperandio@gmail.com ; Kellen Amanda Barbosa Evaristo, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", kellen.amanda.barbosa@hotmail.com ; Vanessa Durante Polonio, "Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", van_polonio@hotmail.com

RESUMO

Um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes é denominada bacia hidrográfica e toda área com cobertura vegetal nativa ou não, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos foi classificada como Área de Preservação Permanente - APP pelo Código Florestal Brasileiro. O objetivo desse trabalho foi analisar o uso da terra dentro da Bacia do Rio Capivara e sua influências APP, avaliando se o uso dentro da APP estão de acordo com a legislação e se a fauna ou a flora estão sendo prejudicadas pelo avanço do uso da terra por culturas agrícolas. Assim, foram realizados dois mapas, o primeiro em relação aos usos presentes dentro da bacia e o segundo em relação à APP e como essa está sendo abordada com relação aos usos. Observou-se a dominância de pastagem no uso da terra presente na APP.

Palavra-chave: Bacia hidrográfica; Sensoriamento Remoto; Geotecnologias.

ABSTRACT

A land set drained by a river and its tributaries is called watershed and the entire area with native vegetation or not, with the environmental function of preserving water resources was classified as Permanent Preservation Area (PPA) by the Brazilian Forest Code. The aim of this project was to analyze the use of the land in the Capivara River Basin and its influence on the present PPA. In other words, to observe if the areas in the PPA agree with the Brazilian legislation and if the fauna or flora are being harmed by the progress of the use of land by agricultural crops. Thus, two maps were made, the first one in relation to the present use in the Basin and the second in relation of the PPA and how it is being approached in relation of the uses, and from these, was observed the dominance of pasture in the use of land in PPA.

Key words: Watershed; Remote Sensing; Geotechnologies.

INTRODUÇÃO

Bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes e seu contorno é limitado pelas partes mais altas do relevo, conhecidas como divisores de água. (CANABARRO et al., 2008).

Ao longo da rede de drenagem existem formações florestais que podem ser denominadas de matas ciliares, matas de galeria, florestas ciliares ou matas ripárias, e essas estão presentes em todos os biomas, e com isso percebe-se a biodiversidade de plantas e animais que compõem cada bioma. As matas ciliares apresentam diversas funções, entre elas, o desempenho para que ocorra a diminuição da velocidade de escoamento da água das chuvas, assim parte dessa água consegue ser absorvida pelo solo e incorporada ao lençol freático (KUNTSCHEK et al., 2011).

O novo código florestal define como área de preservação permanente (APP), toda área com cobertura vegetal nativa ou não, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo

gênico de fauna e flora, proteção do solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (SENADO FEDERAL, 2017). Com relação a faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rios, nascentes, lagos ou lagoa) a lei abrange a conservação da vegetação e também a característica e a largura do curso d'água, independente da região onde está localizado (SCHÄFFER et al., 2011).

Com o avanço da tecnologia, foi possível a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para a avaliação das informações produzidas através das imagens de satélite, sobretudo, as imagens de alta resolução espacial, podendo assim produzir diagnósticos e fornecer formas diferentes de identificar e mensurar a ocorrência de conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente (NASCIMENTO, 2005), além de contribuir para maior abrangência no controle do desmatamento e no desenvolvimento da bacia hidrográfica em geral. O objetivo geral do trabalho foi realizar o estudo do Uso da Terra e sua influência na APP dos afluentes do Rio Capivara.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área do presente estudo foi a Bacia do Rio Capivara, pertencente ao município de Botucatu - SP e está compreendida entre as coordenadas planas 758000; 7486000 e 779645; 7456286, fuso horário descrito a 22° sul, a oeste de Greenwich, com uma área total de 17.181 ha (Figura 1).

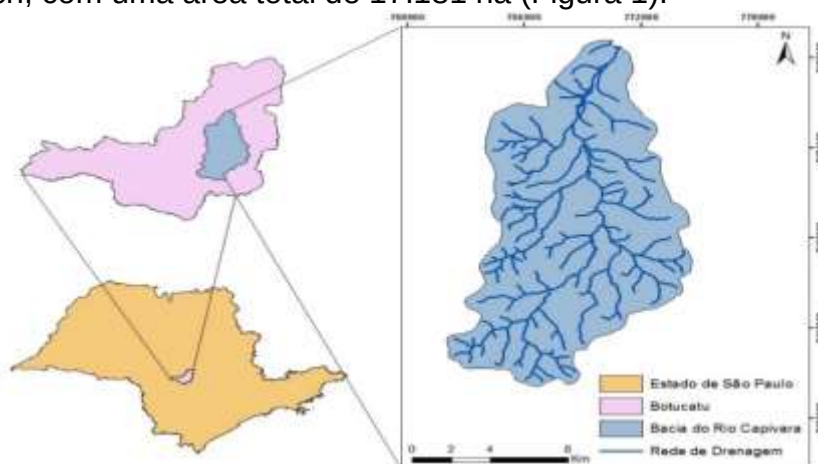


Figura 3- Localização da Bacia do Rio Capivara.

A escolha da área deve-se ao fato da grande importância que a bacia representa para toda a região, como um dos mais importantes afluentes da margem esquerda da bacia do Rio Tietê, além de toda a produção de eucalipto e culturas anuais presentes dentro da própria que auxiliam a economia local e do próprio país.

O clima predominante no município de Botucatu, segundo Köppen, é do tipo Cfa – clima temperado chuvoso e a direção do vento predominante é a sudeste (MARTINS, 1989). A área é constituída geologicamente de arenitos do Grupo Bauru-Formação Marília e Adamantina, e pelo Grupo São Bento constituído de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral e arenitos das Formações Botucatu e Pirambóia (VILAS BOAS, 1991).

Materiais

Os materiais que foram utilizados no presente trabalho foram: Cartas Topográficas do município de Botucatu (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); Imagens provenientes do satélite americano LANDSAT 8 órbita 220,

ponto 076, do dia 16 de abril de 2016, adquiridas através da plataforma Earth Explorer. O programa utilizado para o processamento dos materiais foi o QGIS 2.8.

Metodologia

A primeira etapa do trabalho realizado foi o georreferenciamento das cartas topográficas por meio do programa QGIS e após foi realizada a vetorização dos componentes da carta topográfica, delimitando a área da Bacia do Rio Capivara, rede de drenagem (linha) e suas nascentes (pontos). Na segunda etapa foi realizado a aquisição da imagem proveniente dos sensores do LANDSAT 8, posteriormente a imagem foi projetada para o Hemisfério Sul e foi gerado a composição RGB, necessárias para a visualização e a classificação em tela (visual) dos diferentes usos da terra dentro da Bacia.

A partir da rede de drenagem criou-se a APP utilizando a ferramenta *Buffer* de 30 metros e, nas nascentes de 50 metros, criando um arquivo de APP total da Bacia do Rio Capivara.

Além disso, foi realizado um recorte do Uso da Terra com a APP através da ferramenta “Cortador” para obtermos todo o uso presente dentro da APP da Bacia e com isso analisar os usos que estão invadindo essa área que seria de proteção. E por fim, executou-se um cálculo em área de todos os tipos de uso presente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os objetivos traçados para a realização desse estudo, foram elaborados uma tabela (Tabela 1), com os usos e seus respectivos valores em hectares e em porcentagem, e dois mapas, onde o primeiro representa todo o uso da terra presente dentro da Bacia (Figura 2) e o segundo, em relação a APP e como essa está sendo abordada com relação aos usos (Figura 3).

A partir do mapa de uso da terra, foi possível analisar que a pastagem está presente em grande parte da Bacia, seguida pelas vegetações nativas e pelas florestas de eucalipto. Em um estudo efetivado por CARREGA (2006), é possível perceber que esses dados já estavam em grande escala no período de pesquisa realizado por essa no ano de dois mil e seis.

Como pode ser observado em ambos mapas, além de ser a maior área total da bacia, o uso da terra como pastagem também é o maior presente dentro da APP, representando 51,02% de área, seguido pela Floresta Nativa com 42,6%.

Tabela 1. Uso da Terra e suas respectivas áreas dentro da APP.

Uso da Terra	Área em ha na APP	% Presente na APP
Floresta Plantada	33,78	2,75
Floresta Nativa	523,44	42,60
Culturas Anuais	39,32	3,20
Pastagem	626,87	51,02
Área urbana	2,83	0,23
Construção Rural	2,38	0,19

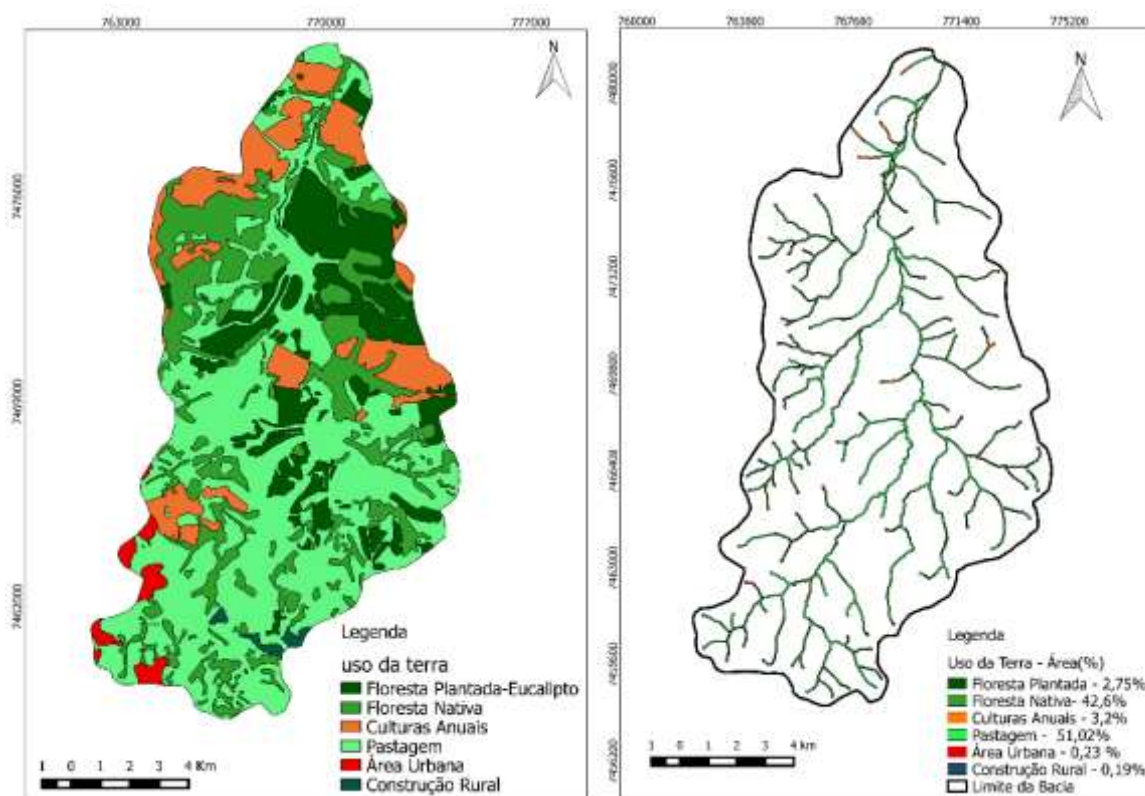


Figura 2. Mapa de uso da terra (Lado Esquerdo) e Mapa do uso da terra presente na APP na Bacia do Rio Capivara, Botucatu – SP (Lado Direito).

Portanto, ao analisar esses dados em conjunto com a literatura, foi possível observar que a elevada quantidade de pastagem podem acarretar problemas, pois a presença de vegetações nativas ou exóticas na APP contém entre as diversas funções, a de estabilidade geológica, que evita a ocorrência em épocas de grande pluviosidade, o deslocamento de elevadas quantidades de sedimentos, que posteriormente irão acarretar em assoreamento dos rios.

A função de preservar o fluxo gênico da fauna e da flora é de extrema importância, pois as regiões próximas aos cursos da água, podem realizar o cargo de corredor ecológico, quando interligados com unidades de conservação e áreas de reserva legal, favorecendo a fauna (SCHÄFFER et al., 2011).

A qualidade da água também é influenciada pela vegetação presente na APP, as vegetações nativas ou exóticas possuem a função de melhorar a qualidade, de forma que essa se torne mais límpida e pura para o consumo da fauna (KUNTCHICK et al., 2011). Outras funções que podem ser citadas são a de fornecimento de refúgio e alimento (pólen e néctar) para os insetos polinizadores de culturas e reciclagem de nutrientes (SKORUPA, 2003).

A grande quantidade de pastagem, como uso da terra, presente na APP da Bacia do Rio Capivara, pode influenciar de forma negativa os recursos hídricos através do solo juntamente com a fauna e flora.

CONCLUSÃO

As pastagens representam 51,02% da área que deveria estar ocupada com APP da Bacia do Rio Capivara e apenas 42,60% da área não possui conflito de uso por apresentar floresta nativa, mostrando assim a necessidade de restauração e manejo florestal das áreas de preservação permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANABARRO, L.; TOLEDO, M. T.; BARRELLA, W. Peixes do Rio Paragibu- Mirim em Sorocaba- SP. *Revista Eletrônica de Biologia*. Sorocaba-SP, v.1, n.3, 2008.Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/11/709>>. Data de acesso em: 05/04/2017.

CARREGA, Ellen Fittipaldi Brasília. **Delimitação de Unidades Ambientais na Bacia do Rio Capivara, Botucatu, SP**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.114 p.

KUNTSCHICK, P.D.; EDUARTE, M.; UEHARA K.H.T. **Matas Ciliares**. Secretaria do Meio Ambiente. 2011. p.19-22.

MARTINS, D. Clima na região de Botucatu – SP. In: Encontro de Estudos Sobre a Agropecuária de Botucatu,1989, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1989. p. 8-1989.

NASCIMENTO, C.M.; SOARES, P.V.; RIBEIRO, S.A.A.C.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

SENADO FEDERAL.O que é área de preservação permanente? Disponível em: <<https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/codigo-florestal/areas-de-preservacao-permanente/o-que-e-area-de-preservacao-permanente.aspx>> Acesso em: 14/04/2017.

SKORUPA, Araújo Ladislau. Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Skorupa_areasID-GFiPs3p4lp.pdf> Acesso em 13/04/2017.

VILAS BOAS, Sérgio. **Parâmetros da Rede de Drenagem e do Relevo na Discriminação de Solos do Município do Botucatu-SP**. 1991. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) -Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.129 p.

3.13 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA ÁGUA DA LÚCIA, BOTUCATU – SP

Autor 1 – Kellen Amanda Barbosa Evaristo, Estudante/ da Universidade Estadual Paulista, Email:.kellen.amanda.barbosa@hotmail.com.

Autor 2 – Angela Carolina Sperandio, Estudante/ da Universidade Estadual Paulista, Email:.angelacarolinasperandio@gmail.com.

RESUMO

O meio físico sofre intensa modificação, principalmente em áreas de expansão de fronteira agrícola, sendo o resultado da intensificação e da modernização da agricultura. Assim, é importante a adoção de técnicas e de diagnóstico que acompanhem a dinâmica espaço-temporal do uso da terra. O objetivo do estudo foi analisar o uso da terra, fazendo a comparação entre os mapas de uso, com um intervalo temporal de 5 anos. A classificação temporal do uso, através do sensoriamento remoto na Bacia do Água da Lúcia, permitiu acompanhar as variações na área estudada.

Palavras-Chave: Sensoriamento remoto, classificação temporal, bacia hidrográfica.

ABSTRACT

Physical environment undergoes intense modification, especially in areas of expansion of the agricultural frontier, resulting from the intensification and modernization of agriculture. Thus, it is important to adopt techniques and diagnosis that accompany the spatial-temporal dynamics of land use. The aim of the study was to analyze land use, comparing use maps, with a time interval of 5 years. The temporal classification of the use, through the remote sensing in the watershed of Lucia, allowed to follow the variations in the studied area.

Keywords/Palabras-clave: Key words: remote sensing, temporal classification, watershed.

INTRODUÇÃO

Caracteriza-se por bacia hidrográfica toda área capaz de realizar a captação da água proveniente da precipitação, a qual converge o escoamento para um ponto de saída. Ela é formada por um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem, composta por cursos de água que confluem, até formar um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

As águas subterrâneas são mantidas pela infiltração e percolação da água no solo e constituem o principal manancial de água doce do mundo. Nesse contexto o solo também desempenha um papel fundamental nesta recarga, como filtro e regulador do fluxo de água nas nascentes e conseqüentemente, nos cursos d'água. Sendo assim, o entendimento dos diversos processos relacionados entre as águas superficiais e subterrâneas é o caminho para um manejo adequado dos recursos hídricos (PRICE, 2011).

Com base nisso, estudos com enfoque em bacias hidrográficas são muito relevantes visto que, possibilitam analisar as inter-relações entre vários componentes da paisagem (geologia, geomorfologia, climatologia, hidrografia, pedologia, cobertura vegetal e ocupação da terra), além de auxiliar na detecção de problemas, possibilitando adequada intervenção e planejamento territorial (SOUZA; NASCIMENTO, 2015).

Neste contexto, uma ferramenta que possibilita a análise dos impactos ambientais são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que é considerado um dos

principais mecanismos do geoprocessamento, pois obtém dados computacionais geográficos contendo informações qualitativas e quantitativas, com isso há a possibilidade de uma adequada gestão dos recursos analisados e a aplicação de técnicas otimizadas que tem por base um diagnóstico georreferenciado (CAVALLARI, 2007).

O meio físico sofre intensa modificação, principalmente em áreas de expansão de fronteira agrícola, sendo o resultado da intensificação e da modernização da agricultura. Assim, é importante a adoção de técnicas e de diagnóstico que acompanhem a dinâmica espaço-temporal do uso da terra (CAVALLARI, 2007).

Uma das técnicas notáveis do programa de sensoriamento remoto orbital é o levantamento do uso e ocupação do solo. Tais sensores são ferramentas que permitem a aquisição de dados globais, confiáveis, rápidos e repetitivos em relação a área de interesse (ROSA, 1993). Complementando com Rodrigues (2000), a análise do uso e cobertura do solo através de sensoriamento remoto é muito útil quando se trata de planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico. Além disso essa ferramenta possibilita avaliar e monitorar a preservação de áreas de vegetação natural e ainda atua como auxílio na caracterização do meio biótico e de áreas que sofrem modificações por causas antrópicas. O presente trabalho teve como objetivo a análise temporal do uso da terra, fazendo a comparação entre os mapas de uso, com um intervalo temporal de 5 anos, analisando assim as modificações na bacia hidrográfica em estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área estudada localiza-se no município de Botucatu-SP, entre as coordenadas geográficas 48°18'27" a 48°21'29" de longitude W de Gr. e 22°45'49" a 22°49'28" de latitude S. O ribeirão água da Lúcia é um afluente do rio Capivara, que forma uma sub-bacia do rio Tietê, o mais importante rio do Estado de São Paulo (Figura 1).

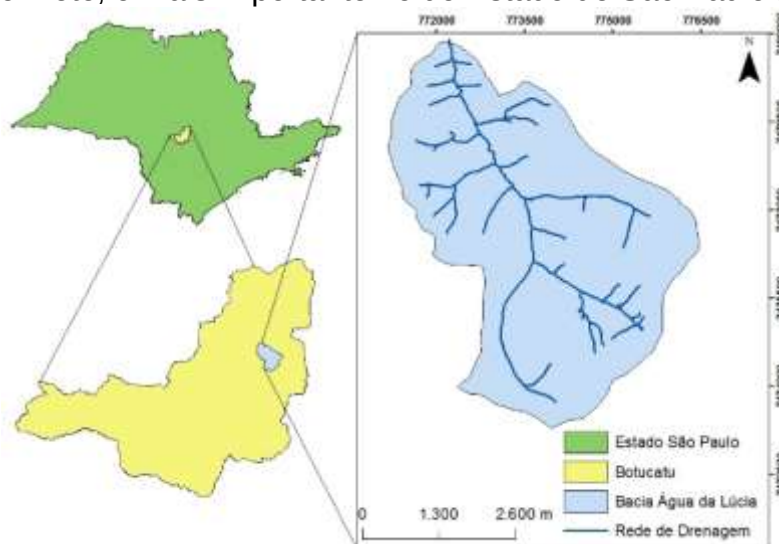


Figura 1. Localização da Bacia Água da Lúcia (Figura 1)

O clima predominante no município de Botucatu, segundo o sistema Köpen, é do tipo Cfa - clima temperado chuvoso e a direção do vento predominante é a sudeste (MARTINS, 1989). A área é constituída geologicamente de arenitos do Grupo Bauru-Formação Marília e Adamantina, e pelo Grupo São Bento (VILAS BOAS, 1991).

Foram utilizadas duas cartas topográficas (SF-22-Z-B-VI-3-NE-A; SF-22-Z-B-VI-3-NE-C) do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) em escala 1:10000. Foram

baixadas duas imagens, uma do satélite Landsat 5 referente a 17 de julho de 2011 e outra do satélite Landsat 8 com data de 31 de julho de 2016, órbita 220 ponto 076, adquiridas pelas plataformas Land Viewer e Earth Explorer, respectivamente.

O programa utilizado neste estudo foi o QGIS 2.14.6 Essen, que através dele, as cartas foram georreferenciadas e a partir delas vetorizadas a bacia hidrográfica em estudo, as redes de drenagem, curvas de nível e pontos cotados. As imagens foram projetadas para o hemisfério sul e elaborada a composição RGB, falsa cor para a imagem do Landsat 5 as bandas 3,2,1 e a imagem do Landsat 8 as bandas 4,3,2 que correspondem as bandas do vermelho, verde e azul, na ordem.

Inicialmente foi realizado a vetorização da carta topográfica gerando as curvas de nível, a partir disso foi utilizado a ferramenta de extração de nós o que possibilitou gerar as curvas em pontos, em seguida com a ferramenta de interpolação criamos um Modelo Digital de Elevação (MDE) que é dada em metros de altitude. Com base nos dados do mapa gerado foi utilizado a ferramenta de análise do MDE e criado outro mapa de declividade em graus.

A partir das imagens de satélite, Landsat 5 e Landsat 8, foi feita classificação em tela (visual) para criação do mapa de uso da terra, em seguida foram calculados, em área, os atributos encontrados na Bacia Água da Lúcia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi gerado o mapa de Declividade da Bacia Água da Lúcia (Figura 2) e através dele foi observado que a maior declividade está presente próximo da rede de drenagem da bacia e o restante da bacia apresenta até 8 graus em relação à declividade.

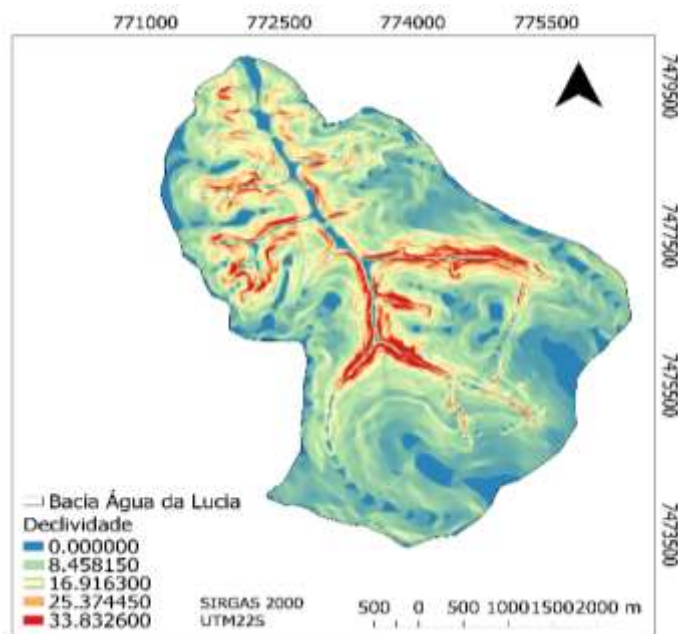


Figura 2. Mapa de Declividade da Bacia da Água da Lúcia, Botucatu – SP.

Os mapas de uso da terra (Figura 3) gerados possuem uma variação temporal de 5 anos. No mapa de uso de 2011 onde encontra-se solo exposto é possível verificar que no uso de 2016 está presente reflorestamento na mesma área, o inverso acontece no uso cana-de-açúcar (2011) e pastagem (2016). A partir dessa análise foi conferido que a variação dos atributos foi pequena.

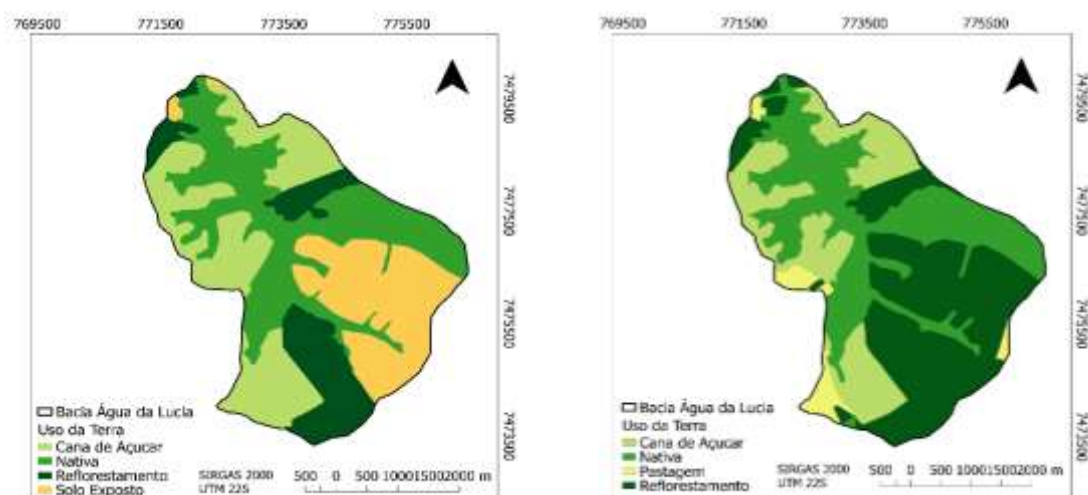


Figura 3. Mapa de uso da Terra de 2011 (esquerda) e 2016 (direita) da Bacia Água da Lúcia, Botucatu-SP.

Porém analisando a Tabela 1 ocorreu uma modificação maior entre os atributos em relação à área (ha).

Classes de Uso e Cobertura	Área (ha)	
	Uso 2011	Uso 2016
Nativa	661,111	666,700
Pastagem	0,000	78,540
Reflorestamento	304,910	766,059
Cana-de-açúcar	548,605	441,562
Solo exposto	438,226	0,000
Total	1952,852	1952,861

Tabela 1. Uso da terra e suas respectivas áreas.

A vegetação nativa em 2016 teve um aumento em relação ao ano de 2011, favorecendo a área de preservação permanente por estar presente ao redor da rede de drenagem, em áreas de maior declive. A explicação para a grande mudança em área no atributo reflorestamento é devido a época de corte em 2016 onde está apresentado com solo exposto em 2011. Outra área que foi modificada foi cana-de-açúcar, que parte dela passou a ser pastagem.

CONCLUSÃO

Foi possível analisar o intervalo temporal de 5 anos dos usos e com ele observou-se a necessidade do intervalo ser superior para os usos presentes nessa bacia. As variações observadas na área de estudo foram em relação ao ciclo da cultura.

A classificação temporal do uso, através do sensoriamento remoto, permite acompanhar o desenvolvimento das culturas presentes nas áreas estudadas, com maior facilidade, rapidez e viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

CAVALLARI, R. L., TAMAE, R. Y. & ROSA, A. J. 2007. A importância de um Sistema de Informações Geográficas no Estudo de Microbacias Hidrográficas. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 6, n. 11, 2007. Disponível em <<http://www.revista.inf.br/agro11/artigos/anovi-edici11-art01.pdf>>

MARTINS, D. Clima na região de Botucatu – SP. In: Encontro de Estudos Sobre a Agropecuária de Botucatu, 1989, Botucatu. Anais ... Botucatu: UNESP, 1989. p. 8-1989.

PRICE, K. Effects of watershed topography, soils, land use, and climate on baseflow hydrology in humid regions: A review. Progress in Physical Geography, p. 1-28, 2011. <http://dx.doi.org/10.1177/0309133311402714> .

RODRIGUES, A. C. M. Mapeamento Multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TMLandsat e HRV-SPOT. São José dos Campos:INPE, 94p. 2000. (INPE-7510-PUD/39).

ROSA, R. Levantamento do meio físico do município de Araguari - MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, São José dos Campos. Anais...São José dos Campos: INPE, 1993.p.239-47.

SOUSA, M. L. M. & NASCIMENTO F. R. 2015. Estudos geoambientais de bacias hidrográficas em áreas suscetíveis à desertificação no Nordeste do Brasil.

TUCCI, C. E. M. 1997. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

VILAS BOAS, Sérgio. Parâmetros da Rede de Drenagem e do Relevo na Discriminação de Solos do Município de Botucatu-SP. 1991. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.129 p.

3.14 MODELAGEM DAS PERDAS DE SOLOS NAS MICROBACIAS DA APA MUNICIPAL DO RIO UBERABA – UBERABA/MG

*Aline Claro de Oliveira Guglielmi – Mestranda em Engenharia Ambiental PEA/UFRJ,
Email: aline.guglielmi@gmail.com*

*Amarildo da Cruz Fernandes – professor PEA/UFRJ
Email: amarildo@ufrj.br*

*Júlia Célia Mercedes Strauch - professora UERJ e ENCE/IBGE
Email: julia.strauch@ibge.gov.br*

RESUMO

O conhecimento de perdas de solo em uma bacia hidrográfica é fundamental para direcionar as atividades humanas no sentido de um uso e manejo sustentável dos recursos naturais ali contidos. Destarte este trabalho objetiva estimar as perdas de solos nas microbacias da Área de Proteção Ambiental (APA) municipal do rio Uberaba, cuja criação teve por objetivo proteger o rio Uberaba. Para isto foi utilizado o módulo de retenção de sedimentos do programa InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*). Como dados de entrada foram utilizados o Modelo Digital de Elevação, a delimitação das microbacias hidrográficas, os mapa da erosividade das chuvas, da erodibilidade dos solos, de uso e ocupação da terra e a tabela biofísica. As microbacias da APA municipal do rio Uberaba foram classificadas com perdas de solos média (61%), média forte (27%), forte (2%), nula a pequena (6%) e moderada (4%). Ressalta-se que InVEST deve ser utilizado com cautela, pois simula somente a erosão laminar e produz estimativas anuais, não permitindo uma análise sazonal. No entanto, uma de suas vantagens é espacialização dos resultados e possibilitando identificação das áreas das microbacias que requerem atenção.

Palavras-Chave: Erosão dos solos. InVEST. Sistema de Informação Geográfica (SIG).

ABSTRACT

The knowledge of the soil loss in a hydrographic river-basin is essential to direct human activities in the sense of a sustainable use and management of natural resources contained therein. Therefore, the aim of this work is to estimate the soil loss in the micro-basins of the Municipal Environmental Protection Area (EPA) of Rio Uberaba, which creation had as main goal to protect the Uberaba River. To achieve this aim, the sediment retention module from the InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*) program has been used. The input data were: Digital Elevation Model, delimitations of the hydrographic micro-basins, maps of rainfall erosivity, map of soils erodibility, map of soils use and occupation and biophysical table. The micro-basins of the municipal EPA of Rio Uberaba were classified with the following ranges of soil loss: average (61%) average to strong (27%), strong (2%), null to small (6%) and moderate (4%). It should be emphasized that InVEST should be used with caution, considering it simulates only laminar erosion and produces annual estimates, not allowing a seasonal analysis. Nevertheless, one of its advantages is the spatial results and the possibility of identifying areas of the micro-basins that require attention.

Keywords: Soil erosion. InVEST. Geographic Information System (GIS).

INTRODUÇÃO

Devido a retirada da cobertura vegetal através do desmatamento de florestas e da prática de agricultura não planejada, uma grande parte dos solos é erodida e a erosão arrasta além da camada de solo fértil, resíduos de adubos, pesticidas e fungicidas para os rios e mananciais de água que abastecem as cidades (FONSECA, 2012).

O uso de modelos aliados aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem contribuído para identificar e espacializar as informações relativas às perdas de solo de uma microbacia hidrográfica. Um desses modelos é o InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*) que possui um módulo de retenção de sedimentos. Esse módulo tem como base a Equação Universal da Perda de Solo (USLE) que calcula a perda de solo média anual de cada parcela de terra, determina o quanto de solo pode chegar a um determinado ponto de interesse, possibilita conhecer a capacidade de cada parcela para reter sedimentos, além de poder estimar o custo de remoção do sedimento acumulado (THOMPSON, FIDALGO, 2013).

Considerando a importância da Área de Proteção Ambiental (APA) municipal do rio Uberaba, cuja criação teve por objetivo proteger o rio Uberaba, principal manancial de abastecimento público do município de Uberaba-MG. O objetivo deste trabalho é estimar as perdas de solos nas microbacias desta unidade de conservação a fim subsidiar a tomada de decisões do poder público.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da Área de Estudo

A APA Municipal do Rio Uberaba está localizada em Uberaba-MG e ocupa uma área de 520 km², cerca de 11% do município. Sua área corresponde ao alto curso do rio Uberaba (Figura 1) que da nascente a foz percorre cerca de 140Km até desaguar no rio Grande, inserido na Região Hidrográfica do Paraná (UBERABA, 2004).

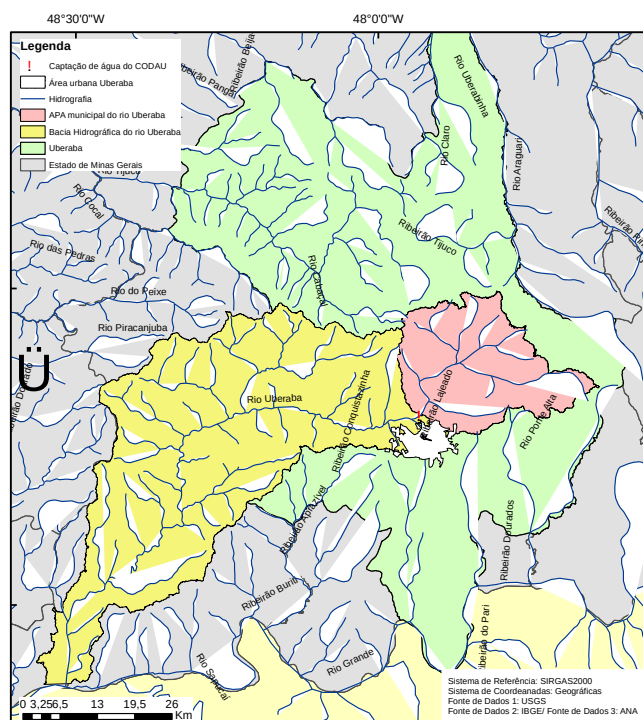


Figura 1: Mapa de localização da APA municipal do rio Uberaba

Materiais e métodos

O InVEST aplicado para estimar a perda de solos requer como entrada de dados o Modelo Digital de Elevação, a delimitação das microbacias hidrográficas, os mapas da erosividade das chuvas, da erodibilidade dos solos, de uso e ocupação da terra e a tabela biofísica. Desta forma foram necessários empregar métodos distintos para gerar estes dados de entrada empregando o Excel e o ambiente SIG ArcGIS 10.1 e a seguir usar o modelo no InVest versão 3.3.3.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi obtido gratuitamente no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – *United States of Geological Survey*).

A delimitação da APA municipal do rio Uberaba foi gerada no ambiente SIG utilizando a extensão ArcHydro, que delimita de forma automática a rede de drenagem, as bacias e microbacias hidrográficas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE).

O mapa de erosividade da APA municipal do rio Uberaba foi obtido seguindo a metodologia adotada por Matos (2015). As coordenadas das estações de monitoramento pluviométrico da área de estudo foram obtidas no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HIDROWEB/ANA) adquiridas em formato *shapefile*. Foram escolhidas as estações próximas a área de estudo, para que os valores da erosividade obtidos no programa NetErosividade MG (MOREIRA *et al.*, 2008) fossem interpolados por *Krigagem*, no ambiente SIG empregando o módulo *Spatial Analyst Tools*.

Os tipos de solos existentes na bacia devem estar relacionados ao fator de erodibilidade do solo, onde cada tipo deve ter atribuído o seu respectivo valor de K (CONCEIÇÃO, 2014). Para isso é necessário o mapa de solos da área de estudo. Neste trabalho foi utilizado o mapa de solos da UFV (2010) para o estado de Minas Gerais, em escala de 1:600.000 e formato *shapefile*. Neste trabalho foram adotados valores médios do fator K, de acordo com Gómez (2012). Este mapa no ambiente SIG foi convertido para o para o formato *raster*.

O mapa de uso e cobertura da terra foi gerado a partir de uma imagem do dia 09/04/2016 do satélite Landsat 8, sensor OLI, órbita/ponto 220/74, resolução espacial de 30 metros, obtida gratuitamente no site do USGS. A imagem adquirida é ortorretificada e foi projetada no Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000 na projeção UTM Fuso 23 S. A composição colorida utilizada para a classificação foi a 6R5G4B. No primeiro momento as classes identificadas na área de estudo foram: covaais, vegetação natural, agricultura estágio inicial, agricultura estágio avançado, solo exposto 1 (tons de roxo), solo exposto 2 (tons de vermelho escuro), solo exposto 3 (tons de vermelho claro), pastagem, área urbanizada e construída. A classificação foi realizada no ambiente SIG utilizando o método de classificação supervisionada de Máxima verossimilhança (MaxVer). Após a classificação foi realizada uma reclassificação para agrupar as classes similares. O resultado da reclassificação foi submetido à validação calculando a matriz de confusão e o índice *Kappa*. Após a validação a imagem passou por uma etapa de pós-classificação, sendo a seguir transformado para a estrutura vetorial no formato *shapefile* e editado no ambiente SIG para efetuar alguns ajustes em relação à algumas áreas que ainda estavam equivocadamente classificadas.

Para a área de estudo foram considerados os seguintes valores para os fatores C e P que representam o uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas, respectivamente, sendo os dois adimensionais. Para o Fator C considerou-se os valores encontrados por Valle Júnior (2008) para a região. Para os

valores do fator P foram adotados o valor $P = 1$, que representa a pior situação possível de práticas conservacionistas, para os usos agricultura, solo exposto e pastagem. A tabela biofísica contendo os valores do fator de cobertura do solo (fator C) e o fator de práticas conservacionistas (fator P) para cada classe de uso da terra é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela biofísica para a área de estudo

LULC	lucode	usle_c	usle_p
Área urbanizada	1	0	0
Solo exposto	2	1	1
Agricultura	3	0.16370	1
Pastagem	4	0.05500	1
Vegetação natural	5	0.00522	0

Os resultados obtidos no InVest foram analisados no ambiente SIG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Face aos objetivos deste trabalho foi gerado o mapa de perdas de solos em $\text{ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ nas microbacias da APA municipal do rio Uberaba (Figura 2). De acordo com a classificação proposta por SILVA *et al.* (2003 *apud* VALLE JÚNIOR, 2008), cerca de 61% das microbacias foram classificadas com perdas de solo média, 27% (média forte), 2% (forte), 6% (nula a pequena) e 4% (moderada).

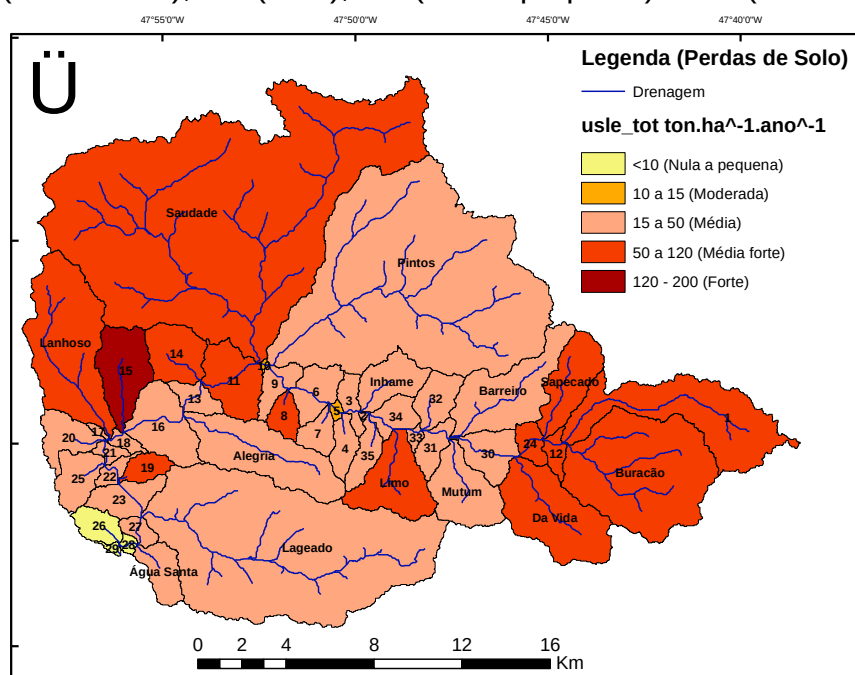


Figura 3: Estimativa de perdas de solos em $\text{ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ nas microbacias da APA municipal do rio Uberaba.

A área que apresenta mais perdas de solos é a microbacia 15, de acordo com o Zoneamento da APA municipal do Rio Uberaba apresentado por Mauro *et al.* (2015) trata-se de uma zona agropecuária. O que pode estar contribuindo para o elevado valor de perdas de solo é o uso da terra, cerca de 39% da microbacia é ocupada por agricultura e 20% de solo exposto. Práticas conservacionistas do uso do solo poderiam contribuir para a diminuição deste valor. As microbacias 1 (região da nascente do rio Uberaba), Sapecado, Buracão e Da Vida estão na Zona de

Conservação dos Recursos Naturais, no entanto algum fator tem contribuído para as perdas de solos alcançarem a classificação média forte.

CONCLUSÃO

O InVEST se mostrou uma metodologia adequada para estimar as perdas de solos em microbacias hidrográficas, mas conforme Thompson e Fidalgo (2013) deve-se ter cautela ao utilizá-lo, pois o modelo simula apenas a erosão laminar, além de produzir as estimativas anuais, não permitindo a análise da variação sazonal e de eventos extremos. Uma das vantagens do modelo é espacialização dos dados obtidos, facilitando a interpretação dos resultados e a tomada de decisões quanto às áreas que merecem atenção quanto à produção de sedimentos.

REFERÊNCIAS

- CONCEIÇÃO, J. R. Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná: Estudo de caso do Passaúna. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, SENAI –PR, Universitat Stuttgart, Curitiba, 2014.
- FONSECA, A.C. Geoquímica dos Solos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Organizadores). Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012,165-194.
- GÓMEZ, J. D. P. Estimativa de erosão pela Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e transferência de sedimentos para todo o território Brasileiro. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, 2012.
- MATOS, T. V. S. Determinação de áreas de vulnerabilidade à erosão hídrica com base na equação universal de perda de solo (USLE). 116 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2015.
- MAURO, L. M.; CASTRO, K. J. S. X.; CAMPOS, I. C. C. RODRIGUES, N. U. A. VALERA, C. A. Desafios na delimitação do zoneamento da Área de Proteção Ambiental do rio Uberaba (Uberaba/MG). In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ÁGUAS, SOLOS E GEOTECNOLOGIAS - SASGEO – 2015, Uberaba.
- MOREIRA, M. C.; PRUSKI, F.F. OLIVEIRA, T. E. C.; PINTO, F. A. C, SILVA, D. D. NetErosividade MG: erosividade da chuva em Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p.1349-1353, 2008.
- THOMPSON, D. FIDALGO, E.C.C. Estimativa da perda de solos por meio da equação universal de perdas de solos (USLE) com uso do InVEST para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves.
- UBERABA. Diagnóstico Ambiental APA – Rio Uberaba. Secretaria de Meio Ambiente. Uberaba, Brasil, set. 2004. 127 p.
- UFV - CETEC - UFLA - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p.
- VALLE JUNIOR, R. F. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do Rio Uberaba. 222f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.

3.15 GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DO USO DO SOLO NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA FAZENDA DA GLÓRIA

Alex Darcez Utsumi¹

Teresa Cristina Tarlé Pissarra²

Rafael Parras²

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro- UFTM

Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas- ICTE

Departamento de Engenharia Ambiental, Uberaba –MG

alex.utsumi@uftm.edu.br

²Universidade Estadual Paulista - UNESP

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- FCAV

Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal - SP

teresap@fcav.unesp.br; rafa_parras@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar a compatibilidade do uso do solo da microbacia do Córrego da Fazenda da Glória com suas características naturais de relevo e tipo de solo. Para isso, utilizou-se das ferramentas do geoprocessamento para confecção do mapa de declividade, rede de drenagem e divisão da bacias. Os resultados mostram que a agricultura é a principal atividade da área de estudo e que, embora o relevo não apresente alta declividade, a predominância de argissolos na região demanda o correto manejo do solo para evitar a aceleração dos processos erosivos.

Palavras-chave: Uso do solo, geoprocessamento, manejo

ABSTRACT

The present work aims analyze the compatibility between land use of the Fazenda da Glória Stream watershed and its natural characteristics: relief and soil class. It was used geoprocessing tools to create the slope map, the drainage network and the basin delineation. The results show that agriculture is the main activity of the study area and despite the fact that there is no high slope, the predominance of argisil in the region requires correct soil management to avoid the acceleration of erosives processes.

Key words: Land use, Geoprocessing, soil management

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é a unidade territorial que vem sendo utilizada para o planejamento do uso dos recursos ambientais e recuperação de área degradadas, especialmente no âmbito regional. O conceito de bacia hidrográfica possui muitas definições, as quais convergem para uma porção de terra onde se concentra o fluxo da rede de drenagem (TEODORO et al., 2007). No contexto da política nacional do meio ambiente, a lei 9433 de 8 de janeiro de 1997, define o termo bacia como a área compreendida por um rio principal e seus afluentes desde as nascentes.

Do ponto de vista do planejamento, o conceito de bacia tem sido extrapolado além dos aspectos hidrológicos, uma vez que a conservação dos recursos naturais envolve o conhecimento da estrutura biofísica e suas relações com o uso da terra. Logo, torna-se importante a utilização de uma abordagem integrada entre a bacia de drenagem e o conceito de ecossistema, a partir da relação dos meios bióticos e abióticos (SCHIAVETTI E CAMARGO, 2002).

Dentro desse contexto, torna-se importante o estudo de parâmetros físicos que interferem no gerenciamento de bacias hidrográficas tais como clima, geomorfologia, geologia, pedologia e uso do solo. Na prática, todos esses fatores estão relacionados, determinando as atividades antrópicas em cada região.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a compatibilidade do uso do solo de uma microbacia hidrográfica segundo as suas características naturais, com o auxílio do sensoriamento remoto e geoprocessamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é a microbacia hidrográfica do Córrego da Fazenda da Glória, a qual apresenta 2039 ha, sendo uma área com alta relevância da drenagem para o município, fazendo parte da Bacia do Rico. O clima é classificado como mesotérmico úmido de verão quente (Cwa) e a principal classe de solo da região são os argissolos (RODRIGUES et al., 2011).

Para a realização do estudo foram realizadas as seguintes etapas: aquisição dos dados; recorte para área de estudos; geração da drenagem e dados das bacias; análise dos resultados.

Os dados de declividade foram gerados a partir do modelo digital de elevação do shuttle radar topography mission (SRTM), o qual possui resolução espacial de 90 metros. Os dados originais foram interpolados para a resolução espacial de 20 m, usando o software Arcgis 10.1. O mapa de solos utilizado foi disponibilizado por Pissarra (2002), assim como o mapa de uso e cobertura do solo. Para geração dos dados das bacias utilizou-se a extensão ArcSwat do Software Arcgis.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o mapa de uso e do solo recortado no limite da bacia do Córrego da Fazenda da Glória. Nota-se que há o predomínio da agricultura na região, principalmente o cultivo da cana de açúcar, ocupando cerca de 23% da bacia. A Tabela 1 apresenta todas as classes de uso do solo e as respectivas áreas ocupadas.

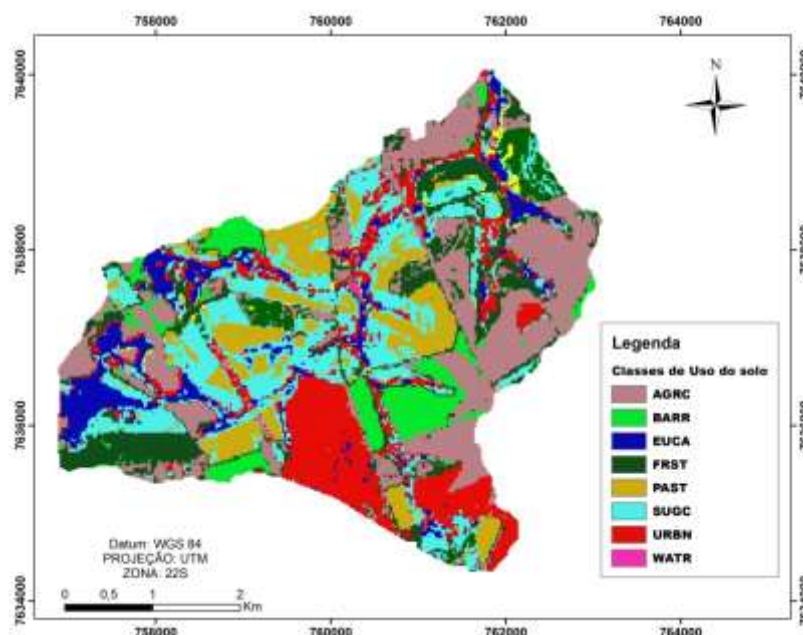


Figura 4- Mapa de uso e cobertura da bacia do Córrego da Fazenda da Glória

Tabela 2- Divisão do uso do solo na bacia do Córrego da Fazenda da Glória

Mapa de uso do solo		
Classes de uso	Área (Ha)	%
Agricultura generica	100.48	5,18
Cana de açúcar	389.68	20.07
Pasto	206.56	10.64
Residencial	316.93	16.33
Solo Exposto	125.25	6.45
Eucalipto	145.66	7.5
Água	2.64	0.14
Floresta (mista)	215.29	11.1
Agricultura	437.54	22.54

Nota-se, a partir da Figura 2, que a área de estudo possui, no geral, classes de declividade baixas. Cerca de 84% da área possui declividade baixa (entre 0 e 3%), 15% declividade média (3 a 8%) e 1% com declividade alta (8 a 15%).

Apesar da predominância de baixas declividades, a bacia possui argissolos em quase toda extensão, tornando a área mais susceptível à erosão. Dessa forma, o uso intenso da agricultura nessa bacia deve considerar as práticas conservacionistas do manejo do solo, de forma a evitar a degradação das terras.

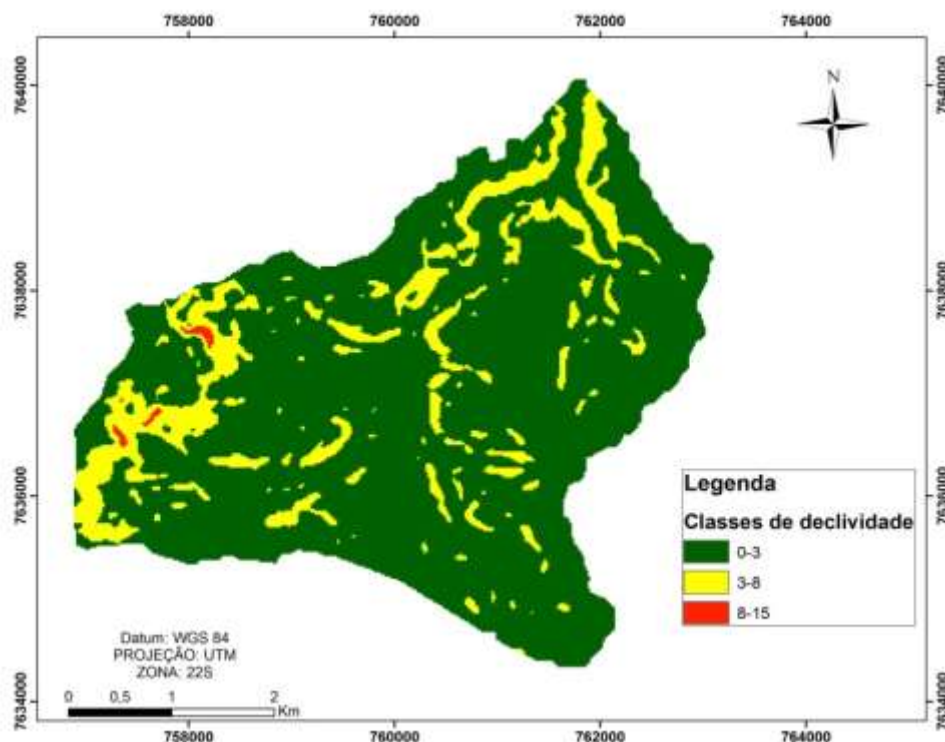


Figura 5- Mapa de declividade da bacia do Córrego da Fazenda da Glória

CONCLUSÕES

A análise da intervenção antrópica em uma microbacia hidrográfica deve considerar as fragilidades naturais de cada região. A microbacia do Córrego da Fazenda da Glória apresenta predomínio de argissolos e intenso uso agrícola, principalmente o cultivo da cana de açúcar, demandando o manejo adequado. Diante disso, o geoprocessamento se mostra como uma importante ferramenta de

análise da bacia hidrográfica, tornando possível a integrar ao mesmo tempo, os dados referentes aos solo, declividades, uso do solo, entre outros.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- FCAV e à Universidade Federal do Triângulo Mineiro pelo apoio.

REFERÊNCIAS

PISSARRA, T. C. T. Análise da bacia hidrográfica do córrego Rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM/ Landsat 5 e fotografias aéreas verticais. 2002. 132f. Tese (doutorado em Agronomia)- FCAV, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Análise temporal dos processos erosivos na microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, Taquaritinga, SP, Brasil. Revista Árvore [online]., v. 35, n. 3, p. 745-750, 2011.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, BA : Editus, 2002. 293p.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; Costa, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, v.20, p.137-157, 2007.

3.16 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA SANTA MARIA DO LEME, SÃO CARLOS-SP: COM VISTA AO PLANEJAMENTO

Alisson Cleiton de Oliveira – Graduando em Gestão e Análise Ambiental/Universidade Federal de São Carlos, E-mail: alissoncleiton.oliveira@gmail.com

Bene Eloi Mendes Camargo – Graduando em Gestão e Análise Ambiental/Universidade Federal de São Carlos, E-mail: bn.camargo@gmail.com

Guilherme Aparecido Melo dos Santos – Graduando em Gestão e Análise Ambiental/Universidade Federal de São Carlos, E-mail: gui131997@gmail.com

Karielle Ferreira da Silva – Graduanda em Gestão e Análise Ambiental/Universidade Federal de São Carlos, E-mail: karielleferreira@gmail.com

Erica Zanardo Oliveira – Mestranda em Engenharia Urbana/Universidade Federal de São Carlos, E-mail: erica.zanardo@gmail.com

Marcilene Dantas Ferreira – Doutora em Geotecnia/Professora da Universidade Federal de São Carlos, E-mail: marcilene.dantas@gmail.com

RESUMO

A microbacia do córrego Santa Maria do Leme, localizada em São Carlos (SP), é considerada um importante vetor de crescimento para o município. A análise temporal do uso e ocupação do solo demonstrou que, nos últimos 19 anos, a expansão urbana provocou grande impacto na microbacia. De certa forma, pode-se considerar o crescimento da malha urbana como um fenômeno previsível, uma vez que o Plano Diretor Municipal de 2005 definiu diretrizes para o aumento da disponibilidade habitacional das zonas urbanas 1 e 2, e da zona rural 4, regiões que a microbacia em estudo compreendia. A partir de 2016, a abordagem do Plano Diretor assume um caráter mais preservacionista, sem ignorar os potenciais de expansão da malha urbana da microbacia. Contudo, ainda é cedo afirmar que os recursos naturais serão restaurados e mantidos. No entanto, constata-se uma tendência recente de revitalização de APP e de redução do desmatamento de fragmentos naturais, mantida em grande parte por iniciativas comunitárias, como é o caso das ações da ONG Veredas – Caminhos das nascentes.

Palavras-chave: Expansão urbana. Plano Diretor. Áreas de Preservação Permanente. Veredas.

ABSTRACT

The Santa Maria do Leme watershed in São Carlos-SP is considered an important area of urban growth. The temporal analysis of land use and occupation demonstrate that, in the last 19 years, the urban expansion became preponderant in the watershed. Somehow, we can consider this growth as a predictable phenomenon, once the São Carlos' Master Plan from 2005 established guidelines to increase the housing availability of urban zones I and II, and of the rural zone 4, areas that comprehended the studied watershed in the plan. Since 2016, the Master Plan assumes a more preservationist approach without ignoring the potentials of urban network expansion on the watershed. However, it is still early to affirm that natural resources will be restored and maintained, but there is a recent trend towards the revitalization of Permanent Preservation Areas and the reduction of deforestation of natural fragments, probably due to community initiatives, such as the actions of the non-governmental organization "Veredas – Caminhos das nascentes".

Keywords: Urban expansion. Master Plan. Permanent Preservation Areas. Veredas.

INTRODUÇÃO

Diversos são os serviços ecossistêmicos oferecidos pela paisagem cujos recursos naturais se mantêm preservados. Não obstante, o crescimento das cidades e a ocupação mal planejada geram desequilíbrios ambientais e reduzem, gradativamente, a qualidade ambiental das áreas de ocupação humana, sobretudo dos centros urbanos, os quais se tornam cada vez mais deficitários em áreas verdes. A supressão de vegetação natural de paisagens urbanísticas deflagra problemas sobre os recursos hídricos e a biodiversidade (BRESSANE. et al., 2016).

Para o melhor aproveitamento dos recursos naturais, a microbacia hidrográfica pode ser adotada como unidade de gestão no planejamento ambiental, já que a mesma possibilita avaliar detalhadamente as atividades antrópicas que ali ocorrem, visando a utilização sustentável da área. Desta forma, o emprego de mapas temáticos de uso e ocupação do solo fornecem informações, dentre outras, sobre o estado de preservação de fragmentos naturais, a extensão de áreas agrícolas e a localização da malha urbana. Considerando as constantes mudanças que ocorrem regularmente nestas localidades, pode-se agregar à análise o fator temporal.

No que se refere ao planejamento municipal, o Plano Diretor define diretrizes para que a ocupação humana se desenvolva de forma a não gerar ônus ambiental. Todavia, para assegurar que as diretrizes do mesmo sejam respeitadas e considerando a rapidez com que as mudanças acontecem, faz-se necessário a realização de avaliações periódicas a partir do monitoramento via imagens de satélite. Ademais, além dessas ações, iniciativas comunitárias que visem a preservação de microbacias são importantes para a manutenção dos recursos naturais.

Nesta perspectiva, objetivou-se avaliar as alterações do uso e ocupação da microbacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme em São Carlos-SP em 1998, 2010 e 2017, relacionando a dinâmica de expansão urbana às diretrizes do Plano Diretor de 2005, que permaneceu em vigência até janeiro de 2017, e do de 2016, que entrou em vigor em fevereiro de 2017, contextualizando os resultados obtidos às ações locais de preservação da área desenvolvidas pela ONG Veredas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A cidade de São Carlos localiza-se na região central do estado de São Paulo, próxima às cidades de Ribeirão Preto e Araraquara, sendo sua população estimada em 236.958 habitantes (SEADE, 2017). A microbacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme (Figura 1), objeto deste estudo, está inserida na sub-bacia do rio Monjolinho, é relevante no contexto de expansão da mancha urbana de São Carlos por ser considerada um vetor de crescimento, e destaca-se, também, no contexto ambiental, uma vez que contém fragmentos de vegetação que colaboram para o equilíbrio ecológico da paisagem e apresenta significativos canais de drenagem (FAUSTINO, 2014). Na microbacia estudada, a Organização Não Governamental (ONG) Veredas desenvolve ações de preservação ambiental.

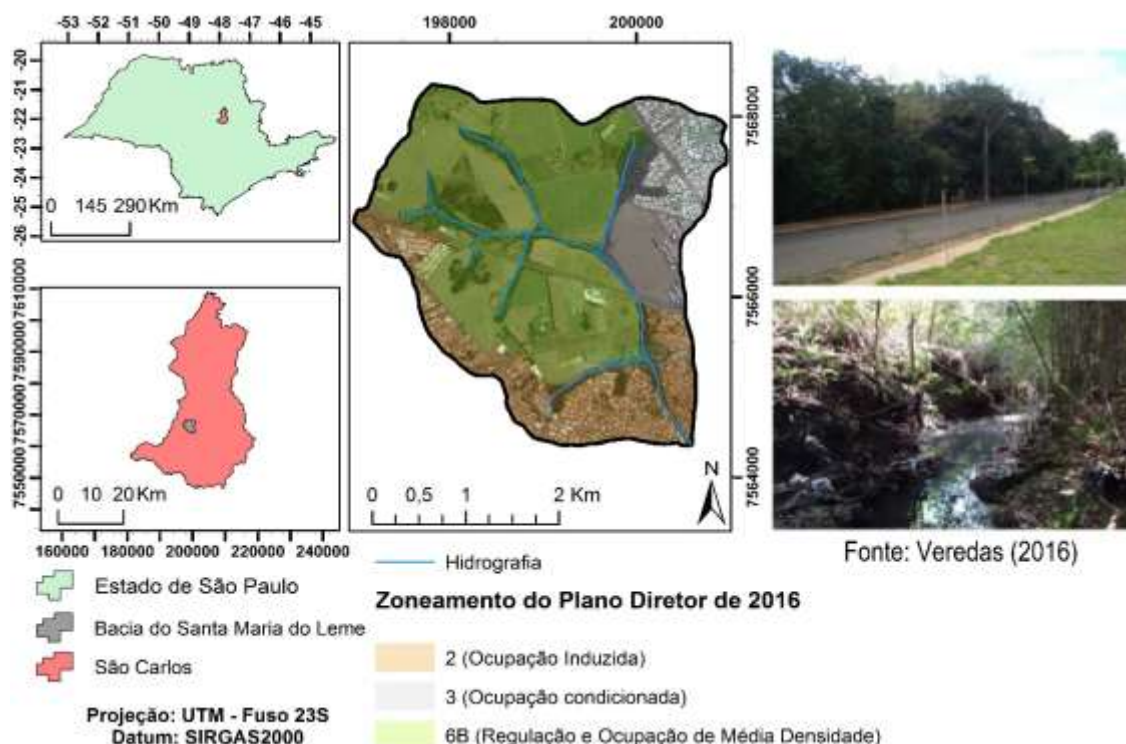


Figura 1 – Localização da área de estudo e imagens do rio Cambuí, afluente do Santa Maria do Leme. Fonte: Veredas (2016).

2.2 Procedimentos metodológicos

Para este estudo, foram estabelecidas as seguintes etapas: I) aquisição de imagens aéreas e de satélites; II) vetorização do uso e ocupação do solo de três momentos históricos distintos (1998/2010/2017); III) interpretação dos mapas gerados a partir dos planos diretores de 2005 e 2016.

Na etapa I, utilizou-se fotos aéreas de 1998 (PONS, 2006) e imagens de satélites dos anos de 2010 e 2017, obtidas pelo *software* GoogleEarthPro, disponibilizadas pela DigitalGlobe. Para isso, foi definido que as imagens não deveriam conter nuvens e que fossem de um período anual semelhante. As imagens escolhidas foram georreferenciadas através do *software* ArcGis 10.2.2 (Sistema UTM; Fuso 23 Sul; Datum SIRGAS2000), e com o limite da microbacia estudada, recortou-se a área com a ferramenta *clip* do mesmo *software*.

Na etapa II, o uso e ocupação do solo foi realizado a partir da classificação manual, categorizando-o nas classes: (I) Área antrópica agrícola; (II) Área antrópica não agrícola; (III) Vegetação nativa; (IV) Área de Preservação Permanente; e (V) Represa. Por fim, estruturou-se os mapas em um *layout*.

Na etapa III, estimou-se a área ocupada em hectares (ha) para cada uma das classes. Ademais, os Planos Diretores de 2005 e 2016 auxiliaram na discussão dos resultados, visto que os mapas foram elaborados compreendendo um período antes do Plano Diretor de 2005 (1998), durante a vigência deste mesmo Plano (2010), e do Plano Diretor de 2016, que entrou em vigor no ano de 2017 (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Plano Diretor de 2005, a região urbana da microbacia do córrego Santa Maria do Leme insere-se nas Zonas 1 (Ocupação Induzida) e 2 (Ocupação Condicionada). Há explícito no Plano Diretor algumas diretrizes para a

Zona 1 (art. 26º), dentre as quais destacam-se equacionar os problemas de uso e destinar áreas com infraestrutura adequada para habitação popular. No que tange à Zona 2 (art. 29º), são algumas diretrizes prover infraestrutura para habitação popular e adequar o sistema de drenagem. A região rural da microbacia estava localizada na Zona 4B (Regulação e Ocupação Controlada), a qual possui como algumas diretrizes (art. 41º) a regulamentação de novos empreendimentos que alterem o uso do solo rural e promover o crescimento integrado à malha urbana já existente.

Na revisão do Plano Diretor (2016), a área de estudo está inserida na Zona 2 (Ocupação Induzida); 3 (Ocupação Condicionada) e 6B (Regulação e Ocupação Controlada de Média Densidade). Atualmente, a Zona 2 possui como algumas diretrizes (art. 20º) a promoção da ocupação de vazios urbanos e melhorar e utilizar a infraestrutura existente. Já para a Zona 3 (art. 24º), destacam-se: condicionar a ocupação obedecendo a infraestrutura existente, melhorar o sistema de drenagem; e manter as áreas verdes significativas. Por fim, são diretrizes da Zona 6B (art. 44º): controlar a ocupação do solo, em vistas ao bem público de proteção ambiental; conservar as áreas de preservação permanente, dentre outras.

Na figura 2 é possível observar as alterações no uso e ocupação do solo da área de estudo no período analisado, e a tabela 1 mostra a extensão das classes.

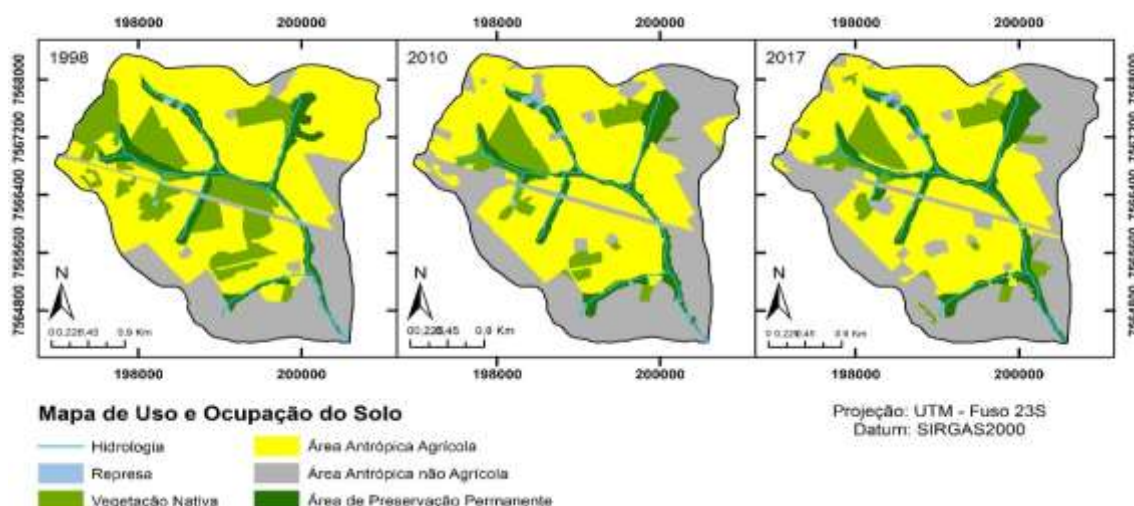


Figura 2 - Mapas de uso e ocupação do solo da microbacia Santa Maria do Leme.

Tabela 3 - Extensão territorial de cada classe de uso e ocupação do solo.

Classes	Área Ocupada (ha)		
	1998	2010	2017
Área antrópica agrícola	575,34	525,65	514,07
Área antrópica não agrícola	245,81	394,2	395,22
APP	93,3	93,3	107,37
Represa	2,38	3,41	3,41
Vegetação nativa	185	85,68	82,17

Os dados evidenciam que houve uma redução de 8,64% na quantidade de área antrópica agrícola entre 1998 (575,34ha) e 2010 (525,65ha), concomitantemente a um aumento de 60,37% da área antrópica não agrícola (1998: 245,81; 2010: 394,2). As alterações de áreas agrícolas para áreas não agrícolas foram menos intensas entre 2010 e 2017, representando uma diminuição de 2,20%.

Já quanto a vegetação, percebe-se uma diminuição de 53,69% entre 1998 (185ha) e 2010 (85,68ha). A variação nesta classe permaneceu negativa, tendo uma

perda de 4,10% entre 2010 e 2017 (82,17ha). Vale ressaltar que desde sua implementação, o Plano Diretor apresentava diversas diretrizes que priorizavam a expansão da malha urbana e a adequação da malha viária em detrimento da preservação dos recursos naturais. De fato, não só fragmentos de mata nativa foram removidos, mas a área destinada à agricultura também foi reduzida. Como resultado, a expansão da área urbana ocupou aproximadamente 150ha entre 1998 e 2017. Houve um aumento de 15,08% das APP's entre 1998 (93,3ha) e 2017 (107,37ha), tendo um crescimento constante entre os três anos analisados.

A manutenção das áreas de APP existentes na microbacia tem ocorrido devido às ações de cunho comunitário, conduzidas pelos moradores dos bairros localizados na microbacia e pela ONG Veredas, que reivindicou ações para a urbanização e o crescimento sustentável na área, dentre as quais se destacam: a) ampliar a APP para no mínimo 22% da área; b) garantir a proteção das nascentes no Plano Diretor de 2016; c) suspender a instalação de novos empreendimentos até que o Plano Diretor garanta a urbanização controlada (VEREDAS, 2014).

CONCLUSÃO

Analisando os anos estabelecidos, conclui-se que a microbacia estudada tornou-se mais urbanizada, fenômeno já previsto no planejamento municipal, o qual priorizou desde 2005 o aumento da malha urbana e da infraestrutura habitacional. Há, contudo, um contraste na alteração do uso e ocupação do solo no período estudado, que se deve à redução de fragmentos naturais entre 1998 e 2010, e à revitalização de APP's, verificada entre 2010 e 2017. Em síntese, infere-se que a urbanização foi fomentada pelos Planos Diretores; no entanto, os movimentos sociais frearam algumas ações negativas para a microbacia.

REFERÊNCIAS

- BRESSANE, A. et al. Sistema de apoio à gestão de áreas verdes na preservação permanente de corpos hídricos urbanos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, 957-969, jul-set, 2016.
- DIGITALGLOBE. Imagem de satélite. São Carlos, 2017.
- FAUSTINO, A. S. **Ocupação urbana e drenagem de água pluviais na microbacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme, São Carlos-SP: uma abordagem na perspectiva da infraestrutura verde**. 2014. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão e Análise Ambiental) – Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PONS, N.A.D. **Levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos – SP, com auxílio de geoprocessamento**. 2006. 233f. v.1. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- SÃO CARLOS (Município). Lei Nº 13.691 de 25 de novembro de 2005. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências.
- SÃO CARLOS (Município). Lei Nº 18.053 de 19 de dezembro de 2016. Estabelece o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências.
- SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Disponível em: <www.imp.seade.gov.br/frontend/#!/perfil>. Acesso em: 22 abr. 2017.
- VEREDAS – CAMINHO DAS NASCENTES. Apresentação do III Seminário Microbacia Santa Maria do Leme. São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://blogveredas.blogspot.com.br/p/links-videos.html>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

3.17 ANÁLISE DA PAISAGEM PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS À CONSERVAÇÃO EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

Karina Grisólia Rodrigues Branco – Engenheira Florestal, Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Email: karinabranco@usp.br

Juan Pedro Pieroni – Biólogo – Doutorando em Geociências e Meio Ambiente, UNESP, Email: pieronibio@hotmail.com

Gilda Carneiro Ferreira – Engenheira de Minas – Professora/Pesquisadora UNESP, Email: gildacf@rc.unesp.br

Roberta Aversa Valente, Engenheira Florestal – Professora/Pesquisadora UFSCar, Email: roavalen@ufscar.br

RESUMO

As alterações de paisagens naturais estão diretamente relacionadas à qualidade e a quantidade de recursos hídricos presentes em uma bacia hidrográfica, sendo essa delimitação do território uma unidade fundamental para o planejamento ambiental. Assim, o objetivo do presente trabalho é definir níveis de prioridade à conservação das microbacias hidrográficas da sub-bacia do Médio Corumbataí, por meio de características da paisagem das Áreas de Preservação Permanente (APP). Foi utilizado o mapa de uso e cobertura do solo da sub-bacia do Médio Corumbataí, para avaliação da paisagem das áreas de APP hídrica em ambiente SIG das 19 microbacias que compõem essa sub-bacia. A partir da quantificação da cobertura florestal, foi estabelecida o índice de priorização para as microbacias. Os resultados apontam que três microbacias apresentaram cobertura florestal inferior à 50 %, e que em 70% das microbacias a degradação foi representada pela pastagem e em 30 % pela cultura da cana-de-açúcar. A priorização de áreas à conservação mostrou que cinco das microbacias encontram-se na classe muito baixa a baixa. Conclui-se que o método foi adequado para identificação de microbacias mais impactadas e pode ser utilizada para o direcionamento de recursos.

Palavras-Chave: Priorização, recurso hídrico, Código Florestal.

ABSTRACT

Changes in natural landscapes are directly related to the quality and quantity of water resources in a watershed, and this delimitation of the territory is a fundamental unit for environmental planning. Thus, the objective of the present work is define priority levels for the conservation of micro watersheds of the Médio Corumbataí sub-basin, through the landscape characteristics of the Permanent Preservation Areas (PPA). The land use and cover map of the Médio Corumbataí sub-basin was used to evaluate the landscape of the water PPA areas in the GIS environment of the 19 micro watersheds that compose this sub-basin. From the quantification of the forest cover, the prioritization index for micro watersheds was established. The results indicate that three micro watersheds presented forest cover less than 50%, and that in 70% of the micro watersheds, degradation was represented by pasture and in 30% by the sugar cane crop. The prioritization of areas for conservation showed that five of the micro watersheds are in the very low to low class. It is concluded that the method was suitable for the identification of more impacted micro watersheds and can be used for resource allocation.

Keywords: Prioritization, water resource, Forestry Code.

INTRODUÇÃO

A substituição de paisagens naturais resultantes de ações antrópicas, afeta a disponibilidade e a qualidade de recursos hídricos, os quais, por sua vez, são fundamentais para manutenção dos atuais modos de vida das populações (BRAUMAN et al., 2007; CARVALHO-SANTOS et al., 2014).

Segundo Chaves e Santos (2009) as bacias hidrográficas mais impactadas em relação à qualidade e quantidade de água, são justamente aquelas que passaram por um processo de ocupação não planejado, sendo esses impactos relacionados ao fluxo de nutrientes e sedimentos para o leito dos rios. Assim, surge a necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos, como forma de equilibrar a demanda das necessidades do uso múltiplo, como abastecimento, irrigação, rotas de navegação fluvial, geração de energia elétrica, lazer, turismo, conservação da vida selvagem, dentre outras (MORALES; ANTONELLO, 2004).

Existe um consenso, entre pesquisadores que se dedicam ao setor ambiental, de que as microbacias e bacias hidrográficas constituem-se em uma unidade fundamental para o planejamento territorial em suas especificidades (CUNHA, 1997).

Diversas abordagens podem ser empregadas na priorização de áreas em bacias hidrográficas visando a conservação dos recursos hídricos, tomando-se diversos critérios na tomada de decisão, também levando em conta o uso e cobertura do solo presente na área (CATELANI et al., 2012; VETTORAZZI; VALENTE, 2016).

O objetivo do presente trabalho é definir níveis de prioridade à conservação das microbacias hidrográficas da sub-bacia do Médio Corumbataí, por meio de características da paisagem das Áreas de Preservação Permanente (APP).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é a sub-bacia do Médio Corumbataí, que compõe a bacia hidrográfica do rio Corumbataí, localizada na porção centro-leste do estado de São Paulo. Essa sub-bacia abrange 17 % da área total da bacia, o que corresponde a 29.316,6 ha, e é subdividida em 19 microbacias (Figura 1).

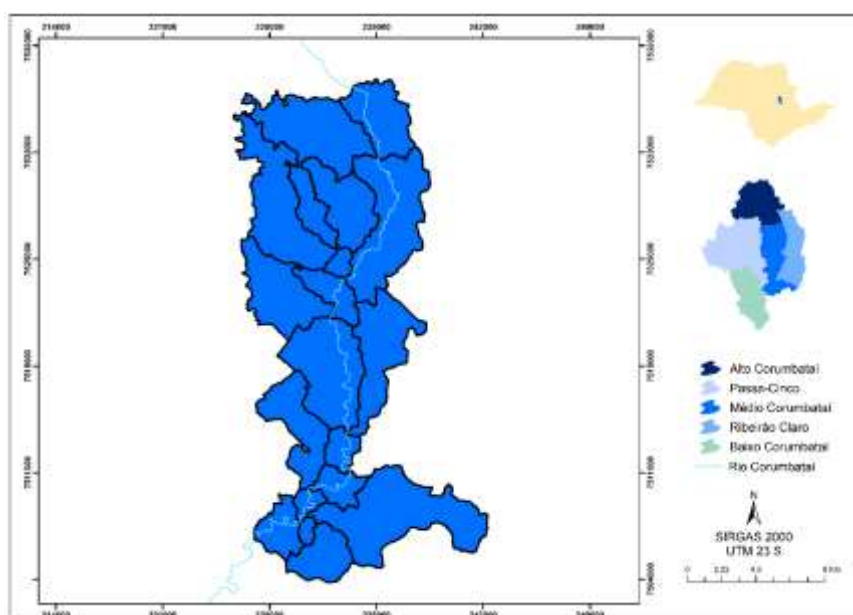


Figura 1. Localização da sub-bacia do Médio Corumbataí na bacia do rio Corumbataí e no estado de São Paulo.

A sub-bacia foi selecionada devido ao fato de apresentar microbacias que são tributárias diretas do rio Corumbataí, que consiste no principal rio da bacia hidrográfica do rio Corumbataí.

Para análise da paisagem das microbacias que compõe a sub-bacia de estudo, foi utilizado o mapa de uso e cobertura do solo produzido por Vedovato (2013), a hidrografia e os pontos de localização das nascentes. A APP hídrica foi gerada no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis 10.3, inserindo uma faixa de 50 m para as nascentes e 15 m para os cursos d'água. Realizou-se a sobreposição entre o mapa o mapa de uso do solo e a APP gerada, para o diagnóstico e quantificação da atual das classes de uso do solo existentes na faixa de APP de curso d'água.

O índice de priorização gerado, considerou que as microbacias mais prioritárias ao desenvolvimento de ações de conservação são aquelas que apresentam menor cobertura florestal, e por consequência mais áreas degradadas. Foram definidas cinco classes de igual intervalo: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das microbacias analisadas observou-se que nenhuma apresenta a área de APP hídrica totalmente composta por floresta nativa, porém apenas três microbacias (3, 4 e 18) apresentaram cobertura florestal inferior à 50 %, conforme observado na Figura 2.

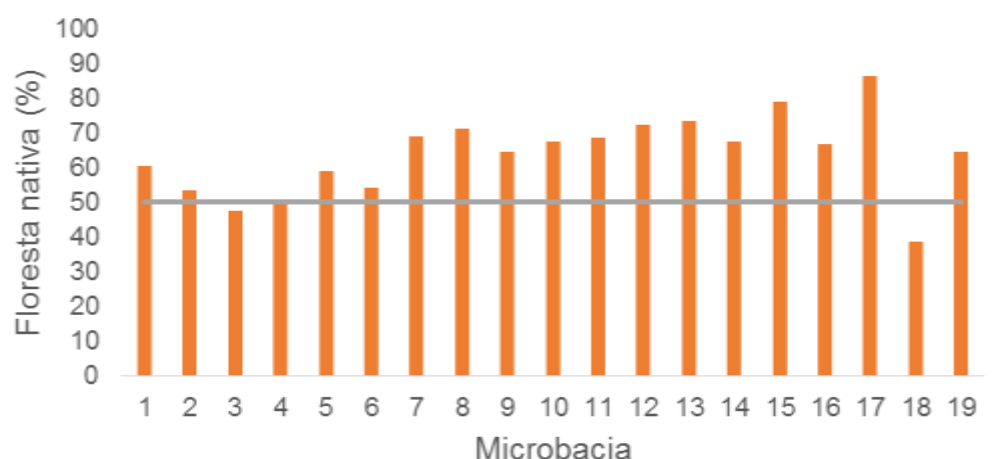


Figura 2. Floresta nativa na APP hídrica das microbacias da sub-bacia do Médio Corumbataí.

Em relação ao processo de degradação encontrado nas áreas de APP hídrica, observou-se que em 70% das microbacias, esse foi predominantemente representado pela pastagem e em 30 % pela cultura da cana-de-açúcar, caracterizando a degradação das áreas de APP em relação ao parâmetro cobertura florestal segundo o Código Florestal (LEI 12.651/2012), que regulamenta o mínimo de recomposição para essas áreas.

A partir dessa análise da paisagem, foi possível definir os níveis de prioridade de conservação para as 19 microbacias da sub-bacia do Médio Corumbataí, conforme apresentado na Figura 3.

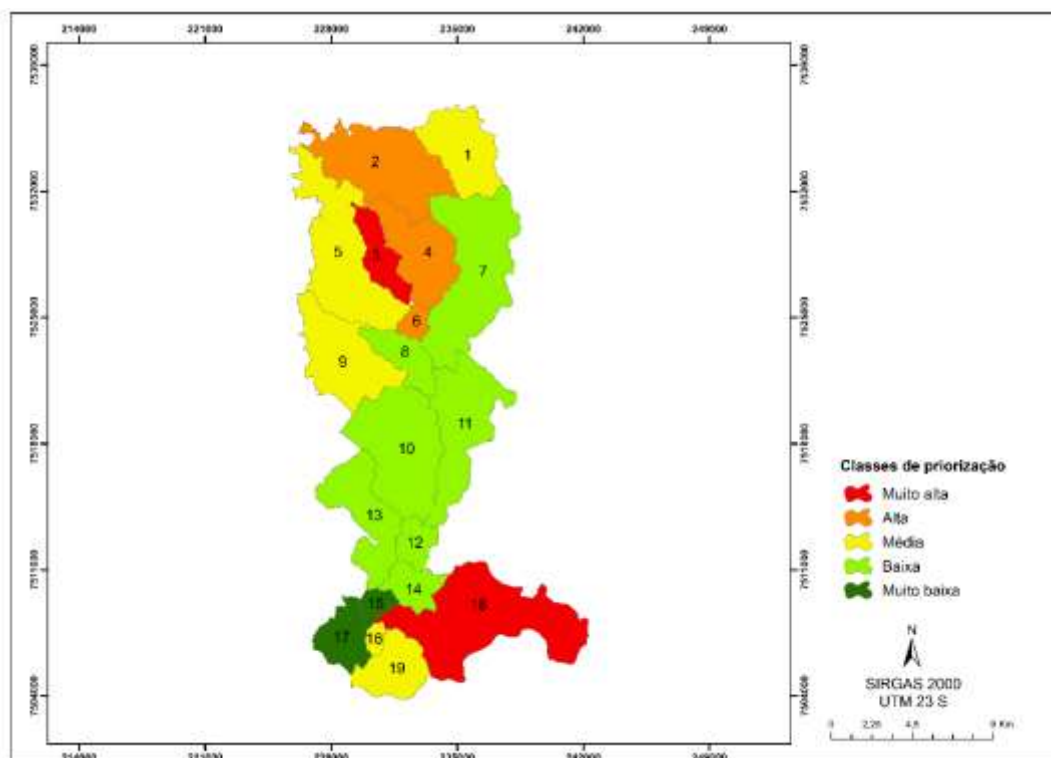


Figura 3. Níveis de prioridade à conservação das microbacias hidrográficas da sub-bacia do Médio Corumbataí.

O desenvolvimento de ações de conservação nas microbacias das classes muito baixa e baixa, resultaria na recuperação de 322 ha de floresta nativa, porém a priorização consiste apenas em um instrumento de direcionamento de custos para projetos de restauração (Duarte et al., 2016), e cumprindo as determinações do Código Florestal (BRASIL, 2012) para toda a sub-bacia, a recuperação florestal em área de APP hídrica deveria ocorrer em 871 ha, o que corresponde a 3% da área total da sub-bacia do Médio Corumbataí.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a região estudada se encontra degradada, devido a presença de áreas de APP hídrica que não apresentam vegetação nativa, o que pode ser evidenciada pela análise da paisagem das microbacias hidrográficas no ambiente SIG.

A priorização de áreas à conservação possibilitou a identificação dessas áreas e pode ser utilizada para o direcionamento de recursos disponíveis.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em: 31 jan. de 2017.

BRAUMAN, K.A., DAILY, G.C., DUARTE, T.K., MOONEY, H.A. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. Annual Review of Environment Resources, v. 32, p. 67–98, 2007.

CARVALHO-SANTOS, C., HONRADO, J.P., HEIN, L. Hydrological services and the role of forests: conceptualization and indicator-based analysis with an illustration at a regional scale. *Ecological Complexity*, v. 20, p. 69–80, 2014.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T.; TARGA, M. S.; DIAS, N. W. Determinação de áreas prioritárias para o restabelecimento da cobertura florestal, apoiada no uso de geotecnologias. *Revista Ambiente & Água – An interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 7, n. 3, 2012.

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L. B. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.922-930, 2009.

CUNHA, C. M. L. A. Quantificação e mapeamento de perda de solo por erosão com base na malha fundiária. 1997.152f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

DUARTE, G. T.; RIBEIRO, M. C.; PAGLIA, A. P. Ecosystem service modeling as a tool for defining priority areas for conservation. *PLoS ONE*, v. 11, n. 5, 2016.

MORALES, N.; ANTONELLO, S. L. Gestão das águas subterrâneas com uso de ferramentas de geoprocessamento. *Revista Ciência em Extensão*, v. 1, p. 167, 2004.

VEDOVATO, L. B. Áreas prioritárias para conservação e restauração da paisagem utilizando multicaminhos e informações de avifauna. Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013.

VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. A. Priority areas for forest restoration aiming at the conservation of water resources. *Ecological Engineering*, v. 94, p. 255-267, 2016.

3.18 PRÁTICAS DE CONDUÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL NO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Maria Fernanda Sala Minucci – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp - São Paulo – SP – Brasil - e-mail: mminnucci@sabesp.com.br; Miriam Moreira Bocchiglieri - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp - São Paulo – SP – Brasil - e-mail: miriammoreira@sabesp.com.br; Wanderley da Silva Paganini – Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo / Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp - São Paulo – SP – Brasil – email: paganini@usp.br

RESUMO

A restauração ecológica em ecossistemas degradados ou alterados pode ser exigida legalmente em situações específicas, destacando-se os processos de emissão de autorizações e licenças ambientais pelos órgãos competentes, bem como nos casos de reparação de danos ambientais, ou como medidas mitigadoras e em compensações ambientais, por meio de instrumentos, tais como Termos de Compromisso de Recuperação Ambiental e Termos de Ajustamento de Conduta, entre outros. Desse modo, esse artigo discute e propõe formas de otimização e diminuição de custos com restauração ecológica, considerando os dados de literatura e as diversas práticas utilizadas atualmente, estabelecendo-se uma estratégia para possibilitar a identificação da estratégia de restauração mais adequada, conforme o caso. Conclui-se que a condução da regeneração natural em áreas a serem restauradas, realizada através do controle dos fatores de perturbação e de técnicas de nucleação é uma ferramenta extremamente útil que também pode ser associada a plantios em área total, auxiliando no restabelecimento dos fluxos ecológicos e aumentando as possibilidades de sucesso na restauração ecológica.

Palavras-chave: Restauração Ecológica. Meio Ambiente. Nucleação. Regeneração Natural

ABSTRACT

Ecological restoration in degraded or altered ecosystems may be legally required in specific situations, with emphasis on the processes of issuing environmental permits and licenses by the competent bodies, as well as in cases of reparation for environmental damage, as mitigation measures and environmental compensations, Through instruments such as Environmental Recovery Commitment Terms and Terms of Conduct Adjustment, among others. Thus, this article discusses and proposes ways of optimizing and reducing costs with ecological restoration, considering the literature data and the various practices currently used, establishing a strategy to enable the identification of the most adequate restoration strategy, as appropriate. It is concluded that the conduction of natural regeneration in areas to be restored, accomplished through the control of disturbance factors and nucleation techniques, is an extremely useful tool that can also be associated to plantations in total area, aiding in the reestablishment of ecological flows And increasing the chances of success in ecological restoration.

Key words: Ecological Restoration. Environment. Nucleation. Natural Regeneration

INTRODUÇÃO

Diversas motivações levam a ações de restauração ecológica, que podem ser decorrentes de obrigações do licenciamento e compensações ambientais, ou podem ser incentivadas através de pagamentos por serviços ambientais, ou ainda podem ser ações voluntárias, visando a qualidade da água e a melhoria do ambiente como

um todo. Por isso é fundamental a busca por formas mais rápidas e econômicas de restauração ecológica.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é discutir e propor formas de otimização e diminuição de custos com restauração ecológica.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada consiste no levantamento e análise da literatura especializada e informações disponíveis sobre práticas de restauração ecológica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo para qualquer restauração ambiental é fazer o diagnóstico adequado da área. Através dele pode-se escolher a estratégia de restauração mais adequada. Para tanto é necessário fazer uma série de levantamentos:

- Identificação do local e do tipo de ecossistema a ser restaurado.
- Identificação dos fatores causadores da degradação e da necessidade de intervenções diretas para a restauração.
- A identificação do grau de resiliência da área, sendo essa avaliação fundamental, considerando-se que resiliência é a capacidade de um ecossistema se recuperar e retornar a um estado próximo do original, após sofrer um determinado impacto.
- Histórico de uso. Solos exauridos por agricultura, por exemplo, costumam demandar intervenções mais expressivas.

Dependendo da situação encontrada, pode-se optar apenas pela condução da regeneração natural, pelo plantio em área total que pode ser associado à condução da regeneração natural de espécies nativas.

Condução da regeneração natural

A condução da Regeneração Natural compreende técnicas que auxiliam a colonização e o desenvolvimento da vegetação nativa na região. Essas técnicas podem ser divididas em dois grandes grupos: controle dos fatores de perturbação e sistemas de nucleação.

Controle dos fatores de perturbação

Dentre os fatores a serem controlados, destaca-se o controle de espécies exóticas, considerando o controle periódico dos competidores, tais como as plantas invasoras (capins) e as lianas (cipós) em desequilíbrio. Esse controle é feito pela capina da vegetação invasora e coroamento dos indivíduos que estão regenerando.

Outro fator a ser observado é a melhoria das condições do solo, como a adubação verde, subsolagem e a correção química do solo.

Para prevenir a entrada de animais de pastoreio e de outros agentes perturbadores é necessário providenciar o isolamento da área.

Também deve-se atuar para a prevenção de incêndios mediante a construção e manutenção de aceiros e/ou plantio e cercamento com espécies vegetais que não propagam o fogo.

Ações para controle da erosão e controle de formigas cortadeiras também necessitam ser observados na condução dos processos de regeneração natural.

Técnicas de nucleação

Os sistemas de nucleação também têm como base a sucessão secundária, e funcionam por meio do desenvolvimento de pequenos habitats (núcleos) promotores da regeneração natural.

Para a escolha adequada das técnicas de nucleação e da frequência com que elas serão utilizadas na restauração de uma área é fundamental a observação de alguns elementos tais como: a distância da oferta de propágulos, o nível de regeneração natural e de invasão de espécies vegetais exóticas (principalmente gramíneas) da área a ser restaurada).

A ideia da nucleação por meio da implantação dos núcleos é disparar gatilhos ecológicos no processo de regeneração natural. Os núcleos são elementos capazes de refazer processos naturais de sucessão, de formar novas populações, novos nichos de regeneração e gerar conectividade na paisagem.

Podem-se destacar diversos métodos para nucleação, conforme descrição a seguir.

A transposição do solo consiste na retirada de uma camada superficial de solo com cerca de 10 cm de profundidade em uma área com sucessão mais avançada. Além do banco de sementes ela permite a colonização da área degradada com uma diversidade de micro, meso e macroorganismos capazes de nuclear um novo ritmo sucessional.(Reis, A 2013), através da ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo e materiais minerais e orgânicos. A manutenção da área para esta prática consiste no coroamento de 1,5 m a partir do centro da parcela transposta e na retirada manual das espécies invasoras.

A transposição de galharia consiste no enleiramento de galhos, tocos, resíduos florestais e agrícolas. As leiras destes materiais devem ser distribuídas pela área a ser restaurada. A galharia enleirada proporciona abrigo para pequenos animais, além de manter um ambiente úmido e sombreado, propício a germinação de sementes de plantas mais adaptadas a esse tipo de ambiente. Além disso, são fontes de matéria orgânica, porque vão sofrendo a ação de agentes decompositores.

Existe a necessidade de cuidado na utilização de vegetação de espécies exóticas e/ou invasoras para que não propaguem sementes que possam “contaminar” o plantio. A manutenção da área para esta prática consiste no coroamento a partir de 1,5m do núcleo, na retirada manual das espécies invasoras e no incremento a partir do plantio de cipós não invasores.

Os poleiros artificiais são poleiros criados para proporcionar local de pouso e descanso para aves, atraindo o maior número de indivíduos possíveis, já que eles além de dispersarem sementes de outros lugares, atuam como agentes facilitadores, uma vez que ajudam na quebra de dormência de algumas sementes que passam no seu trato digestivo. Estes podem ser secos, sem folhas para as aves descansarem; ou verdes com plantas como trepadeiras, para as aves se abrigarem e construírem ninhos. Essa técnica é altamente recomendada, porque proporciona área de pouso e descanso para pássaros, permitindo assim, que utilizem essas áreas como intermediárias para deslocamentos entre os remanescentes florestais. No caso de poleiros verdes ainda é criado um ambiente propício para espécies vegetais que germinam à sombra. Pode ser feito através da amarração de bambus, de madeiras ou através do anelamento de alguma espécie exótica, como pinus ou eucalipto. A manutenção da área para esta prática consiste na reposição da estrutura, bambus ou madeiras, que tenham apodrecido, no coroamento de 1,5m ao redor do poleiro e na retirada manual das espécies invasoras. No caso dos poleiros verdes também deve ser verificada a necessidade de replantio de plantas trepadeiras.

O plantio de árvores em ilhas corresponde ao plantio de mudas de espécies nativas em ilhas com espaçamentos pequenos de no máximo 1 (um) metro dentro do núcleo e grandes espaços entre as ilhas. O plantio não é feito em área total. São feitos geralmente em grupos de cinco e de treze mudas e sempre com alta diversidade. Estes núcleos simulam a forma da expansão da floresta sobre o campo, que ocorre em pequenas manchas atraindo propágulos de áreas vizinhas e dispersores e, com eles, sementes. Estes núcleos vão se ampliando até cobrirem a área total. A escolha das espécies deve ser cuidadosa priorizando a interação com a fauna através da oferta de alimento e abrigo, além do sombreamento que algumas espécies podem proporcionar a outras favorecendo o desenvolvimento. A manutenção da área para esta prática consiste no coroamento, contemplando uma faixa de 1,5m a partir da ilha, na retirada manual das espécies invasoras e na reposição de mudas caso alguma tenha perecido.

A chuva de sementes consiste no conjunto de sementes de diferentes espécies que são depositadas em um determinado local, quer sejam oriundas de espécies próximas ou trazidas pelo vento ou através de outras formas de dispersão. A coleta dessa chuva de sementes de fragmentos próximos é uma forma de buscar a diversidade de espécies da região. Para isso, basta instalar coletores de sementes em áreas preservadas (fragmentos próximos) e ao final de determinado período recolher o material e despejá-lo na área a ser restaurada ou deixá-las para germinar em um local intermediário para após a germinação transplantá-las para o local que se deseja restaurar. A manutenção da área para esta prática consiste no coroamento a partir de 1,5 m do núcleo e na retirada manual das espécies invasoras.

CONCLUSÕES

Todo trabalho de Restauração Ecológica deve se orientar pela sucessão ecológica e por sua vez no processo de sucessão secundária, ou seja, no processo natural de recolonização de áreas perturbadas. Quando um ambiente sofre um impacto tal como desmatamento, queimada ou mineração, as espécies vão se sucedendo lentamente até o restabelecimento de uma estrutura e composição próximas das existentes originalmente.

A condução da regeneração natural em áreas a serem restauradas, realizada através do controle dos fatores de perturbação e de técnicas de nucleação é uma ferramenta extremamente útil que também pode ser associada a plantios em área total, auxiliando no restabelecimento dos fluxos ecológicos e aumentando as possibilidades de sucesso na restauração ecológica. A estratégia de recuperação deve ser baseada sempre no diagnóstico da área para a correta definição das técnicas e sua frequência de uso. Quanto maior a diversidade de técnicas utilizadas mais rápido ocorrerá a restauração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECHARA, F. C. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga 2006. 248f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). 2013. Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. The Nature Conservancy, Belém, PA, 2013.

REIS, A.; BECCHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*. V.1, n.1, p.28-16, 2003.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Eds.). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*, p. 91-110. Botucatu, FEPAF, 2003.

SANTANA, C.S.; TRES, D. R.; REIS, A.; Restauração ecológica: sistemas de nucleação / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. Recurso eletrônico. São Paulo, SMA, 2011.

3.19 MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA TEMPORAL DA MICROBACIA CÓRREGO DO VISTA ALEGRE, ALCobaÇA/BA

Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero¹

Regina Célia de Oliveira²

Denivaldo Ferreira de Souza¹

¹Discentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

pedrosphangero@ige.unicamp.br

denivaldosouza@ige.unicamp.br

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

reginacoliveira@ige.unicamp.br

RESUMO

O mapeamento do uso e ocupação da terra é uma ferramenta auxiliar de suma importância no planejamento ambiental e na tomada de decisão. Foram mapeadas 6 classes de uso e ocupação da terra da microbacia do Córrego Vista Alegre, no município de Alcobaça por meio de imagens orbitais *Landsat 5* e *8* do ano de 1984, 1996, 2006 e 2017. O objetivo deste estudo é gerar um mapa de uso e ocupação da terra temporal na escala 1:50.000. Às áreas das classes utilizadas e seus respectivos percentuais, fornecem subsídios para futuros estudos de planejamento ambiental e ordenamento da paisagem do município. Como resultados, foi permitido constatar o avanço do plantio de eucalipto na microbacia estudada e diminuição considerável das áreas de culturas temporárias, muitas transformadas em pastagem ou em áreas de silvicultura de eucalipto. A cobertura vegetal, representada pelas classes área florestal (arbórea) e área floresta (arbustiva) tiveram uma diminuição de quase metade de suas áreas.

Palavras-chave: Mapeamento temporal. Classificação orientada ao objeto. Análise do uso e ocupação da terra.

ABSTRACT

The mapping of land use and occupation is an extremely important auxiliary tool in environmental planning and decision making. Were mapped 6 classes of land use and occupation of the stream Vista Alegre watershed in Alcobaça town, by means of Landsat 5 and 8 orbital images from the year 1984, 1996, 2006 and 2017. The objective of this study is to produce a map of use and occupation of temporal land using the 1: 50,000 scale. The classes of the examined areas and their respective percentages provide subsidies for future studies of environmental and landscape planning in Alcobaça. As results, it was possible to observe the progress of eucalyptus plantation in the studied micro basin and a considerable reduction in temporary crops areas, many transformed in pasture or in areas of eucalyptus silviculture. The vegetation cover, represented by the forest (tree) and forest (shrub) areas, had a decrease of almost half.

Key words: Temporal mapping. Object oriented classification. Analysis of land use and occupation.

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas despertam na sociedade a necessidade de realizar estudos científicos como meio de gerenciar, monitorar e educar o uso do espaço e

com o objetivo de encontrar o equilíbrio entre o uso antrópico e a preservação do meio ambiente (MUEHE, 1998).

O monitoramento consiste na busca de conhecimento de toda a sua utilização por parte da sociedade, a classificação de categorias de vegetação natural que reveste o solo e suas respectivas localizações. De forma sintética, a expressão “uso da terra” pode ser entendida como sendo a forma como a paisagem está sendo ocupada pelo homem (ROSA, 2007).

A microbacia do Córrego Vista Alegre localiza-se no município de Alcobaça, Extremo Sul da Bahia, que até meados da década de 1950 manteve-se isolada, tendo como única forma de comunicação com as outras regiões a via marítima. A construção da BR-101 foi o marco para as transformações da paisagem da região com o desmatamento da Mata Atlântica e em seguida com o aparecimento da pecuária extensiva junto à implantação de novas culturas, como o coco-da-baía, mamão, maracujá, melancia e posteriormente a silvicultura e consolidação da pecuária de corte como principais receitas dos municípios da Costa das Baleias. Na microbacia do Córrego Vista Alegre apresenta o primeiro assentamento do Movimento dos Sem Terras em Alcobaça, a comunidade 4045 (Figura 1).

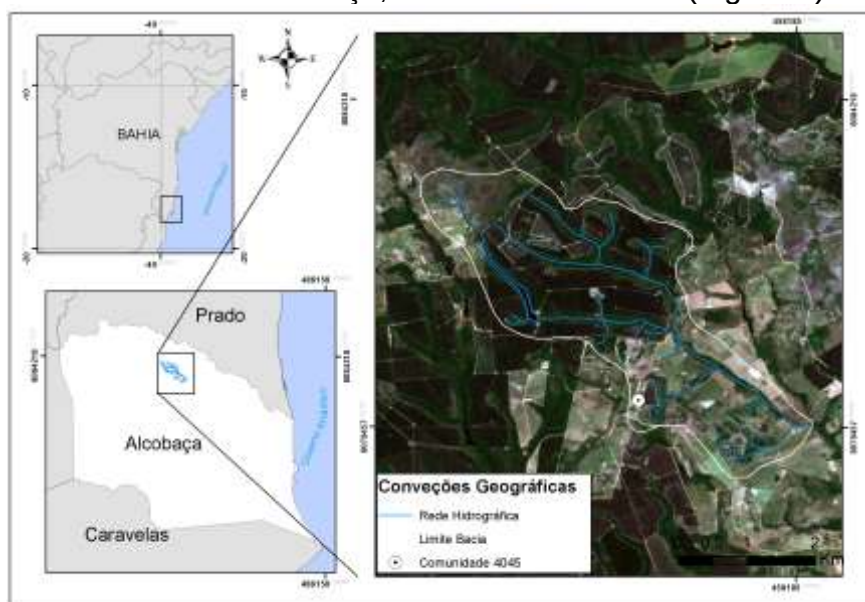


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. Sistema de Coordenadas Sirgas 2000, UTM 24S

Desta forma, definiu-se como objetivo deste trabalho a análise do uso e ocupação da terra temporal do ano de 1984, 1996, 2006 e 2017 da microbacia do Córrego do Vista Alegre no município de Alcobaça, Bahia, na escala de 1:50.000 com imagens do *LandSat 5* e *LandSat 8*.

METODOLOGIA

Para a elaboração do mapeamento de uso e ocupação da terra foram desenvolvidas as seguintes etapas, descritas a seguir (Figura 2).

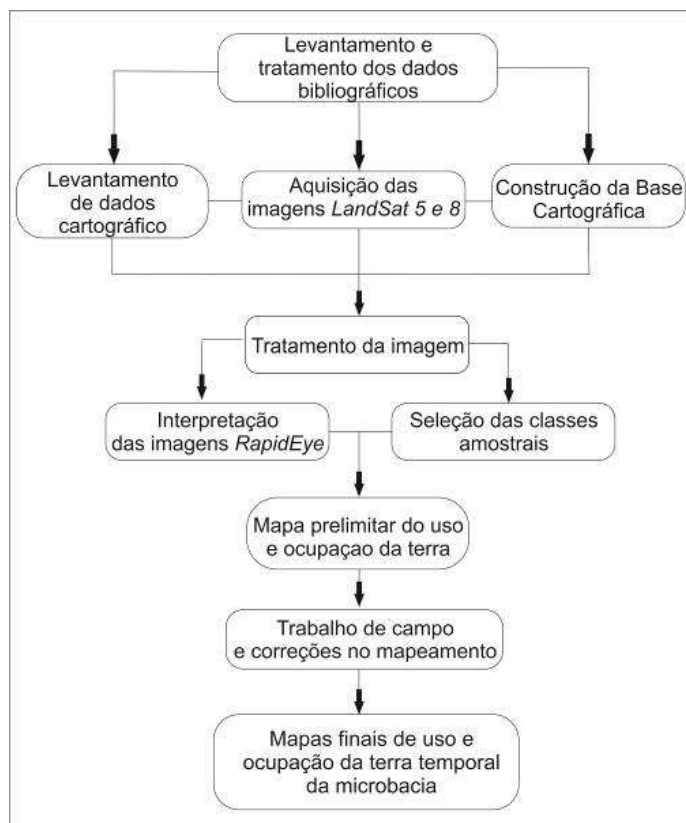


Figura 2. Fluxograma esquematizado das etapas metodológica do mapeamento do uso e ocupação da terra.

Foi realizado o levantamento bibliográfico de informações pretéritas sobre atividades econômicas, formação e histórico da formação da cidade de Alcobaça, referências teórico-metodológicas e classificação de uso e ocupação da terra.

Foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG), *eCognition* na realização da classificação orientada ao objeto e o *ArcGis 10.4* na convecção final dos mapas. Todo o trabalho foi desenvolvido no sistema de *datum* Sirgas 2000, UTM 24S.

Na elaboração do mapeamento de uso da terra temporal foram utilizadas imagens de satélite *LandSat 5* para os anos 1984, 1996 e 2006 com resolução espacial 30 metros e o satélite *LandSat 8* para o ano de 2017 também na resolução espacial de 30 metros. A escolha do *eCognition* na classificação orientada ao objeto é devido a sua lógica de classificação que utiliza a análise do *pixel* de acordo com os padrões identificadores, como cor, textura, métrica e contexto. Para melhorar a qualidade da imagem foram aplicadas técnicas de contraste com o objetivo de aumentar a discriminação visual dos objetos e correção geométrica para eliminar prováveis distorções na imagem.

No *eCognition*, foi aplicado o processo de segmentação, que são divididos em três parâmetros. O parâmetro de escala que determina a heterogeneidades máxima e mínima dos objetos. Quanto maior o valor dado ao parâmetro escala maiores serão os objetos. O parâmetro de forma que representa a união dos parâmetros de compacidade e suavidade. O parâmetro de suavidade é a razão da área do objeto e o raio da circunferência abrangente, e o parâmetro de suavidade expressa o limite entre o objeto. (ESCH *et al.*, 2008)

Para definir melhor a segmentação, foram feitos diversos testes em diferentes parâmetros de escala e de critérios de forma e compacidade. O valor definido para parâmetro de escala foi de 20 e critério de forma e compacidade definidas como 0,1

e 0,5, respectivamente. Na classificação foram utilizados o algoritmo *assign class* e descritor *mean NDVI* com os dados de entrada sendo a composição de todas as bandas com resolução 30 metros do LandSat 5 e 8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 mostra o mapa de uso da terra nos anos de 1984, 1996, 2006 e 2017 da microbacia do Córrego Vista Alegre. A tabela 1 apresenta a área ocupada pelas diferentes categorias de uso da terra encontradas durante os anos estudados.

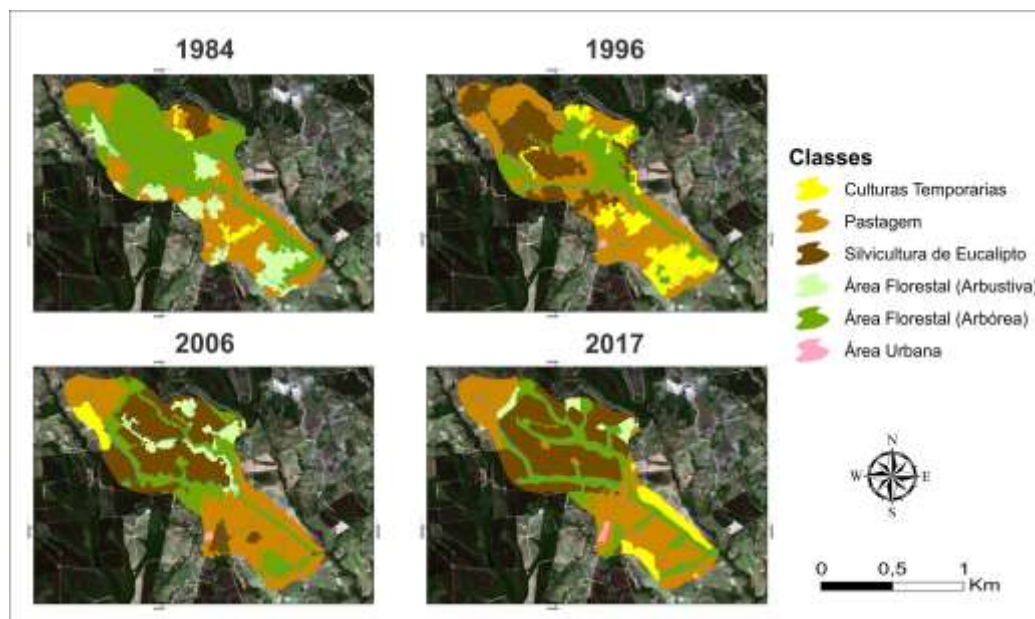


Figura 3. Mapa do uso e ocupação da terra dos anos de 1984, 1996, 2006 e 2017 da microbacia do Córrego Vista Alegre. Sistema de Coordenadas Sirgas 2000, UTM 24S.

Tabela 1. Uso e ocupação da terra temporal da microbacia do Riacho Vista Alegre

Classe	1984	1996	2006	2017
Área Urbana	0,1% (0,006km ²)	0,2% (0,02km ²)	0,2% (0,02km ²)	0,5% (0,05km ²)
Área Florestal (Arbórea)	45,8% (4,54km ²)	21,8% (2,16km ²)	22,1% (2,19km ²)	23,3% (2,31km ²)
Área Florestal (Arbustiva)	14,9% (1,48km ²)	0,0% (-)	6,8% (0,67km ²)	3,0% (0,3km ²)
Culturas Temporárias	2,6% (0,26km ²)	16,1% (1,6km ²)	2,6% (0,26km ²)	6,2% (0,62km ²)
Pastagem	33,7% (3,34km ²)	39,7% (3,93km ²)	34,1% (3,38km ²)	32,5% (3,23km ²)
Silvicultura de Eucalipto	2,9% (2,2km ²)	22,2% (2,2km ²)	34,2% (3,39km ²)	34,2% (3,39km ²)

A área total da microbacia é de 9,91km². Atualmente, a forma predominante de uso da terra é constituída primeiramente pela silvicultura de eucalipto, com 34,5% e pastagem com valor representativo de 32,5%. Pode-se observar na tabela 1 um aumento significativo na presença da silvicultura na microbacia. Acompanhando essa tendência também temos um leve aumento da classe de área urbana

decorrente do aumento populacional, entretanto, não houve aumento da área de culturas temporárias, o que pode vir a significar problemas de desemprego decorrente da ocupação de eucalipto e pecuária das áreas agricultáveis.

A cultura temporária passou 2,6% em 1984 para mais de 15% em 1996, entretanto, os anos seguintes foram de quedas significativas passando a representar 6,2% de área ocupada atualmente. Quanto à área de pastagem não houveram mudanças significativas dos valores anuais. Os valores mais preocupantes são representados pela classe de Área Florestal (Arbórea) e Área Floresta (Arbustiva). Ambas apresentaram grandes diminuições, decorrentes dos avanços das atividades de pastagem e eucalipto.

CONCLUSÕES

A microbacia estudada sofreu uma forte ocupação da silvicultura nos últimos 30 anos e ainda há grande presença da pastagem como forma predominante de ocupação. Foram observados a presença de pecuária e eucalipto em áreas destinadas a preservação, bem como uma das nascentes do Córrego Vista Alegre.

Considerando a rápida mudança no uso e ocupação da terra, é possível pressupor que se continuar nesse ritmo, dentro de alguns anos a microbacia do Córrego Vista Alegre não proporcionará água com qualidade e volume necessários para o abastecimento da comunidade 4045.

Levantamentos futuros nesta temática fornecerão subsídios para monitorar e analisar a mudança do uso e ocupação do solo, avaliando os impactos ambientais que servirão de base para a elaboração de um planejamento ambiental cada vez mais eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, R. L.; OLIVEIRA, R. C. **Análise das paisagens do litoral sul do estado de São Paulo**. Revista Sociedade & Natureza, n. 3, set/dez. 2012.

ESCH, T.; THIEL, M.; BOCKS, M.; ROTH, A.; DECH, S. Improvement of imageof segmetation accuracy based on multiscale optimization procedure. **IEEE Geoscience Remoto Sensing Latters**, v.5, p.463-467, 2008.

MUEHE, G. de C. O Litoral Brasileiro e sua compartimentação. In: Cunha, S.B. e GUERRA, A. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S. A., 1998. p. 273-349

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

3.20 MAPEAMENTO DAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA ÁGUA DA LÚCIA- BOTUCATU/SP ATRAVÉS DO USO DO GEOPROCESSAMENTO

Aline Kuramoto Gonçalves- Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: aline587@gmail.com

Yara Manfrin Garcia- Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: yaramanfrin@hotmail.com

Gabriel Rondina Pupo da Silveira- Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: gabrielrondina@hotmail.com

Victor Costa Leda- Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: victorleda@gmail.com

Natália da Silva Lima- Mestandado Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: nataliadslima@gmail.com

Zacarias Xavier de Barros- Docente do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: zacariasxb@fca.unesp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Água da Lúcia, localizada no município de Botucatu/ São Paulo, sendo está sub bacia da bacia hidrográfica do Capivara, um dos mananciais de abastecimento de água para a região. O ano de análise se refere a 2017, através do uso de imagem do satélite Sentinel-2. Assim, com o mapeamento buscou-se avaliar a importância de entender as dinâmicas e conhecer o espaço geográfico ao longo da bacia, já que a mesma tem a sua importância para o município de Botucatu. Os resultados finais apontam que a maior classe de uso e ocupação da terra são áreas de cultivo de cana de açúcar 784,15 hectares (39,77%).

Palavras-Chave: Planejamento Ambiental. Classes. Sistema de informação geográfica.

ABSTRACT

The objective of this work was to map the land use and occupation of the water catchment area of Ribeirão Água da Lúcia, located in the municipality of Botucatu / São Paulo being this sub basin of the catchment area of Capivara, one of the sources of water supply for the region. The year of analysis refers to 2017, through the use of the Sentinel- 2 satellite image. Thus, the mapping sought to evaluate the importance of understanding the dynamics and know the geographic space along the basin, since it is of important sub basin for the municipality of Botucatu. The final results indicate that the largest class of use and occupation are areas of sugarcane cultivation 784.15 hecatres (39.77%).

Keywords/Palabras-clave: Environmental planning. Classes. Geographic Information System.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, as ações antrópicas em diferentes espaços, seja no urbano ou rural, têm como um dos princípios a busca e a melhora do seu próprio desenvolvimento em transformar os espaços naturais e usufruir dos recursos para suas necessidades, sem considerar as limitações do ambiente.

Os elementos que compõem a paisagem têm muitas vezes uma interpretação fragmentada, e assim ocorrendo os desequilíbrios ambientais já conhecidos. Por isso, optou-se nesse trabalho adotar a unidade de estudo sendo a bacia hidrográfica, o que constitui um dos fundamentos da Lei Federal nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. De conceito, uma bacia hidrográfica é unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental, com vistas ao desenvolvimento regional sustentável.

No caso de uma bacia hidrográfica, o mapeamento do uso e cobertura da terra é um elemento de fundamental importância no planejamento ambiental, relacionando-se diretamente às atividades econômicas desenvolvidas em determinada área. Santos (2004, p.97) ressalta que “uso e ocupação das terras é um tema básico para planejamento ambiental, porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impactos sobre os elementos naturais. É uma ponte essencial para a análise de fontes de poluição e um elo importante de ligação entre as informações do meio biofísicos e socioeconômico”.

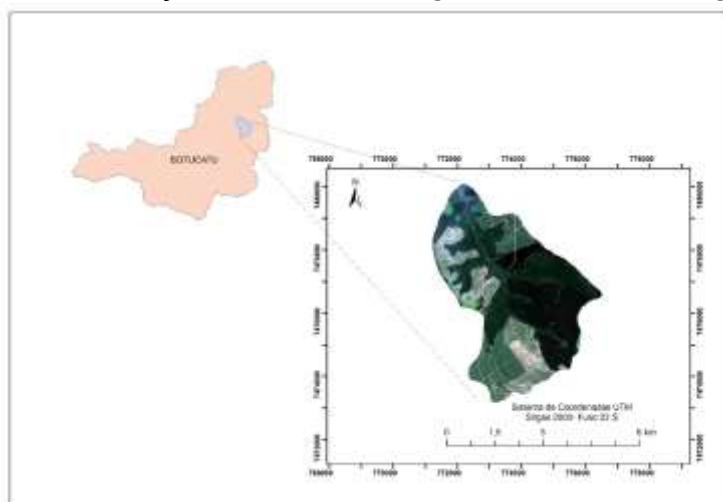
Assim, o estudo e o levantamento do uso e ocupação da terra se pressupõe de informações que visam a serem trabalhadas valendo-se do uso de técnicas de geoprocessamento utilizados para a caracterização, dessa forma, o uso de geotecnologias vem a garantir que a classificação seja um processo menos custos em tempo e processamento, no reconhecimento de padrões de uso e ocupação das terras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Água da Lúcia está inserida no município de Botucatu, do estado de São Paulo, Brasil (figura 1). Está situada entre as coordenadas geográficas 48°18'27" a 48°21'29" de longitude W de Gr. e 22°45'49" a 22°49'28" de latitude S e altitude de 559 m.

Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água da Lúcia, Botucatu/SP.



Para a delimitação da bacia hidrográfica teve como base a Carta Planialtimétrica em formato digital, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (1973), folha de Botucatu(SF-22-R-IV-3), em escala 1:50000.

Para a definição das classes de uso e cobertura da terra, foi utilizado o Manual técnico de uso da terra, publicado pelo IBGE (2006), que apresenta os princípios teóricos metodológicos para o levantamento do uso e da cobertura da terra.

Utilizou-se a imagem de satélite digital, bandas 4, 3 e 2 do Sentinel-2, passagem de Março de 2017, com resolução de 10 metros. Para a composição da imagem RGB (Red Blue Green), utilizou-se da função *Composite bands* do programa ArcGis.

Para o georreferenciamento foi utilizado o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, datum SIRGASS 2000. Desta forma, foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi gerado um arquivo de correspondência.

Para a classificação das classes de uso e ocupação das terras foram identificadas e diferenciadas a partir da classificação supervisionada, conhecido como classificação em tela sendo áreas de delimitadas por polígonos sobre cada uso da terra na imagem para objetos homogêneos. A criação dessas feições foi pela ferramenta *Feature Class* para a delimitação. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado foi o programa ArcGis 10.3 para o georreferenciamento e processamento do banco de dados e na elaboração do mapa final de uso da terra.

As unidades de mapeamento e a menor área a ser mapeada na bacia hidrográfica foram definidas através de chaves de interpretação. Florenzano (2007, p.44) trata que “independente da resolução e escala, as imagens apresentam os elementos básicos de análise e interpretação, a partir dos quais se extraem informações de objetos, áreas ou fenômenos”. Os elementos são descritos por Novo (1995, p.253), são: tonalidade, cor, tamanho, forma, textura, padrão, altura, sombreamento, localização e contexto, definindo-se as classes de uso e ocupação da terra para o mapeamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do mapa de uso e ocupação atual da terra da bacia hidrográfica Ribeirão Água da Lúcia de 2017, foi possível identificar quatro (4) classes de uso que são: Mata, Reflorestamento, Cana e Pastagem. A cultura de cana com 784,15ha é a classe que representa o maior uso da bacia, que é uma atividade crescente na região, principalmente impulsionada pela proximidade de usinas de beneficiamento.

As áreas de pastagem (101,82ha) compreendem as áreas cobertas por gramíneas, arbustos e árvores dispersas, onde a pastagem foi sendo introduzida artificialmente com plantações de forrageiras.

Na Figura 2 tem-se o mapa de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão da Água da Lúcia de 2017 e na Tabela 1, os valores obtidos de cada uso.

Figura 2 - Mapa do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Água da Lúcia.

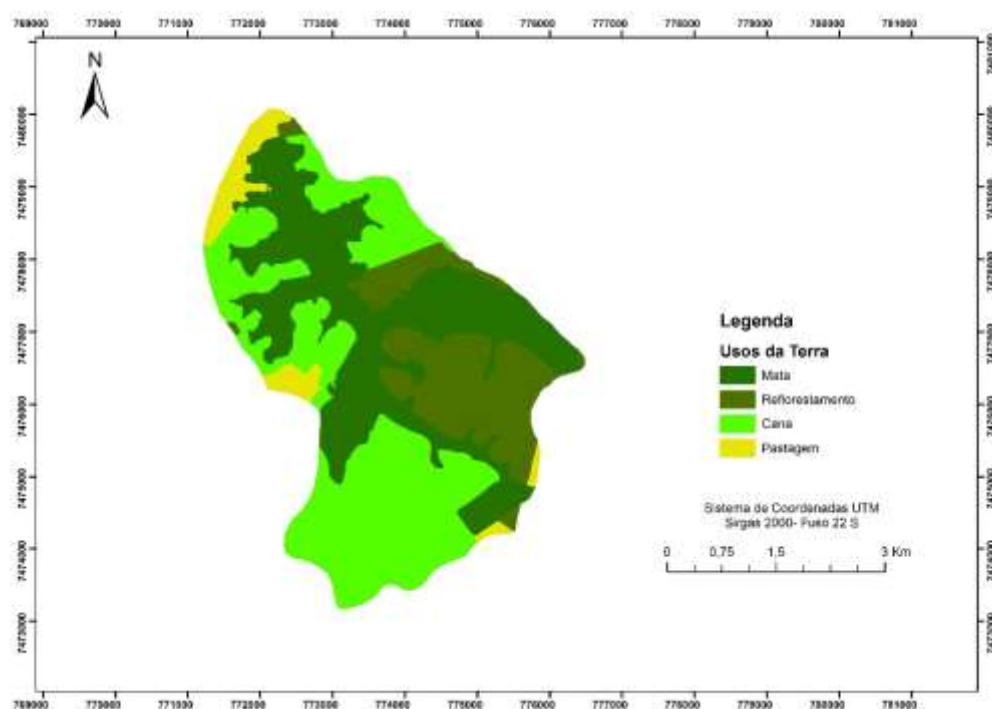


Tabela 1- Distribuição das classes e porcentagens de uso e ocupação da terra.

Classe de Uso da Terra	Uso e Ocupação da Terra 2017	
	Área (ha)	%
Mata	708,01	36,02
Reflorestamento	377,59	19,15
Cana de Açúcar	784,15	39,77
Pastagem	101,82	5,16
Total	1971,56	100

Quanto a classe mata corresponde a 708,01ha e sua presença é predominante ao longo do curso d'água, entretanto não é dominante na classe de usos da bacia, já que conta com a proximidade das áreas de cultivo de cana e pastagem. A classe de reflorestamento corresponde há 377,59ha da área da bacia.

A bacia hidrográfica do Ribeirão da Água da Lúcia apresentou seus elementos de uso e cobertura da terra que estabelecem uma série de inter-relações com os elementos constituintes de seu físico, dessa forma é possível estabelecer ações que visem o planejamento e sua gestão. Visto que o ribeirão, está incorporado ao sistema de abastecimento de água para a região, somente poderá ser conservado se estabelecidos os critérios e o disciplinamento do uso e ocupação da terra em toda sua área.

Desta forma, com base no exposto, pode-se afirmar que na área de estudo tem a predominância de áreas agrossilvipastoris, pois apresentam combinações de agricultura e pecuária. E devido as atividades antrópicas que podem causar problemas ambientais, enfatiza-se a adoção de medidas preventivas e corretivas.

CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica Ribeirão Água da Lúcia tem como sua classe de uso e ocupação da terra sendo agrícola (cana), sendo o contexto regional e a expansão do cultivo.

Através do uso de imagem de satélite e a utilização dos sistemas de informação geográfica mostram-se importantes ferramentas em função da facilidade e rapidez no mapeamento das unidades da paisagem e, dessa forma, permitiram subsidiar na elaboração de mapas digitais.

Espera-se que a partir do conjunto de uso de imagem de satélite e técnicas de geoprocessamento representaram a importância de ferramentas em gerar dados importantes que podem servir de subsídio a ações que envolvem planejamento, gestão, manejo adequado do solo na área da bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

FLORENZANO, T.G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. 2ª.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de uso da terra. 2ª.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

NOVO, E.M.L.de M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 2ª.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

POLLO, R. A.; BARROS, B. S. X.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. RODRIGUES, V. A. Caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão Água da Lucia, Botucatu, SP. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.163-174, 2012.

SANTOS, R.F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

3.21 DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NO SOLO SOB DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVAÇÃO DE PASTAGENS NATIVAS DE ÁREAS ÚMIDAS NO PANTANAL

Evaldo Luis Cardoso – Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Pantanal, Email: evaldo.cardoso@embrapa.br

Sandra Aparecida Santos – Zootecnista, Doutora em Zootecnia, Pesquisadora da Embrapa Pantanal, Email: sandra.santos@embrapa.br

Ana Helena Bergamin Marozzi Fernandes - Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia, Pesquisadora da Embrapa Pantanal, Email: ana.marozzi-fernandes@embrapa.br

Fernando Antonio Fernandes - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências, Pesquisador da Embrapa Pantanal, Email: fernando.fernandes@embrapa.br

Hellen Elaine Gomes Pelissaro – Engenheira Agrônoma, Doutora em Produção Vegetal, bolsista DCR-UFMS, Campus Pantanal, Email: gomespelissaro@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as variações nos atributos do solo em função de diferentes estados de conservação de pastagens nativas localizadas nas áreas úmidas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. As pastagens nativas avaliadas encontram-se em bordas de baias e o estado de conservação das pastagens (ECP) foi determinado a partir do percentual de cobertura de espécies forrageiras, classificados em três diferentes estados de conservação: ótimo (> 80% de cobertura de forrageiras), regular (65 a 80% de cobertura de forrageiras) e marginal (15 a 65% de cobertura de forrageiras). Amostras de solo foram coletadas em cada ECP, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, com três repetições, e submetidas a análise química. A maior disponibilidade de Ca^{2+} , Mg^{2+} , soma de bases trocáveis e K^{+} foi constatada nos ECP ótimo e regular, principalmente nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Entretanto, o maior destaque é para os elevados teores de C e N no ECP ótimo, representando mais que o dobro dos teores observados nos estados regular e marginal.

Palavras-Chave: Fertilidade do solo. Qualidade do solo. Carbono. Nitrogênio.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the soil attributes variations due to different conservation status of the native grassland placed on wetlands of the Nhecolandia Pantanal, Mato Grosso do Sul. The native grasslands were at bay edges and pasture conservation status (PCS) was determined from the percentage of soil cover in three different levels: optimal (> 80% soil cover with forage species), regular (65 to 80% soil cover of soil cover with forage species) and marginal (15 to 65% of soil cover with forage species). Soil samples were collected in each PCS area at 0-10, 10-20 and 20-40 cm depths with three replicates, which were then submitted to chemical analysis. The higher availability of Ca^{2+} , Mg^{2+} , sum of exchangeable bases and K^{+} was observed in the optimal and regular PCS, mainly at 0-10 and 10-20 cm depths. However, greater emphasis should be given to the high levels of C and N in the optimal PCS, which represented more than twice of those ones observed in the regular and marginal status.

Keywords: Soil quality. Carbon. Nitrogen.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a conservação dos recursos naturais tem sido crescente nas últimas décadas, especialmente em relação a biomas como o do Pantanal,

reconhecido como Reserva da Biosfera e Patrimônio da Humanidade. Considerado como uma das maiores extensões de áreas úmidas contínuas do planeta, o Pantanal é marcado por peculiaridades, como estações de seca e de cheia, solos de baixa fertilidade natural, dificuldade de acesso, dentre outras, as quais restringiram a sua ocupação e a interferência antrópica, tornando a pecuária extensiva a principal atividade econômica da região. Desenvolvida no sistema tradicional de produção, a pecuária de corte baseia-se principalmente na cria e recria, cujos índices zootécnicos são relativamente baixos (SANTOS et al., 2011).

Nesse contexto, o Pantanal tem enfrentado grande pressão política, econômica e social diante da necessidade de compatibilizar aumentos de produtividade com a conservação ambiental. Este cenário tem despertado preocupação quanto à sustentabilidade dos agroecossistemas do Pantanal, tendo em vista que as ações visando o aumento de produtividade, de maneira geral, são conduzidas sem considerar as características peculiares dos distintos ambientes que compõem a paisagem e, invariavelmente, tendem a contribuir para o desequilíbrio ambiental, e nem sempre resultam em aumentos de produtividade.

O Pantanal apresenta um mosaico de habitats dispostos em diferentes gradientes de inundação: secos, sazonais e úmidos; e as pastagens nativas de melhor qualidade estão nas áreas úmidas, especialmente as espécies forrageiras de via fotossintética C3 (SANTOS et al., 2011), que constituem o mais valioso recurso natural renovável do Pantanal. Os ecossistemas naturais apresentam integração harmoniosa entre a cobertura vegetal e os atributos do solo, decorrente de processos essenciais de ciclagem de nutrientes e acumulação e decomposição da matéria orgânica. Contudo, as variações nos atributos químicos do solo, aliadas ao gradiente topográfico, tendem a exercer forte influência na composição florística e na abundância de espécies na paisagem no Pantanal (CARDOSO et al., 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as variações nos atributos químicos do solo em função de diferentes estados de conservação de pastagens nativas das áreas úmidas no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda Nhumirim, área experimental da Embrapa Pantanal, cuja ocorrência de unidades de paisagem é bastante representativa da sub-região da Nhecolândia e sofre influência de inundação pluvial. Essa é uma das 11 sub-regiões do Pantanal, delimitadas de acordo com aspectos relativos à inundação, ao relevo, ao solo e à vegetação (SILVA; ABDON, 1998), e situa-se à margem esquerda do rio Taquari com área aproximada de 26.000 km².

As pastagens nativas encontram-se em bordas de baías (lagoas) e o estado de conservação das pastagens nativas (ECP) foi determinado a partir do percentual de cobertura de espécies forrageiras, conforme Santos et al. (2014 a, b), de modo a refletir a composição, produtividade e estabilidade da pastagem nativa. Os três diferentes estados de conservação foram: ótimo (> 80% de cobertura de forrageiras), regular (65 a 80% de cobertura de forrageiras) e marginal (15 a 65% de cobertura de forrageiras). As pastagens nativas são manejadas sem jamais incluir correção do solo ou qualquer tipo de adubação e lotação animal é de 0,2 a 0,5 UA ha⁻¹.

Amostras de solo foram coletadas aleatoriamente em cada pastagem nativa de estudo, compostas de cinco subamostras, nas profundidades de 0–10, 10–20 e 20–40 cm, com três repetições. As amostras foram secas ao ar, passadas em peneiras (malha de 2 mm) e submetidas às seguintes análises, conforme método descrito por Claessen (1997): pH em água (1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis,

extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por espectrofotometria de absorção atômica; P disponível e K trocável, extraídos com solução ácida (Mehlich-1), sendo o P quantificado por colorimetria e K por fotometria de chama; e o C e N por combustão via seca em analisador elementar. Com os resultados das análises químicas, foram calculados os valores de soma de bases trocáveis (SB) e capacidade de troca catiônica efetiva (t). O solo das áreas de estudo foi classificado, de acordo com os critérios estabelecido em Santos et al. (2013), como Neossolo Quartzarênico hidromórfico.

Os resultados dos atributos químicos foram submetidos à análise de variância, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011). As comparações múltiplas de médias foram realizadas com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, os atributos químicos do solo variaram significativamente conforme o estado de conservação das pastagens (ECP) nativas (Tabela 1). A acidez ativa (pH) do solo foi ligeiramente superior no ECP ótimo, em todas as profundidades amostradas, com valores variando de 5,0 a 6,0, enquanto que nos estados regular e marginal não foram constatadas diferenças, com valores variando de 5,6 a 6,6. Embora as três pastagens ocorram em ambientes sujeitos à inundação sazonal, a maior acidez no ECP ótimo pode estar associada à maior presença de material orgânico não decomponível, que confere um substancial poder tampão (ABREU et al., 2007), provavelmente oriundo de cheias com intensidade e duração diferentes. Em relação ao Al³⁺, apesar de significativamente diferente nos três estados de conservação, seus teores foram relativamente baixos, possivelmente reflexo de um efeito de complexação por compostos orgânicos (CAMPOS et al., 2011), acumulados durante o período de inundação.

Tabela 1. Atributos químicos do solo sob diferentes estados de conservação de pastagens nativas (ECP) de áreas úmidas no Pantanal, sub-região da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul.

ECP ¹	pH (H ₂ O)	Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	K ⁺ (mg dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	SB (cmol _c dm ⁻³)	t (cmol _c dm ⁻³)	C g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C:N
Profundidade de 0-10 cm											
Ótimo	5,0b	0,3a	2,4a	0,8a	330a	3,5a	4,1a	4,3a	47,3a	5,4a	9a
Regular	5,7a	0,1b	2,4a	0,6b	215b	3,6a	3,6b	3,6a	20,5b	2,5b	9a
Marginal	5,6a	0,1b	1,9b	0,5c	120c	3,6a	2,7c	2,8a	11,9c	1,2c	10a
Profundidade de 10-20 cm											
Ótimo	5,1b	0,3a	2,2a	0,9a	290a	3,1a	3,8a	4,2a	26,6a	3,1a	9a
Regular	5,9a	0,1b	1,6b	0,4b	135b	3,3a	2,4b	2,5b	8,3b	1,0b	9a
Marginal	6,1a	0,1b	1,4c	0,4b	92b	2,9a	2,0c	2,1b	5,3b	0,6c	9a
Profundidade de 20-40 cm											
Ótimo	6,0b	0,2a	0,4a	0,2a	63a	2,1a	0,8a	1,0a	1,8a	0,2a	9a
Regular	6,2ab	0,1b	0,4a	0,2a	41a	3,0a	0,7a	0,8a	1,3a	0,2a	8a
Marginal	6,6a	0,1b	0,5a	0,2a	80a	2,2a	0,9a	0,9a	1,3a	0,2a	8a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas e na mesma profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ ECP: estado de conservação das pastagens; pH (H₂O): pH em água (1:2,5); SB: soma de bases trocáveis; t: CTC efetiva; K: potássio trocável; P: fósforo disponível

Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis e os valores de SB apresentaram uma tendência de superioridade nos ECP ótimo e regular, notadamente nas

profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Por sua vez, na profundidade de 20-40 cm, os três ECP não diferiram nesses atributos e também na CTC_t. Em relação ao P disponível, os valores foram relativamente baixos e não diferiram nos três ECP, variando de 2,1 a 3,6 mg dm⁻³. De acordo com Gama- Rodrigues et al. (2008), a não variação nos teores de P disponível em solos sob diferentes coberturas vegetais estaria associada à grande estabilidade do P em solos muito intemperizados, onde forma complexos de esfera-interna na superfície dos óxidos de ferro e alumínio (MEURER, 2006). Os teores de K⁺ foram significativamente maiores no ECP ótimo, notadamente nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, e com valores expressivamente superiores aos relatados em bordas de baias no Pantanal (CARDOSO et al., 2016).

Os teores de C e N também foram significativamente superiores no ECP ótimo, notadamente nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, não sendo constatada diferença na profundidade de 20-40 cm. Os teores de C observados na profundidade de 0-10 cm foram expressivamente superiores aos de borda de baias no Pantanal da Nhecolândia, relatados por Cardoso et al. (2016). O que pode estar associado ao grau de hidromorfismo do solo, que dificultaria a degradação do C, e também pela constante oscilação do lençol freático no perfil do solo, que facilitaria as perdas de N por lixiviação. Nota-se ainda, que a relação C:N não diferiu entre os ECP, provavelmente devido à semelhança na qualidade do substrato orgânico depositado ao solo e à taxa de decomposição e mineralização da matéria orgânica. Tais resultados evidenciam a diversidade e complexidade dos ecossistemas do Pantanal e, principalmente como a intensidade e duração do ciclo de cheias nesses ambientes pode alterar a dinâmica e funcionamento desses ecossistemas.

CONCLUSÃO

A qualidade do solo, expressa pelos valores dos atributos químicos, foi significativamente superior na pastagem nativa com estado de conservação ótimo, principalmente representada por maiores teores de C e N no solo. Entretanto, os três estados de conservação destacam-se pela sua capacidade de resiliência, principalmente por serem manejados sem jamais incluir qualquer tipo de correção e adubação do solo e permanente submissão ao pastejo contínuo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo nº 474323/2013-7) e à FUNDECT (Termo de Outorga nº 091/2015) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABREU, E.M.A. de; FERNANDES, A.R.; RUIVO, M. de L.P. Variação temporal e vertical de atributos químicos de um Gleissolo do rio Guamá cultivado com Canaranas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.277-285, 2007.

CAMPOS, L.P.; LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; IWATA, B. de F.; NÓBREGA, J.C.A. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1681-1689, 2011.

CARDOSO, E.L.; SANTOS, S.A.; URBANETZ, C.; CARVALHO FILHO, A.; NAIME, U.J.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. Relação entre solos e unidades da paisagem no ecossistema Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1231-1240, 2016. Número especial.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011, v.6, p.36-41, 2008.

MEURER, E.J., ed. **Fundamentos de química do solo**. 3.ed. Porto Alegre, Evangraf, 2006. 285p.

SANTOS, S.A.; ABREU, U.G.P, TOMICH, T.R., COMASTRI-FILHO, J.A. Traditional beef cattle ranching and sustainable production in the Pantanal. In: JUNK, W.J.; SILVA, C.J., CUNHA, C.N., WANTZEN, K.M. (Ed.) **The Pantanal: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland**. Sofia: Pensoft Publishers, 2011. p. 755-774.

SANTOS, S. A.; LIMA, H. P. de; CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; SORIANO, B. M. A. Grassland conservation and productivity index to monitor livestock ranching sustainability using fuzzy logic. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51, 2014, Barra dos Coqueiros. A produção animal frente às mudanças climáticas e tecnológicas: **Anais...** Barra dos coqueiros: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014 a. 1 CD-ROM.

SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; SORIANO, B. M. A.; GARCIA, J.B.; BERSELLI. **Protocolo: Índice de Conservação e Produtividade das Pastagens (ICPP) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2014 b. 18p. (Documentos, 130).

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa 2013. 353p.

SILVA, J. dos S.V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1703-1711, 1998. Número especial.

3.22 PEDOGIOMORFOLOGIA E ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO DO USO SUSTENTÁVEL DA TERRA, DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ XIBUREMA, ESTADO DO ACRE

Nilson Gomes Bardales¹, Universidade Federal de Viçosa, nilsonbard@yahoo.com.br, Danilo César de Mello², Universidade Federal de Viçosa, daniloc.demello@gmail.com, João Luíz Lani³, Universidade Federal de Viçosa, joaoluizlani@gmail.com, Eufra Ferreira do Amaral⁴, EMBRAPA Acre, eufra.amaral@embrapa.br, Gabriel Pontes Bueno Guerra⁵, Universidade Federal de Viçosa, gabriel.guerra@ufv.br, Diego Ribeiro Oquendo Cabrero⁶, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, diego.cabrero@gmail.com

RESUMO

O Estado do Acre apresenta características particulares como a presença de uma paisagem recente e solos jovens. O envolvimento de aspectos pedogeomorfológicos e morfométricos da microbacia do Igarapé Xiburena (MIX), teve o intuito de propiciar o entendimento acerca das reais potencialidades e limitações de uso na ocupação dessa área, como base para o planejamento do uso sustentável da terra na microbacia. A base cartográfica utilizada, foi compilada a partir dos dados da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) e do Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC), na escala de 1:100.000. Para a análise fisiográfica foram utilizadas imagens LANDSAT TM com composição colorida, através das bandas 3 (vermelho), 4 (vermelho próximo) e 5 (infravermelho médio), dos anos de 2007/2008 e imagem do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), ano de 2006, com pixel de 90 m, obtidas da base de dados da Embrapa Monitoramento por Satélite (2007). Os resultados mostraram a ocorrência de Vertissolos, Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelhos, e características vérticas na maioria dos solos. Os resultados também demonstraram a contribuição das análises morfométricas, indicando baixo risco de inundação dos solos, necessários para o planejamento e uso da terra, no que diz respeito à gestão de microbacias, contribuindo para a melhor compreensão da relação entre os fatores ambientais.

Palavras-chave: solos, bacia hidrográfica, pedologia

ABSTRACT

The State of Acre presents particular characteristics such as the presence of a recent landscape and young solos. The involvement of pedogeomorphological and morphometric aspects of the Igarapé Xiburena (MIX) microbasin was aimed at providing an understanding of the real potentialities and limitations of use in the occupation of this area, as a basis for planning the sustainable use of land within the microbasin. The cartographic base used was compiled from the data of the State Department of the Environment (SEMA) and the Institute of the Environment of Acre (IMAC), in the 1: 100,000 scale. For the physiographic analysis of MIX, LANDSAT TM images with color composition were used through bands 3 (red), 4 (near red) and 5 (medium infrared) of the years 2007/2008 and SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), year of 2006, with a pixel of 90 m, obtained from the Embrapa Satellite Monitoring database (2007). The results showed the occurrence of Vertissolos, Cambissolos, and Red Argisols, as well as vertic features in most soils and relief classes. The results also demonstrated the contribution of morphometric analyzes, indicating low soil flood risk, necessary for land planning and use, in terms of microbasin management, contributing to a better understanding of the relationship between environmental factors.

Key words: soil. hydrographic basin. pedogeomorphology.

INTRODUÇÃO

O Acre possui uma paisagem significativamente influenciada pela estrutura geológica e físico-química, em seu modelo de evolução de paisagem (KRONBERG et al., 1989). A paisagem é recente e diferente da maior parte da região Amazônica, apresentando solos com argilas de alta atividade, de elevada fertilidade natural, características vérticas, altos teores de silte e rios pouco encaixados na paisagem.

Os rios correm sobre sedimentos em um vale pouco profundo, com menor talvegue, principalmente na parte central do Estado, onde encontra-se a Bacia do Rio Xiburema (AMARAL, 2007). Trata-se, de uma área pedogeologicamente recente (KRONBERG & BENCHIMOL, 1992).

A pedogeomorfologia de uma bacia hidrográfica, define o seu comportamento hidrológico e atuam também na produção de água e assim como a taxa de sedimentação (LIMA, 1986).

O estudo e análise da pedogeomorfologia de uma bacia, também é uma ferramenta essencial para o planejamento do uso sustentável da terra, objetivando a conservação ambiental. Juntamente com pedogeomorfologia, o estudo de parâmetros morfométricos da bacia, podem fornecer dados que permitam inferir limitações e potencialidades do uso da terra e adoção de práticas adequadas de manejo e conservação do solo e água.

Na MIX, o uso e ocupação dos solos e as práticas de manejo adotadas, estão resultando na degradação ambiental, uma vez que, a mesma possui características pedogeomorfológicas diferenciadas, da maioria das microbacias Amazônicas.

Há a necessidade de estudos para compreender a combinação das características geológicas, geomorfológicas e pedológicas dessa área, combinadas com dados morfométricos.

O trabalho foi realizado com o objetivo de identificar e relacionar aspectos pedogeomorfológicos, morfométricos e uso do solo da MIX, no intuito de estabelecer as potencialidades e limitações do uso da terra, que possam fornecer suporte para o planejamento ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

A MIX, localiza-se no Município de Sena Madureira, região do Purus (Estado do Acre). É afluente na margem esquerda do rio Caeté, que deságua no Rio Iaco, afluente do Rio Purus, localizando-se em sua margem direita, sentido nascente (Peru) – foz (Amazonas).

Foram realizadas duas visitas a campo para levantamento e coleta de solos. Também, foram realizadas análises dos aspectos fisiográficos e pedogeomorfológicos. Para a análise da fisiografia, utilizou-se imagens LANDSAT TM de composição em cores, dos anos de 2007/2008 e, imagem do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), ano de 2006, com pixel de 90 m, obtidas da base de dados da Embrapa Monitoramento por Satélite (2007). Realizou-se ajuste da imagem SRTM com interpolações até a obtenção de resolução espacial de 30 m de pixel, o que propiciou a geração de Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) e ajustes dos dados temáticos a escala de 1:50.000.

Nos trabalhos de geoprocessamento, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGis® 9.3, obtidos através do Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlands, Califórnia (Ormsby, 2001).

Com os dados de altitude e curvas de nível associados à rede de drenagem, foi realizada a digitalização para separação das diferentes unidades fisiográficas, as quais, associadas aos dados de campo (perfis e amostras extras), permitiram a definição das unidades de mapeamento e elaboração do mapa de solos (1:50.000) em nível de ordem, primeiro nível categórico de acordo com Embrapa (2006). Para os temas geologia e geomorfologia, utilizaram-se os dados de pesquisas realizadas por Brasil (1976).

Foi feita análise de alguns parâmetros morfométricos para caracterização da microbacia: densidade de drenagem, índice de circularidade, fator forma e coeficiente de compacidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geologia da MIX esta associada a Formação Solimões Inferior, com área de 32.917,8 ha, que corresponde a 77,6% da microbacia. As rochas que compõem a MIX são pelíticas e, ou, psamíticas, na forma de argilitos ou arenitos, com intercalações de siltitos e arenitos finos. Em relação a geomorfologia, a MIX é composta por colinas e morrotes e cristas. Este geoambiente apresentou formas de dissecação convexo-convexa, com cotas altimétricas menores que 270m. A intensidade de aprofundamento de drenagem variou entre fraca a muito fraca, e, as principais formas de relevo foram suave ondulado a ondulado, representando 23.183,6 ha (54,6%) da MIX.

Quanto à pedogeomorfologia, constatou-se nas áreas de colinas, os Vertissolos (10.540,6 ha), Cambissolos Háplicos (5.048,0 ha) e Argissolos Vermelhos (3.025,2 ha), sendo a classe dos Vertissolos dominantes nas colinas e morrotes. Por outro lado, nas cristas, os Cambissolos Háplicos foram dominantes (4.755,4 ha), seguidos pelos Argissolos Vermelhos (1.041,0 ha). Nos terraços predominaram os Vértissolos Háplicos, Plintossolos Argilúvicos, Cambissolos Háplicos e Neossolo Flúvicos, respectivamente, de baixa representatividade na área total da MIX (1.480,6 ha).

A maioria dos solos da área da MIX são Vertissolos, com características vérticas e com argilas de alta atividade (Cambissolos e Argissolos). Apresentam limitações físicas ao uso, tais como: endurecimento, tendência a compactação, fendilhamento expressivo e forte aderência. De acordo com Ikitoo, (1989), os Vertissolos sob cultivo intensivo, são altamente erodíveis e apresentam risco a degradação ambiental, de acordo com o sistema de manejo adotado

Nos ambientes não mais inundáveis, próximos aos corpos hídricos, predominaram os Terraços Pleistocênicos com área de 5.177,7 ha (12,2% da área da bacia) e Terraços Holocênicos com 2.199,3 ha (5,2%). Os primeiros possuem altitudes médias de 170m, apresentaram, drenagem deficiente, devido a presença de Plintossolos e majoritariamente Vértissolos. Os Segundos, possuem cotas altimétricas médias de 150m, predominando, além dos Plintossolos e Vértissolos, os Gleissolos e Neossolos Flúvicos. Este geoambiente, principalmente o Holocênico, é conservador, onde, anualmente são depositados sedimentos ricos mineralogicamente, de origem Andina e, ocorre a formação de uma nova camada de solo de elevada fertilidade natural. Os resultados encontrados são corroborados com os dados de Ranzani (1979) ao estudar recursos pedológicos, na Amazônia.

Os solos dos terraços, são utilizados principalmente com pastagem. O uso atual das classes de solos presentes nesses ambientes, tendem a provocar erosão, mesmo estando em relevo mais aplainado. Isso ocorre pela presença de algumas limitações de natureza física, como baixa capacidade de infiltração, consistência

muito pegajosa e menor quantidade de macroporos, devido a presença de argilas de alta atividade. Foram encontrados também a ocorrência de horizontes ricos em plintita (Plintossolos) e horizonte glei (Gleissolos). Gomes et al., (1986) encontraram resultados similares ao estudarem o uso e manejo de solos de várzea, envolvendo características físicas.

Os Cambissolos possuem horizonte B pouco profundo e os Argissolos possuem mudança textural abrupta. Ambos, são restritivos ao manejo de culturas agrícolas, dificultando a infiltração de água no solo e, favorecendo processos erosivos.

A drenagem da microbacia, é composta por uma hierarquia fluvial de 4ª ordem, totalizando 769 canais possuem um comprimento de 443,2 Km, sendo classificada como uma microbacia de boa drenagem. De acordo com Teodoro et al., (2007), quanto maior a ordem de uma bacia, maior a probabilidade de cheias e inundações, devido a ocorrência de uma maior drenagem e vazão do curso de água principal.

O (F) e o (IC), foram de 0,17 e de 0,20, respectivamente. Esses parâmetros morfométricos demonstram que, o perímetro da MIX é mais alongado e estreito. Isso significa que o escoamento de uma chuva tende a se concentrar lentamente nos cursos de água principais. Consequentemente, o risco de inundação dessas áreas, onde estão os Vertissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e Argissolos Vermelhos, é baixo, não tendo portanto, a limitação por excesso de água, para os usos agrícolas.

Villela e Mattos, (1975), evidenciaram que quanto maior o tempo de concentração de uma bacia, menor a vazão máxima e risco de inundação, quando as demais características não forem alteradas.

CONCLUSÃO

Constatou-se particularidades pedogeomorfológicas na bacia do Xiburema, como solos com argilas de alta atividade e características vérticas, incomuns para o ambiente amazônico.

As características do pedogeomorfologia fornecem base para o entendimento da dinâmica ambiental e o planejamento do uso sustentável dos recursos naturais.

O uso e ocupação dos solos deste geoambiente, deverá ser planejado de acordo com as características pedogeomorfológicas encontrados, pois o ambiente da microbacia possui características singulares.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMARAL, E.F., Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no Estado do Acre, **Amazônia Ocidental**. Viçosa, MG, 185p. 2007.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 19 Rio Branco; **geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 458 p. 1976.

CHRISTOFOLETTI, A. A mecânica do transporte fluvial. **Geomorfologia**, n. 51, p. 1-42, 1977.

GAMA, J. R. N. F. **Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do Estado do Acre**. UFRJ, 1986.

GOMES, A. da S.; CUNHA, N.G. da; PAULETTO, E.A.; SILVEIRA, R.J. da C.; TURATTI, A. Solos de várzea: uso e manejo. **Solos e irrigação** . Porto Alegre: UFRGS; FEDERACITE, p. 64-69.1992.

IKITOO, E.C. Some properties of Vertisols in Kenya and their current level of manangement for crop production. **Vertisol Management In Africa**. Bankok, Thailand: Internacional Board for soil Research and Manangement, IBSRAM Proceeding, 9. p.193-208, 1989.

IRION, G., 1984 Sedimentation and Sediments of Amazon rivers and evolution of the Amazon landscape since pleocene time. **Dordrecht**, Dr. W Junk Publishers, p. 201-203.

KRONBERG, B.I.; BENCHIMOL, R.E. Geochemistry and geochronology of surficial Acre Basin sediments (western Amazonia): key information for climate reconstruction. **Acta Amazônica**, v.22, n.1, p. 51-59, 1992.

LIMA, W. P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. **São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 242p, 1986.

LIMA, W.P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. **São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 1986.

RANZANI, G. Recursos pedológicos da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 4, p. 23-35, 1979.

TEODORO, V.L.I; TEIXEIRA, D; COSTA, D.J.L; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, p.137-155, 2007.

3.23 VALORAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO NO SOLO SOB PASTAGENS NATIVAS DE ÁREAS ÚMIDAS NO PANTANAL

Evaldo Luis Cardoso – Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Pantanal, Email: evaldo.cardoso@embrapa.br

Sandra Aparecida Santos – Zootecnista, Doutora em Zootecnia, Pesquisadora da Embrapa Pantanal, Email: sandra.santos@embrapa.br

Ana Helena Bergamin Marozzi Fernandes - Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia, Pesquisadora da Embrapa Pantanal, Email: ana.marozzi-fernandes@embrapa.br

Fernando Antonio Fernandes - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências, Pesquisador da Embrapa Pantanal, Email: fernando.fernandes@embrapa.br

Márcia Divia de Oliveira – Bióloga, Doutora em Ecologia, Pesquisadora da Embrapa Pantanal, Email: marcia.divina@embrapa.br

Fábio Takahashi - Engenheiro de Alimentos, Doutor em Engenharia de Alimentos, Professor/Pesquisador da Universidade Federal de Viçosa-Campus Florestal, Email: fabiotak@ufv.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar a valoração dos estoques de C e N no solo sob diferentes estados de conservação de pastagens nativas de áreas úmidas no Pantanal. O estado de conservação das pastagens (ECP) foi determinado a partir do percentual de cobertura de espécies forrageiras: ótimo (> 80% de cobertura de forrageiras), regular (65 a 80% de cobertura de forrageiras) e marginal (15 a 65% de cobertura de forrageiras). Amostras de solo foram coletadas em cada ECP e submetidas a análise dos teores de C e N e cálculo dos estoques em diferentes camadas. A valoração foi realizada com base na análise emergética, o que permitiu quantificar o valor monetário dos serviços ecossistêmicos das pastagens nativas. As pastagens nativas localizadas em áreas úmidas armazenam expressivamente maiores estoques de C e N do que aquelas de áreas não sujeitas ao regime de inundação sazonal. A diminuição do ECP promoveu significativa redução nos estoques de C e N. O valor monetário do serviço de suporte do solo, expresso pelo armazenamento de C e N, foi maior nas pastagens nativas melhor conservadas.

Palavras-Chave: Análise emergética. Serviços ecossistêmicos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the valuation of C and N stocks in soil under different conservation status of native grasslands from Pantanal wetlands. The pasture conservation status (PCS) was determined from the percentage of soil cover with forage species: (> 80% soil cover), regular (65 to 80% soil cover) and marginal (15 to 65% soil cover). Soil samples were collected in each PCS area and were submitted to analysis in order to determine the C and N contents and calculate its stocks in the different soil layers. The valuation of the soil C and N stocks was done based on emergy analysis, which allowed the monetary value quantification of the native pastures ecosystem services. The native pastures placed on wetlands store significantly larger soil C and N stocks than those in areas not subject to seasonal flooding. The decrease in PCS promoted a significant reduction in the soil C and N stocks. The monetary value of the soil support service, expressed by the storage of C and N, was higher in the better-conserved pastures.

Keywords: Emergy analysis. Ecosystem services. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Preocupações crescentes sobre mudanças climáticas globais, impulsionada pelo aumento das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa (GEE), tem intensificado o interesse sobre o sequestro de carbono (C) no solo como uma das estratégias para compensar as emissões antropogênicas de CO₂ (FU et al., 2010). O C presente no solo é um importante componente do reservatório terrestre, correspondendo a quase três vezes a quantidade armazenada na biomassa terrestre e duas vezes a quantidade armazenada na atmosfera (BERNOUX et al., 2006). O C e o nitrogênio (N) são os principais constituintes da matéria orgânica do solo e vários fatores têm sido apontados como controladores da magnitude e velocidade com que as mudanças se processam no seu conteúdo e qualidade. Compreender o potencial de sequestro de C no solo passa a ser crucial para o desenvolvimento de abordagens de manejo eficazes para a redução de concentrações de CO₂ na atmosfera (FU et al., 2010), bem como para a manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas.

As pastagens nativas, por constituírem o mais valioso recurso natural renovável do Pantanal, ao terem seus serviços ecossistêmicos conhecidos e valorados podem evidenciar a relevância da conservação desses ecossistemas para a manutenção da sustentabilidade do Pantanal. Os serviços ecossistêmicos envolvem os bens e serviços que beneficia, direta ou indiretamente, a população humana (CONSTANZA et al., 1997) e podem ser classificados como de: provisão, suporte, regulação e cultural (MA, 2003). Os serviços ecossistêmicos podem ser valorados por meio da aplicação de diferentes abordagens. A avaliação Emergética (ODUM, 1996) constitui-se numa metodologia que procura recuperar toda a memória energética de uma mercadoria, convertendo, através de fatores de transformidade previamente calculados, todas as formas de energia utilizadas no seu processo de formação/produção em equivalentes de energia solar.

No contexto de serviços ecossistêmicos e apoiada na avaliação emergética, este trabalho teve por objetivo estimar a valoração dos estoques de C e N armazenados no solo sob diferentes estados de conservação de pastagens nativas de áreas úmidas no Pantanal.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda Nhumirim, área experimental da Embrapa Pantanal, cuja ocorrência de unidades de paisagem é bastante representativa da sub-região da Nhecolândia e sofre influência de inundação pluvial. Essa é uma das 11 sub- O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Pantanal, sub-região da Nhecolândia, onde as inundações são de origem pluvial. O estado de conservação das pastagens (ECP), localizadas em bordas de diferentes baías, foi determinado de acordo com o percentual de cobertura de espécies forrageiras, conforme Santos et al. (2014): ótimo (> 80% de cobertura de forrageiras), regular (65 a 80% de cobertura de forrageiras) e marginal (15 a 65% de cobertura de forrageiras). As pastagens nativas são manejadas sem incluir correção do solo ou qualquer tipo de adubação e a lotação animal pode variar de 0,2 a 0,5 UA ha⁻¹.

Na amostragem do solo foram abertas aleatoriamente três trincheiras de 1,5 m de profundidade em cada ECP e amostras coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, com três repetições. A determinação do C e N foi realizada por combustão via seca em analisador elementar. Amostras para determinação da densidade do solo, utilizadas no cálculo dos estoques, foram

coletadas com anéis de Kopecky em mini trincheiras abertas em parcelas de 5 x 5 m cercadas com telas e vedadas ao pastejo por pelo menos três anos. Dessa forma, procurou-se evitar a superestimação dos estoques decorrentes de possíveis compactação do solo causada pelo pisoteio dos animais. Os estoques de C e N no solo foram calculados pela fórmula: Est de C ou N total (Mg ha^{-1}) = teor de C ou N total (g kg^{-1}) x densidade do solo (kg dm^{-3}) x espessura da camada de solo (cm)/10. Os resultados foram submetidos à análise de variância, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições (FERREIRA, 2011), e as comparações múltiplas de médias realizadas com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A valoração emergética foi realizada conforme a metodologia proposta por Odum (1996). Inicialmente foi construído um diagrama com os fluxos de entrada e saída do ecossistema, seguido da construção das tabelas emergéticas, para os cálculos dos fluxos em termos de energia, multiplicando-se cada fluxo pelo valor da transformidade e, finalmente foram calculados alguns índices emergéticos. Para valorar o serviço ecossistêmico considerou-se o valor de $1,18\text{E}+13\text{seJ/dólar}$, que refere-se à relação entre energia do país e o PIB do ano. A partir desta razão, foi possível converter e avaliar cada fluxo em energia do sistema em unidade monetária, o emdolar (Em\$), que pode ser empregado para estimar o valor em energia gasto no suporte da atividade humana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado de conservação das pastagens (ECP) nativas interferiu significativamente no armazenamento de C, especialmente nas camadas superficiais (Figura 1), onde ocorrem maiores deposições de material orgânico e a atividade da microbiota é mais intensa. Nota-se que houve um declínio linear no armazenamento de C nas camadas superficiais do solo a medida que o ECP piorou, de tal modo que nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, foram constatadas reduções no estoque de C, aproximadamente de 63 e 67% no ECP regular e de 76 e 79% no ECP marginal. Ao considerar-se a camada de 0-100 cm, embora ainda com diferenças significativas de estoque de C entre os ECP, constatou-se que as reduções decresceram ligeiramente, correspondendo a 57% no ECP regular e 69% no ECP marginal. Embora o ECP tenha grande influência na capacidade de armazenamento de C no solo, ainda assim os valores nos ECP regular e marginal são expressivamente superiores aos reportados por Cardoso et al. (2010) em pastagens nativas do Pantanal não sujeitas ao regime de inundação sazonal, diferentemente das pastagens do presente estudo. Os autores encontraram valores de 6,38 e 4,06 Mg ha^{-1} nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente.

Em relação aos estoques de N no solo foi observado comportamento semelhante ao do C, ou seja, reduções significativas promovidas pela degradação do ECP nativas nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, entretanto, sem diferença significativa entre os ECP regular e marginal na profundidade de 10-20 cm (Figura 1). O declínio no armazenamento de N no solo com a redução do ECP, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, foi, respectivamente, de 65 e 77% no ECP regular e de 79 e 80% no ECP marginal. Os estoques de N constatados no presente estudo são expressivamente superiores àqueles relatados para pastagens nativas não sujeitas a regime de inundação sazonal do Pantanal (CARDOSO et al., 2010), os quais são inferiores a 1,0 Mg ha^{-1} , nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm.

Os resultados, tanto para o armazenamento de C como N, evidenciam a complexidade do funcionamento dos ecossistemas do Pantanal, cuja biodiversidade

e produtividade primária são fortemente influenciadas pelo regime de cheias, especialmente nas pastagens localizadas nas áreas úmidas, o que torna a região dinâmica no espaço e no tempo. Evidenciam ainda, a maior capacidade de armazenamento de nutrientes nas pastagens nativas de áreas úmidas, ressaltando a relevância de sua conservação para a sustentabilidade dos ecossistemas.

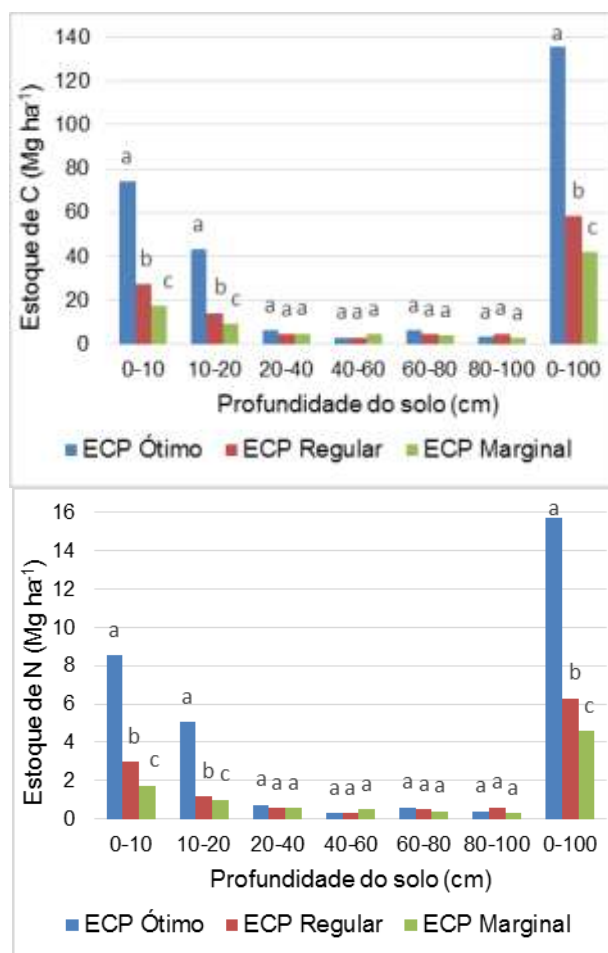


Figura 1. Estoques de C e N no solo sob diferentes estados de conservação de pastagens nativas (ECP) de áreas úmidas no Pantanal.

Os principais resultados da avaliação emergética são mostrados na Tabela 1. A transformidade (Tr) é a relação entre Y (emergia total) e a quantidade de produto (kg), que no presente estudo refere-se a produção de bezerros e vacas de descarte. Este indicador avalia a eficiência do sistema e os resultados mostraram que as pastagens conservadas foram as mais eficientes (menor Tr). As pastagens mais conservadas conseguem suportar um número maior de unidades animais por hectare, o que aumenta a eficiência (produção e vendas), mas diminui um pouco a renovabilidade do sistema ($REN\%$). Visto que o aumento do número de animais no sistema exige aumento do aporte de recursos da economia que são considerados não renováveis pela metodologia emergética. De qualquer forma, a $REN\%$ pode ser considerada alta para os 3 casos, mostrando que são sistemas que utilizam alta porcentagem de recursos renováveis. Conforme esperado, a quantificação do valor monetário do serviço de suporte (C e N do solo) foi maior nas pastagens nativas melhor conservadas. Portanto, a análise emergética pode ser utilizada para quantificar o valor monetário dos serviços ecossistêmicos das pastagens nativas.

Tabela 1 – Resultados da avaliação emergética de pastagens nativas das áreas úmidas sob diferentes estados de conservação (ECP) no Pantanal.

Índices emergéticos	ECP ótimo	ECP regular	ECP marginal
Energia total - Y (seJ/ha ano)	2,29E+15	2,24E+15	2,22E+15
REN (%)	89,56 %	91,00 %	91,79 %
Tr (sej/kg)	9,74E+12	1,00E+13	1,14E+13
total vendas USD/ha ano	170,05	130,37	113,37
C no solo (EM\$/ha. Ano)	56,14	53,84	52,68
N no solo (EM\$/ha. Ano)	6,49	5,83	5,77

REN = Renovabilidade; Tr = Transformidade.

CONCLUSÃO

A diminuição no estado de conservação das pastagens (ECP) nativas localizadas em áreas úmidas do Pantanal pode promover expressiva redução no armazenamento de C e N no solo. Contudo, a capacidade de armazenamento de C e N no solo sob essas pastagens foi expressivamente superior ao de pastagens nativas não sujeitas ao regime sazonal de inundação. A análise emergética mostrou-se adequada para quantificar o valor monetário dos serviços ecossistêmicos das pastagens nativas, expressos pelo armazenamento de C e N no solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo nº 474323/2013-7) e à FUNDECT (Termo de Outorga nº 091/2015) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BERNOUX, M.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P.; SIQUEIRA NETO, M.; METAY, A.; PERRIN, A.S.; SCOPEL, E.; RAZAFIMBELO, T.; BLAVET, D.; PICCOLO, M.D.C.; PAVEI, M.; MILNE, E. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.26, n.1, p.1-8, 2006.
- CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; SILVA, C.A.; CURI, N, FREITAS, D.A.F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.1028-1035, 2010.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, p.253-260, 1997.
- FU, X.; SHAO, M.; WEI, X.; HORTON, R. Soil organic carbon and total nitrogen as affected by vegetation types in Northern Loess Plateau of China. **Geoderma**, v.155, p. 31–35, 2010.
- Odum, H.T., 1996. **Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making**. Wiley, New York, NY, USA, 370 pp.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Island Press, Washington, DC. 2003. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html>. Acesso em 28 abr 2017.
- SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; SORIANO, B. M. A.; GARCIA, J.B.; BERSELLI. Protocolo: **Índice de Conservação e Produtividade das Pastagens (ICPP) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2014. 18p. (EMBRAPA PANTANAL de Corumbá. Documentos, 130).

3.24 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PINHALZINHO II, UMUARAMA - PARANÁ - BRASIL

Paula Mariko Hatsumura, Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, E-mail: paulahatsumura@gmail.com

Jorge Luiz Barbarotto Junior, Doutorando, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil, E-mail: jrbarbarotto@outlook.com

Otávio Cristiano Montanher, Professor, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil, E-mail: otaviocmontanher@yahoo.com.br

Antonio Cezar Leal, Professor, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil, Email: cezarunesp@gmail.com

RESUMO

A interferência do homem sobre o meio ambiente vem gerando a insustentabilidade dos recursos naturais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o desenvolvimento do uso do solo da bacia hidrográfica do córrego Pinhalzinho II, localizada no município de Umuarama/Paraná - Brasil, visando caracterizar as mudanças ocorridas na bacia no período de 1984 a 2015. A metodologia foi baseada na classificação do uso do solo utilizando imagens orbitais, técnicas de sensoriamento remoto e as plataformas de SIG. Os resultados constatados ao longo do trabalho explicitam a espacialização de cada uso ao longo do tempo, sendo a pastagem e campos, em todos os anos, o uso predominante na bacia. O desenvolvimento da área urbana inserida na bacia teve um crescimento de aproximadamente, 108,2% entre os anos de 1984 e 2015. Além disso, analisou-se o desenvolvimento dos demais usos do solo na bacia.

Palavras-Chave: Classificação Supervisionada. Sistema de Informação Geográfica. Crescimento Urbano de Umuarama.

ABSTRACT

Human interference with the environment comes generating the unsustainability of natural resources. In this context, the present paper aims to analyze development of use of soil in Córrego Pinhalzinho II watershed, locate in the city of Umuarama - PR, aiming characterize the changes occurred on the period from 1984 to 2015. The methodology was based in the classification of use the soil using orbital images, techniques of remote sensing and the GIS platforms. The results observed throughout the study explain the specialization each use over the time, It is the pasture and field, every year, the predominant use in the basin. The development of the urban area inserted in the basin had an increase of approximately, 108,2%, between the years of 1984 and 2015. Also, analyzed the development of other soil uses in the basin.

Keywords: Supervised Classification. Geographic Information System. Urban Growth of Umuarama.

INTRODUÇÃO

O desequilíbrio dos ecossistemas muitas vezes é resultante da influência do homem sobre o meio ambiente aliado com o manejo inadequado dos solos, como as práticas agropecuárias de pastoreio, desmatamentos e exploração dos recursos florestais (OLIVEIRA et al., 2013).

De acordo com Leal (2000) a bacia hidrográfica é considerada uma unidade de gerenciamento e, portanto, impõe abordar todos os elementos da sua área de

contribuição incluindo a água, solo, vegetação, fauna, uso e ocupação do solo e a interação entre eles.

A identificação e a classificação do uso e ocupação do solo são fundamentais para o conhecimento da distribuição espacial das várias formas de uso da terra. Em grandes áreas como os estudos de bacias hidrográficas podem ser utilizadas imagens orbitais para a identificação das classes de usos (VAEZA, 2010).

A partir desse contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar o desenvolvimento temporal do uso do solo na bacia do córrego Pinhalzinho II, visando caracterizar as mudanças ocorridas no período de 1984 a 2015. Essa bacia foi escolhida como área de estudo por ser a bacia mais afetada pelo crescimento urbano da cidade de Umuarama/Paraná - Brasil, visto que grande parte das nascentes do córrego está localizada dentro do perímetro urbano do município.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do córrego Pinhalzinho II está localizada na região Noroeste do Estado do Paraná, abrangendo a cidade de Umuarama e pequena parcela de Cruzeiro do Oeste, centrada pelas coordenadas geográficas 23° 47' 55" S de latitude e 53° 18' 48" W de longitude. O córrego é afluente do rio Goioerê, sendo este um tributário do rio Piquirí, que por sua vez integra parte do complexo hidrográfico do rio Paraná (IPARDES, 2004).

Inicialmente foram adquiridas imagens de satélite dos anos de 1984, 1989, 1995, 1999, 2004 e 2009, do sensor TM/Landsat-5, e uma de 2015 do sensor OLI/Landsat-8, com órbita ponto de 223/77 e uma resolução espacial de 30 metros. A escolha das imagens levou em consideração o período mais seco do ano, entre Julho e Setembro, evitando, assim, a cobertura de nuvens na área de estudo.

Para a identificação dos tipos de uso do solo (Área urbana, Pastagem e campos, Floresta, Solo exposto e Culturas) utilizou-se a classificação automática das imagens por meio dos programas QGIS 2.8.1 e o Spring 5.2.6, adotando o método supervisionado da máxima verossimilhança (*Maxver* no Spring). Esse procedimento utiliza o treinamento, onde é exigido o fornecimento de amostras das classes desejadas, e mediante técnicas estatísticas é feita a classificação de cada pixel da imagem. Vale salientar que a área urbana foi vetorizada manualmente e sobreposta às classificações finais, visto que esse tipo de alvo é caracterizado por uma mistura espectral e, desse modo, não teria uma classificação de maneira satisfatória.

Uma forma de avaliar a acurácia do mapa de uso do solo é por meio da análise da matriz de erro de classificação, elaborada pela ferramenta de análise das amostras do Spring. As colunas dessa matriz representam os dados de referência (nesse caso, as amostras fornecidas) e as linhas representam a classificação automática gerada pelo programa. A partir dessa matriz de erro foram calculadas a exatidão global do mapa, os erros de omissão e inclusão, e o Índice *Kappa* (a qualidade da classificação, descrita na Tabela 1), por meio de equações.

$$E_g = \frac{\sum X_{ii}}{\sum X} \quad (\text{Equação 1 – Exatidão global do mapa})$$

$$E_o = 100 - \frac{X_{ii}}{\sum X_{vi}}$$

(Equação 2 – Erro de omissão em porcentagem)

$$E_i = 100 - \frac{X_{ii}}{\sum X_{Ci}}$$

(Equação 3 – Erro de inclusão em porcentagem)

$$K = \frac{\sum X_{ii} - \sum (X_{Vi} * X_{Ci})}{(\sum X)^2 - \sum (X_{Vi} * X_{Ci})}$$

(Equação 4 – Índice Kappa)

Tabela 4 - Qualidade da classificação segundo Índice Kappa

Índice Kappa	Qualidade
<0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Boa
0,61 – 0,80	Muito boa
0,81 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977 apud BARBAROTTO JUNIOR, 2014, p. 65)

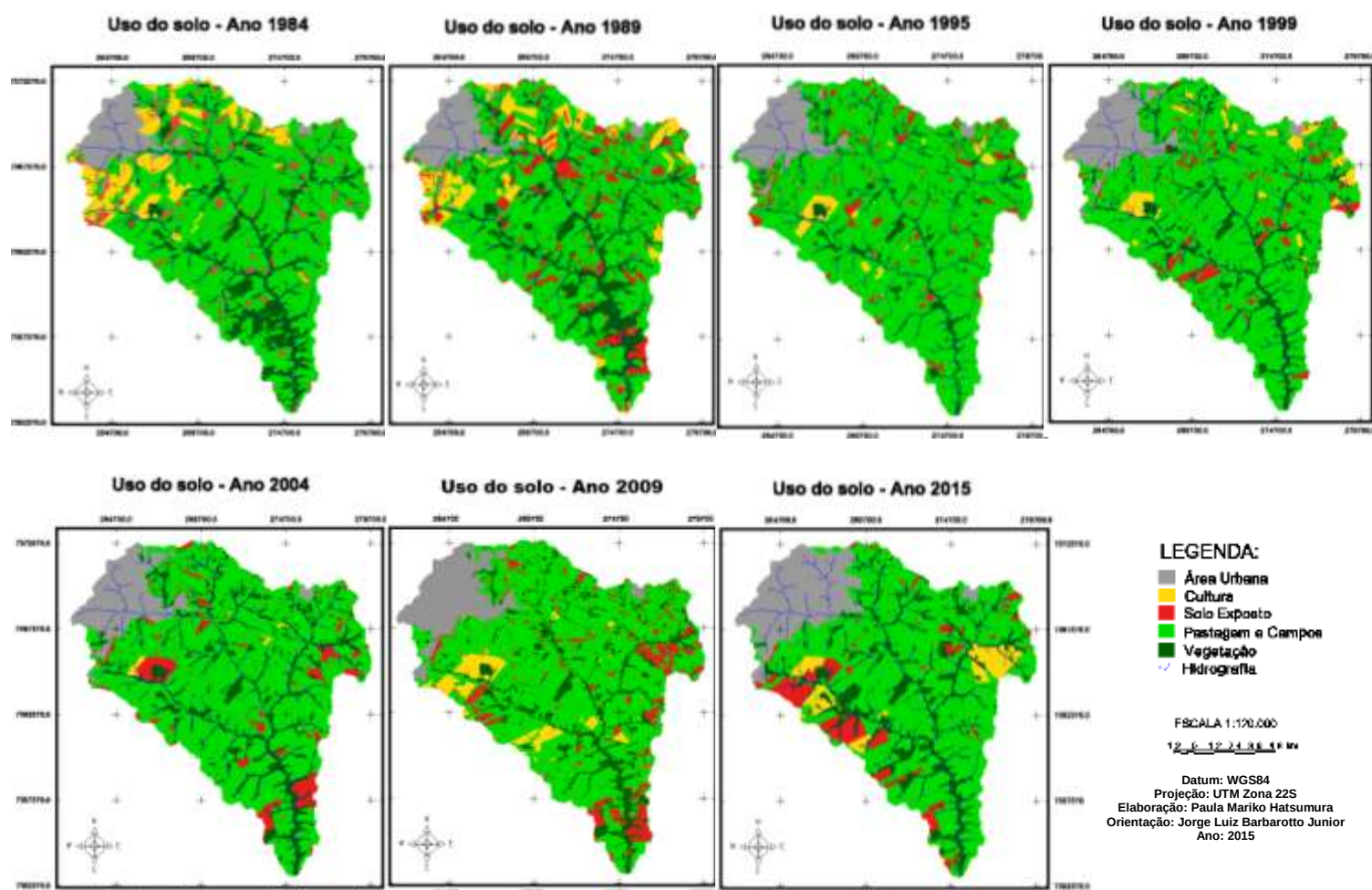
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram realizadas a delimitação e a hidrografia da bacia do Pinhalzinho II, resultando em um valor de área de aproximadamente 183,8 Km² e uma extensão de rio principal de 27,7 km.

Ao longo da etapa de classificação, com o intuito de minimizar os erros do classificador, foram divididos dentro das classes predefinidas, alguns usos específicos, como a cultura (subdividido em “café”, “cana” e “agricultura”) e solo exposto (subdividida em “com palha” e “sem palha”).

Posteriormente à classificação aplicou-se um procedimento de pós-classificação, por meio de edição matricial, com o intuito de uniformizar as classes, eliminando os pixels isolados, classificados diferentemente da sua vizinhança. Dessa forma, após todas as edições do pós-classificador e da análise visual, obteve-se o raster final do uso do solo para todos os anos em estudo (Figura 1).

Figura 1 – Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Pinhalzinho II, ao longo do tempo



Após a classificação calculou-se o erro de omissão e inclusão de cada classe e de cada ano apresentados na Tabela 2, e a exatidão global e o Índice *Kappa* de cada ano apresentados na Tabela 3.

Tabela 5 - Erro de omissão (Om.) e inclusão (In.) para o uso do solo

Classes de usos	Anos / Erros (%)													
	1984		1989		1995		1999		2004		2009		2015	
	Om.	In.	Om.	In.	Om.	In.	Om.	In.	Om.	In.	Om.	In.	Om.	In.
Past./Campos	0,16	0,69	0,31	0,74	0,28	2,01	1,59	12,99	0,89	0,60	0,29	0,98	1,62	9,17
Floresta	0,18	1,94	0,48	1,85	0	0,35	0	2,64	0	0,85	0,05	0,98	0,00	1,05
Solo exp. (s/ palha)	3,86	1,35	12,24	2,73	8,91	2,30	0	0	0	2,74	3,53	2,21	0,85	1,75
Cultura (Agricultura)	8,54	0	4,00	1,37	13,87	0,16	13,94	0,59	5,76	0	1,15	0,44	1,80	0,00
Cultura (Café)	13,36	3,33	10,29	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultura (Cana)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	0,92	31,15	4,75
Solo exp. (c/ palha)	0,59	0,42	2,19	9,99	1,53	5,29	56,01	1,46	2,48	0,58	1,38	0,60	3,70	0,38

Tabela 3 - Exatidão global e o Índice *Kappa* da classificação

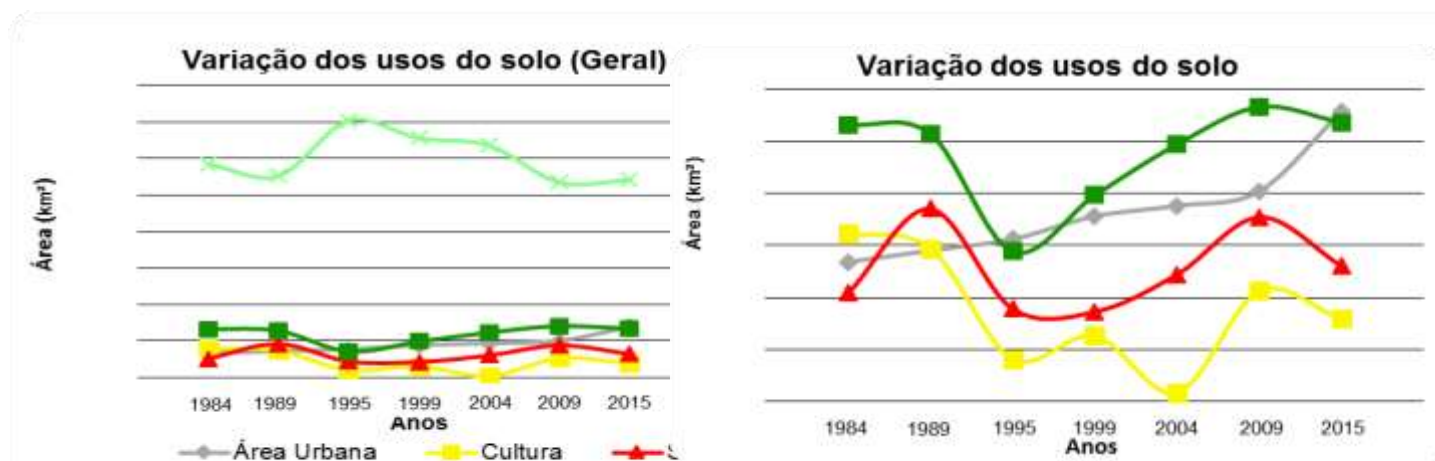
Anos	Exatidão global	Índice Kappa	Qualidade da classificação	Anos	Exatidão global	Índice Kappa	Qualidade da classificação
1984	0,9891	0,9839	Excelente	2004	0,9903	0,9869	Excelente
1989	0,9717	0,9616	Excelente	2009	0,9906	0,9876	Excelente
1995	0,9834	0,9749	Excelente	2015	0,9602	0,9472	Excelente
1999	0,9392	0,9122	Excelente				

A partir desses valores é possível concluir que a exatidão global se manteve alta para todos os anos, mostrando que grande parte da classificação corresponde a sua classe na realidade. Os valores de Índice *Kappa* também confirmam a qualidade da classificação considerada excelente (0,81 – 1,00) para todos os anos.

Porém, é relevante considerar que mesmo com essa excelente qualidade apontada pela exatidão global e pelo Índice *Kappa*, alguns erros foram elevados, principalmente aqueles relacionados com a cultura. Esses valores de erros, apesar de não inviabilizar o uso do mapa, constata a grande dificuldade de fazer a distinção dos usos rurais utilizando uma imagem Landsat.

Em relação ao uso do solo, propriamente dito, as alterações ao longo do tempo estão apresentadas quantitativamente no Gráfico 1. O uso predominante na bacia desde a década de 1980 é a pastagem e campos, atingindo entre 58,2% a 76,6% da área total da bacia nos anos analisados. Foi apresentado também um gráfico da variação específica da área urbana, cultura, solo exposto e floresta.

Gráfico 1 – Variação dos usos do solo de 1984 a 2015



É possível verificar que a principal modificação na bacia do Pinhalzinho II para o período estudado está na expansão da cidade de Umuarama. O crescimento da área urbana que está inserida na bacia foi de aproximadamente 14,5 km², o que corresponde um aumento de 108,2% entre os anos de 1984 a 2015, sendo o único uso que apresentou um crescimento contínuo. O rápido desenvolvimento, principalmente a partir de 2009 provavelmente está relacionado com o crescimento de polos comerciais, de serviços e abertura de novos loteamentos na área.

Ao longo do tempo, a agricultura na bacia passou por cultivos específicos, justificando o comportamento do gráfico. Na década de 1940 a porção Noroeste do Paraná tinha como principal sustentação econômica o cultivo de café, porém com o excesso de oferta do produto no mercado e a forte geada de 1975, chega a crise do café. Na região da bacia do Pinhalzinho esse cultivo se estendeu até o fim da década de 1980. A partir desse período, a área de cultivo na bacia sofreu uma queda relevante. Porém, com um novo modelo agrícola da região, a agricultura mecanizada de cana-de-açúcar passou a ocupar grandes áreas da bacia.

A cobertura florestal nativa na bacia por volta de 1984 ainda estava atravessando um processo de desmatamento para abertura das fronteiras agrícolas na região do Noroeste do Estado. O desmatamento observado a partir desse ano eram os últimos fragmentos de florestas nativas na bacia, para dar lugar as

atividades agropecuárias. A partir de 1995, houve um crescimento contínuo da área de florestas, causado provavelmente pelo aumento de áreas de reflorestamento.

A análise comparativa do solo exposto ao longo dos anos não é considerada como uma tendência preferencial desse uso, visto que geralmente essa configuração é transitória em função dos períodos de entressafra.

CONCLUSÃO

Os mapas de uso do solo para os sete anos analisados facilitam a visualização espacial dos resultados e a interpretação posterior pode identificar o comportamento de cada uso. Dessa forma, diante das informações geradas e dos resultados obtidos por esse trabalho conclui-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados gerando uma série de informações de usos do solo na bacia do Pinhalzinho II.

REFERÊNCIAS

BARBAROTTO JUNIOR, J. L. **Análise da disponibilidade hídrica da bacia do rio Jundiá por meio de simulações hidrológicas em cenários prováveis**. 2014. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Mesorregiões geográficas paranaenses**. Curitiba, 2004.

LEAL, A. C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. 2000. 280 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

OLIVEIRA, L. F. C. et al. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. **Revista Ambiente&Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 222-238, 2013.

VAEZA, R. F. et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.

3.25 CARACTERIZAÇÃO DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DE JABOTICABAL-SP

Kathleen Lourenço Fernandes¹, Teresa Cristina Tarlé Pissarra², José Marques Júnior³, Renata Cristina Araujo Costa¹

1 Mestre em agronomia, estudante de doutorado, Depto. de Solos e Adubos, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP, klfagronomia@gmail.com

2 Doutora em Agronomia, Profa. Doutora, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP

3 Doutor em Agronomia, Prof. Dpto. de Ciência do Solo, FCAV/UNESP Jaboticabal - SP.

RESUMO

Bacias hidrográficas são áreas geograficamente marcadas por redes de drenagem, que sofrem diversas influências das atividades antrópicas. Portanto estudos de caracterização da geologia, pedologia e relevo, são de grande importância para o seu uso e planejamento agrícola. Neste objetivou-se caracterizar a declividade, o solo e seu uso na microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal, para fins de implantar políticas públicas de manejo e conservação do solo e da água. A área estudada foi a microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal. Os dados foram obtidos a partir de técnicas de informação geográfica ArcGis e de sensoriamento remoto. Maior parte da microbacia apresenta declividade de 0 – 3%, altitudes entre 500 – 520 m, Latossolos Vermelhos, e uso predominante de agricultura perene e anual. Conforme estas características o cultivo atual é um dos mais indicados, contribuindo para os melhores índices de produtividade e menor risco de degradação.

Palavras-chave: conservação do solo e da água, Latossolos, cana-de-açúcar.

ABSTRACT

Hydrographic basins are areas geographically marked by drainage networks, which undergo several influences of anthropic activities. Therefore studies of characterization of geology, pedology and relief, are of great importance for its use and agricultural planning. The objective of this study was to characterize the slope, the soil and its use in the Jaboticabal Stream watershed, in order to implement public policies for soil and water management and conservation. The studied area was the hydrographic microbasin of the Jaboticabal Stream. Data were obtained from ArcGIS geographic information and remote sensing techniques. Most of the microbasin presents slope of 0 - 3%, altitudes between 500 - 520 m, Red Latosols, and predominant use of annual and perennial agriculture. According to these characteristics the current crop is one of the most indicated, contributing to the best productivity indexes and lower risk of degradation.

Key words: soil and water conservation, Oxisols, sugarcane.

INTRODUÇÃO

Bacias hidrográficas podem ser definidas como uma unidade do ecossistema, para planejamento ambiental, definida geograficamente pelas concentrações de determinada rede de drenagem. Teodoro et al. (2007) afirmam que o estudo e a caracterização destas bacias é de extrema importância para a avaliação do compartimento hidrológico, devendo considerar sempre fatores como o relevo, a geologia e a drenagem. A Política Nacional de Recursos Hídricos, aprovada pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 define as bacias hidrográficas como a unidade territorial onde são efetivadas as diretrizes de gestão dos recursos hídricos.

As bacias hidrográficas sofrem grandes influencia com as atividades agropecuárias exercidas em sua área geográfica. Segundo trabalho realizado por Gonçalves & Rocha (2016), na bacia hidrográfica da represa do Alagoados, Ponta Grossa-PR, quanto maior a superfície cultivada da bacia, menor a qualidade da água.

Paula et al. (2016), estudando na Bacia Hidrográfica do Rio Ingaí – RS a influência do uso e cobertura da terra aliado a precipitação pluviométrica, observaram que no mês de outubro, período em que há maior área de solo exposto, associado a ocorrência de precipitação, a influência do ambiente terrestre no aquático é maior, visto que há maior facilidade de escoamento, e deslizamento de sedimentos e nutrientes do solo para o corpo d'água.

Neste sentido ao se estudar uma bacia hidrográfica deve-se conhecer as suas características físicas, inclusive o solo da região, as práticas de manejo mais indicadas e o histórico de cultivo da região. O presente estudo tem como objetivo caracterizar a declividade, o solo e o uso do solo da microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal, para fins de implantar políticas públicas de manejo e conservação do solo e da água.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo constitui-se na microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal, pertencente a bacia hidrográfica de Córrego Rico, localizada na porção centro norte do Estado de São Paulo, situada no município de Jaboticabal e localizada nas coordenadas latitudes 21°10'S e 21°28'S e longitude 48°10'WGr e 48°35'WGr, com área total de 81,65 km². A classificação climática conforme Koppen é Cwa. A Bacia está inserida na Bacia geológica do Paraná, unidade estabelecida sobre a Plataforma Sul Americana. A vegetação natural primária é do tipo Floresta Latifoliada Tropical (Pissarra et al, 2009). Os dados foram obtidos com técnica no sistema de informação geográfica ArcGis e de sensoriamento remoto. A partir de imagem do SRTM, da sigla em inglês de *Shuttle Radar Topography Mission*, nos dados de altimetria da área da microbacia obtidos a partir de sensores ativos (radar) foi calculada os valores de declividade, obtido por cálculos da inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal no SIG e foram classificadas de acordo com EMBRAPA (1999). O banco de dados de solo e uso do solo foram obtidos de mapas do IBGE (1971).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A microbacia do Córrego de Jaboticabal apresenta 58% da sua área com declividade de 0 – 3 % (Tabela 1, Figura 1). A porção central da micro bacia apresenta menor altitude, com cerca de 500 – 520 m, região de maior concentração das águas pelo escoamento (Figura 1). Da porção média as bordas da micro bacia, as altitudes aumentam, chegando até 700. A maior parte da área da microbacia do Córrego de Jaboticabal é coberta por Latossolos Vermelhos (Tabela 2, Figura 1). Pela Tabela 2 e Figura 1, observa-se que o principal uso dos solos da micro bacia é para agricultura perene, cana-de-açúcar e agricultura anual.

Tabela 1. Classes de declividade da microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal.

Classes de declividade	Área (ha)	%
0-3	1647,15	20,17
3-8	4783,65	58,59
8-15	1609,73	19,72
15-45	125,01	1,53
Max	4783,65	
Min	125,01	

Tabela 2. Solos da microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal.

Solos	Área (ha)	%
Latossolo Vermelho distroférrico	4172,67	51,1
Latossolo Vermelho distrófico	3781,06	46,31
Neossolo	155,98	1,91
Argissolo	55,83	0,68

Tabela 3. Tipos de uso do solo da microbacia hidrográfica do Córrego de Jaboticabal.

Tipos de usos	Área (ha)	%
Agricultura	1330,44	2,31
Cana-de-açúcar	1892,85	3,36
Pastagem	179,99	0,32
Área Urbana	296,61	0,53
Solo nú	571,52	1,01
Floresta de Eucalipto	682,57	1,21
Água	30,13	0,05
Floresta Nativa	367,64	0,65
Agricultura Perene	2843,78	5,05



Mapa de Declividade



Mapa de Altitude

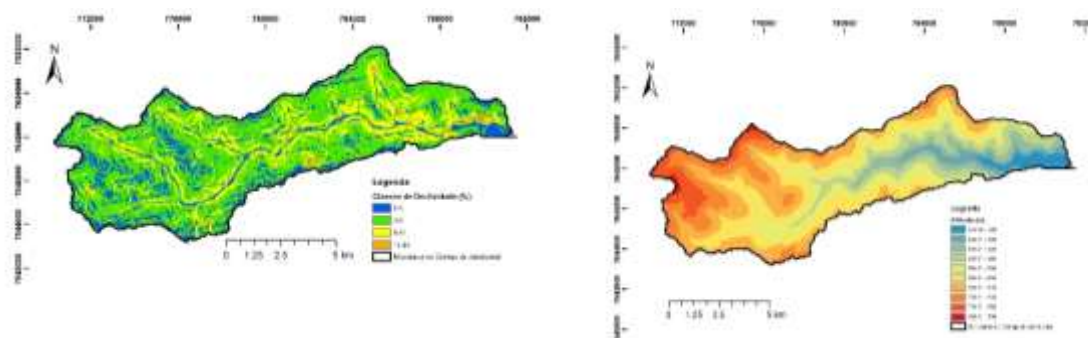


Figura 1. Mapa de solos, uso e ocupação, declividade e altitude da micro bacia hídrica do Córrego de Jaboticabal.

Os Latossolos são solos profundos, muito intemperizados, normalmente apresentam baixa fertilidade natural, altos valores de pH e estrutura granular. São formados principalmente em superfícies planas a onduladas, com menor variação de declividade. São solos fáceis de manejo quanto as necessidades físicas, mas exigem mais atenção quanto as necessidades químicas. Araújo et al. (2014), estudando Latossolos observaram que a principal aptidão agrícola destes é para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis baseado em práticas agrícolas com um médio e alto nível tecnológico.

De acordo com Centurion et al., (2007) o cultivo de cana-de-açúcar em Latossolos, pode favorecer o aumento da densidade do solo, diminuição da macroporosidade e porosidade total, em Latossolos com maiores teores de óxidos de ferro, como o Latossolo Vermelho distroférrico que cobre mais de 50% da micro bacia estudada, pode favorecer para que o cultivo de cana de açúcar cause maiores prejuízos a qualidade física do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia do Córrego de Jaboticabal apresenta declividade e solos aptos para o uso e ocupação da região, favorecendo a melhor produtividade das culturas adotadas. Todavia, sempre deve-se atentar para a adoção de práticas de manejo conservacionistas e adequadas para as características da microbacia, para que não ocorra processos de degradação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO J. K. S.; CORRÊA, M. M.; GALINDO, I. C. L.; SOUZA JUNIOR, V. S. Caracterização De Latossolos Amarelos Húmicos Em Um Ambiente Altimontano Na Região Agreste Do Estado De Pernambuco, Brasil. **Bioscience Journal**, v.31, n.1, p.146-160, 2015.

CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; METZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência Do Cultivo Da Cana-De-Açúcar E Da Mineralogia Da Fração Argila Nas Propriedades Físicas De Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.199-209, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. SILVA, F. C. da coord. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.

GONÇALVES, D. R. P.; ROCHA, C. H. Indicadores de qualidade de água e padrões de uso da terra em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1172-1183, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA - IBGE/Ministério do Planejamento e coordenação Geral Fundação. Carta do Brasil. Folha SF- 22-X-III-3. Escala 1:50.000, 1971.

PAULA, M. R.; BENEDETTI, A. C. P.; PEREIRA FILHO, W. Influência do Uso e Cobertura da Terra Aliado à Precipitação Pluviométrica na Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Ingaí – RS/Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v.32, p.143-152, 2016.

PISSARRA, T.C.T. et al. Informações básicas para o planejamento ambiental: Município de Jaboticabal. Jaboticabal: FUNEP. 2009.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito De Bacia Hidrográfica E A Importância Da Caracterização Morfométrica Para O Entendimento Da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Uniara**, v.20, p.137-157, 2007.

3.26 ANÁLISE DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIBEIRÃO POUSO ALEGRE, JAÚ – SP

Vanessa Durante Polonio - Doutoranda em Agronomia: Energia na Agricultura, na Universidade Estadual Paulista, .van_polonio@hotmail.com
Angela Carolina Sperandio - Graduanda em Engenharia Florestal na Universidade Estadual Paulista, angelacarolinasperandio@gmail.com
Kellen Amanda Barbosa Evaristo - Graduanda em Engenharia Florestal na Universidade Estadual Paulista, kellen.amanda.barbosa@hotmail.com
Victor Costa Leda - Doutorando em Agronomia: Energia na Agricultura, na Universidade Estadual Paulista, victorleda@gmail.com

RESUMO

O monitoramento do uso e ocupação da terra consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, o conhecimento da ocupação de uma bacia hidrográfica é de fundamental importância para um planejamento racional dos recursos naturais. O objetivo do presente estudo é analisar o desenvolvimento dos afluentes e área de preservação permanente em relação ao atual uso da terra na Bacia do Ribeirão Pouso Alegre, Jaú - SP. Foi possível analisar o desenvolvimento dos afluentes e a APP em relação ao uso e foi observado que a bacia hidrográfica vem se desenvolvendo de forma positiva, em relação à preservação dos recursos naturais, devido ao seu crescimento em área na bacia. E se desenvolvendo de forma negativa devido à grande perda de afluentes.

Palavras-Chave: APP, Bacia hidrográfica, geoprocessamento

ABSTRACT

The monitoring of land use and occupation is to seek knowledge of all its use by man or, when not used by man, the characterization of types of categories of natural vegetation that covers the soil, knowledge of the occupation of a watershed is of fundamental importance for rational planning of natural resources. The aim of the present study is to analyze the development of the tributaries and permanent preservation area in relation to the current land use in the Ribeirão Pouso Alegre Watershed, Jaú - SP. It was possible to analyze the development of the tributaries and the APP in relation to the use and it was observed that the watershed has been developing in a positive way, in relation to the preservation of the natural resources, due to its growth in area in the watershed. And if it develops in a negative way due to the great loss of tributaries.

Keywords: APP, watershed, geoprocessing

INTRODUÇÃO

O conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações (ROSA, 2007).

Diferentes usos da terra podem implicar em alterações na qualidade da água em uma bacia hidrográfica (ARCOVA; CICCIO, 1999). Dessa forma, o conhecimento da ocupação de uma bacia hidrográfica ou região é de fundamental importância para

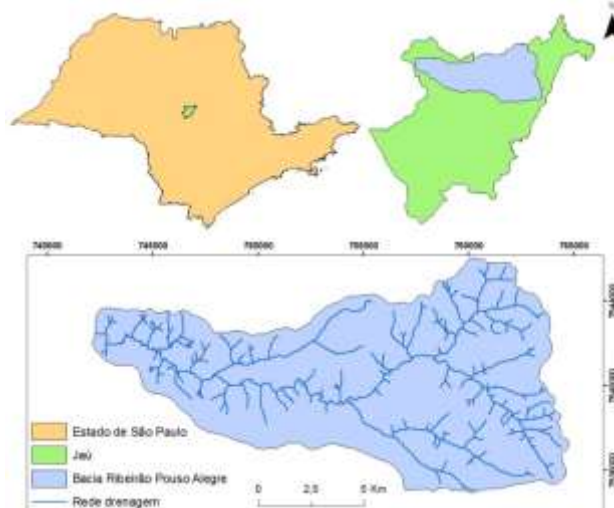
um planejamento racional dos recursos naturais, principalmente do planejamento do uso do solo.

Santos (2001), analisando conceitos de geoprocessamento e dos SIGs e de suas tendências à aplicação no gerenciamento de bacias hidrográficas concluiu que as ferramentas contidas em um SIG são capazes de acelerar as análises de dados, além de serem de extrema importância no processo de diagnóstico, planejamento, projeto e gestão do espaço. O objetivo do presente estudo é analisar o desenvolvimento dos afluentes e área de preservação permanente em relação ao atual uso da terra através do geoprocessamento na Bacia do Ribeirão Pouso Alegre, Jaú - SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia do Ribeirão Pouso Alegre está situado no município de Jaú – SP, faz parte da bacia do Rio Jaú sendo pertencentes da Bacia hidrográfica Tietê – Jacaré de acordo com a divisão da FEHIDRO (2017). Sua área está localizada entre as coordenadas UTM 741507; 7545758 e 764446: 7534937, e possui 14.731 ha (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da Bacia do Ribeirão Pouso Alegre, Jaú - SP.



Segundo Souza e Cremonesi (2004), o clima da Bacia do Ribeirão Pouso Alegre é do tipo Cwa, possuindo inverno seco e verão chuvoso, de acordo com a classificação de Koppen. A precipitação média anual é em torno de 1.400mm, segundo dados da estação hidrometeorológica da APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional Centro-oeste.

Para a delimitação da área da bacia, redes de drenagem e nascentes, foram utilizadas 11 cartas planialtimétricas (059/073; 059/074; 059/075; 059/076; 060/073; 060/074; 060/075; 060/076; 060/077; 061/075 e 061/076) do Instituto Cartográfico e Geográfico (IGC) com escala de 1:10.000. A imagem de satélite utilizada neste estudo foi a do Landsat 8, com data de 23 de fevereiro de 2017, adquirida através da plataforma Land Viewer (<https://lv.eosda.com/>). A imagem foi projetada para o hemisfério Sul. O programa utilizado para o processamento das cartas e da imagem foi o ArcGIS 10.3.

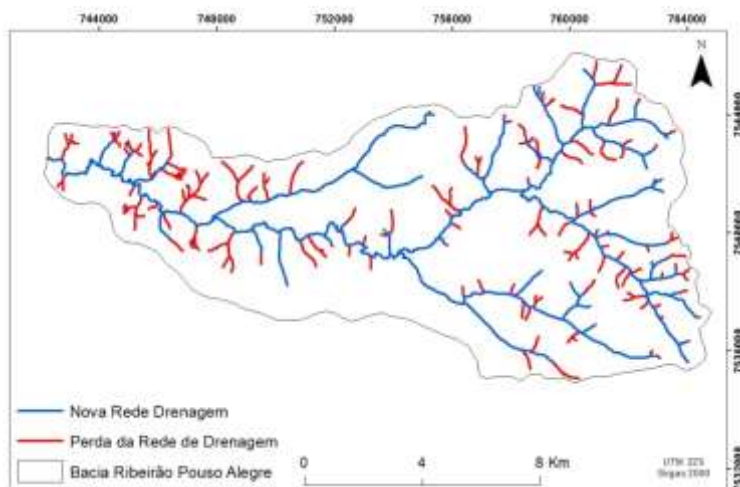
O Uso da Terra foi gerado a partir da imagem Landsat 8, por classificação em tela (visual), com ajuda do programa Google Earth, e a rede de drenagem foi atualizada através dos mesmos.

Foi gerada Área de Preservação Permanente (APP) a partir da nova rede de drenagem e nascentes por meio da ferramenta *buffer* com 30 e 50 metros respectivamente, e através da ferramenta *clip*, o Uso da Terra foi recortado para a criação do mapa de Uso da Terra presente na APP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rede de drenagem adquirida pelas cartas topográficas do IGC apresentam 181,5 quilômetros de extensão, que correspondem à época de confecção das cartas, publicada em 1980. A rede de drenagem atualizada através da imagem de satélite apresentou 108,2 quilômetros de extensão (Figura 2).

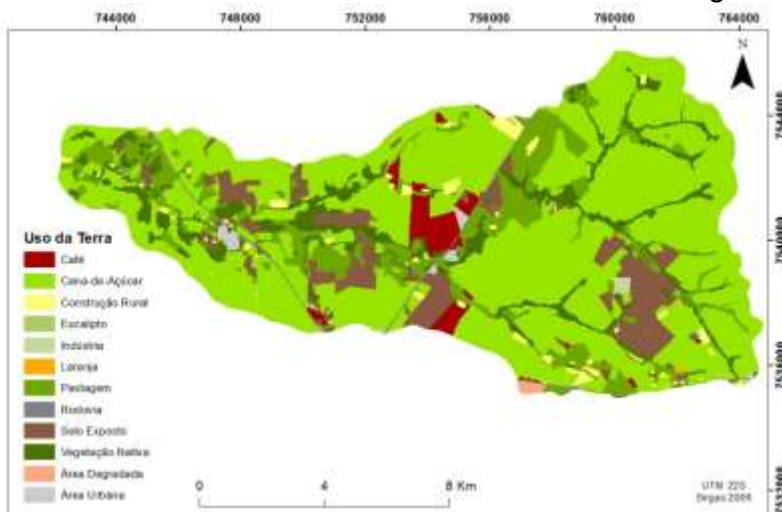
Figura 2. Mapa de persistência da Rede de Drenagem na Bacia do Ribeirão Pouso Alegre, Jaú - SP



Castro (2009) fez uma análise temporal da rede de drenagem da mesma bacia até o ano de 2007 e analisou uma grande redução da extensão até essa data, de 116,46 quilômetros em 2007, sendo assim nesses 10 anos, houve uma maior redução dos afluentes de 8,26 quilômetros até 2017.

O Mapa de Uso da Terra foi gerado composto com: Café, Cana-de-Açúcar, Construção Rural (chácaras, sítios e prédios de fazendas), Eucalipto, Indústria, Laranja, Pastagem, Rodovia, Solo Exposto, Vegetação Nativa, Área Degradada e Área Urbana (Figura 3).

Figura 3. Mapa de Uso da Terra na Bacia do Ribeirão Pouso Alegre, Jaú – SP



O Uso da cana-de-açúcar apresentou 9202 ha representando 62% da área total, sendo o maior uso em área, seguido de pastagem com 12,9% (1901 ha), solo exposto com 9,28% (1366 ha) e vegetação nativa com 9% (1334 ha). Os demais usos apresentaram área abaixo de 3% (Tabela 1).

Tabela 1. Área, dos usos e APP, presente na bacia do Ribeirão Pouso Alegre, Jaú – SP

Uso	Área total (ha)	Área total (%)	APP	APP (%)
Área Degradada	29,166	0,20	0,000	0,00
Área Urbana	77,386	0,53	5,137	0,79
Café	379,284	2,57	5,643	0,87
Cana-de-Açúcar	9202,742	62,47	117,140	18,07
Construção Rural	280,397	1,90	20,956	3,23
Eucalipto	12,913	0,09	1,725	0,27
Industria	31,310	0,21	0,216	0,03
Laranja	7,326	0,05	2,015	0,31
Pastagem	1901,700	12,91	204,864	31,59
Rodovia	107,690	0,73	1,170	0,18
Solo Exposto	1366,735	9,28	24,340	3,75
Vegetação Nativa	1334,963	9,06	265,216	39,51
TOTAL	14731,613	100,00	648,423	100,00

O mapa do uso da terra de Castro (2009) apresentou o uso de cana-de-açúcar pertencendo a 82% da área naquela época, e é possível ainda pertencer, pois grande parte do solo exposto encontrado atualmente são áreas de cana-de-açúcar que recentemente foram cortadas. A vegetação nativa nos mostrou um grande avanço, pois em 2007 apresentava somente 1,37% de sua cobertura em relação à bacia, e áreas de mata em recomposição possuíam 3% de área e atualmente vegetação nativa foi diagnosticada com mais de 9%.

Antes da perda em extensão da rede de drenagem, a bacia possuía 1127 ha de APP e com a drástica redução dos afluentes consequentemente houve uma queda em área de APP, possuindo 648 ha atualmente, ocorreu uma diminuição de 479 ha devido a essa redução ao longo dos anos da rede de drenagem. Mesmo sendo 648 ha de APP, somente 265 ha são de vegetação nativa. A partir disso foi realizado um cálculo dos usos presentes na APP e os usos de maior conflito na área foram pastagem com 31,59% seguido da cana-de-açúcar com 18%.

CONCLUSÃO

Foi possível analisar o desenvolvimento dos afluentes e a APP em relação ao uso e foi observado que a bacia hidrográfica vem se desenvolvendo de forma positiva, em relação à preservação dos recursos naturais, devido ao seu crescimento em área na bacia. E se desenvolvendo de forma negativa devido à grande perda de afluentes. O geoprocessamento mostrou grande potencial para analisar esse comportamento. Concluímos ser necessário um acompanhamento para os usos indevidos e a realização de restauração florestal para atingir pelo menos 100% da vegetação nativa na APP.

REFERÊNCIAS

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 5, n. 6, p. 125-34, 1999.

CASTRO, L. I. S et al. SIG aplicado no conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 14, 2009, Natal. Anais...Santos: INPE, 2009, p. 3651-3656.

FEHIDRO, CBH Tietê – Jacaré. Relatório zero. São Paulo.
<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgibin/sigrh_home_colegiado.exe?COLEGIADO=FEHIDRO>. Acesso em: 04/2017.

ROSA, Roberto. *Introdução ao sensoriamento remoto*. Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

SANTOS, M.A. Técnicas para Diagnóstico Ambiental: Sistemas de Informações Geográficas. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. *Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas*. Rio de Janeiro: Coppe - UFRJ, 2001. p. 225-235.

SOUZA, A. M.; CREMONESI, F.L. *Jaú – Imagens de um Rio!* Piracicaba, São Paulo: Copiadora Luis de Queiroz, 2004.

3.27 ANÁLISE HIDROFÍSICA DO SOLO

André Vitor da Costa Manso¹, Leonardo Almeida Albieiro², Melissa Keiko Gomes Ninuma³, Matheus Silva Costa⁴, Thaís Randazzo Enz⁵, Valdemir Antonio Rodrigues⁶.

1 – Graduando em Eng. Florestal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Unesp, andre.vitorcm@hotmail.com

2 – Graduando em Eng. Florestal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Unesp, leolaga@hotmail.com

3 – Graduanda em Eng. Florestal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Unesp, mninuma@gmail.com

4 – Graduando em Eng. Florestal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Unesp, matheusscosta94@gmail.com

5 – Graduanda em Eng. Florestal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Unesp, randazzoenz.thais@gmail.com

6 – Prof. Adjunto Dr. na Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Unesp, valdemirrodriques@fca.unesp.br

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características hidrofísicas em diferentes profundidades e coberturas de solo. A vegetação tem grande importância na manutenção das condições de porosidade do solo, tanto pelo desenvolvimento das raízes, quanto pela formação da matéria orgânica adicionada ao solo. O trabalho foi realizado na Faculdade de Ciências Agrônomicas em Botucatu – SP em maio de 2017, um período caracterizado pelo final do período chuvoso e início do seco. As amostras foram retiradas de duas coberturas distintas: uma área a pleno sol e a outra no interior da floresta, sendo coletadas a 0 cm, 30 cm e 50 cm de profundidade, com 3 repetições cada, totalizando 18 amostras. Para obtenção dos valores de umidade, foi utilizado o método termogravimétrico segundo a Embrapa (1997), já para determinação da densidade real, o método do picnômetro. Através desses métodos, foi possível verificar que a porosidade média foi maior na área com floresta, com um valor de 51%, e a umidade foi levemente maior a céu aberto, assim como a densidade aparente média, apresentando respectivamente 17% e 1,24 g/cm³. Estes valores são decorrentes, entre outros fatores, do elevado teor de matéria orgânica encontrado na floresta e, também, da evapotranspiração realizada pelas plantas. Já a densidade real do solo é em ambas as áreas de 2,09 g/cm³. Palavras-chave: umidade, densidade, porosidade, água no solo

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the hydrophysical characteristics in different depths and soil coverages. The vegetation is important to maintain soil porosity conditions, both by the development of the roots, and by the formation of the litter added to the soil. This study areas are located Faculdade de Ciências Agrônomicas em Botucatu – SP. The samples were collected from two different covers: one area without forest and the other with forest, being collected at 0 cm, 30 cm and 50 cm depth, with 3 replicates each, totaling 18 samples. The thermogravimetric method was used according to Embrapa (1997) in order to obtain the values of moisture and, to determine the density of soil particle, the pycnometer method. It was possible to verify through these methods that the average porosity was higher in the forest area, with a value of 51%, and the humidity was slightly higher in open air, as well as the average density, presenting respectively 17% and 1,24 g/cm³. The density of soil particle is in both areas of 2,09 g / cm³.

Key words: moisture, density, porosity, soil water

INTRODUÇÃO

Ecossistemas naturais, em decorrência dos processos essenciais de ciclagem de nutrientes, acumulação e decomposição da matéria orgânica, apresentam uma integração harmoniosa entre a cobertura vegetal e propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SILVA, 2007). A cobertura florestal tem importância na manutenção destas propriedades quando comparado a um exposto diretamente ao sol.

Além das propriedades biológicas, as físicas também são beneficiadas pela cobertura vegetal; a estrutura do solo é um fator importante para o estabelecimento de espécies, podendo ser avaliada através da densidade do solo, resistência à penetração e permeabilidade, porosidade, entre outros. Essas referências podem ser utilizadas como indicadores para o controle da perda de produtividade e degradação do ambiente (MARTINS, 2002).

A densidade, por exemplo, depende da estrutura e compactação do solo, podendo fornecer informações relacionadas à conservação, devido à influência em propriedades como infiltração e retenção de água, desenvolvimento das raízes e trocas gasosas (COSTA, 2003).

O valor de velocidade de infiltração básica tem grande importância quando se trata de projetos agrícolas de irrigação, drenagem e conservação do solo e água, além de ter relação com o processo de infiltração e as propriedades do solo (PRUSKI, 1993; ALVES SOBRINHO, 1997).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Faculdade de Ciências Agronômicas em Botucatu – SP. O município se encontra na região centro-oeste do estado de São Paulo, e o local do experimento está localizado entre a longitude 48° 26' 01"W e latitude 22° 51' 24"S.

O clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima subtropical chuvoso, com inverno seco e verão seco e chuvoso (LOMBARDI NETO, DRUGOWICH, 1994), e precipitação anual de aproximadamente 1360 mm, segundo a classificação climática de Köppen.

As amostras foram retiradas de duas coberturas distintas: uma área a pleno sol e a outra no interior da floresta, sendo coletadas a 0 cm, 30 cm e 50 cm de profundidade, com 3 repetições cada, totalizando 18 amostras.

Com isso, foram calculados umidade a base seca (U_{bs}), densidade aparente (D_a), umidade do solo a base de volume de solo (θ) e quantificação e armazenamento de água no solo (ΔS).

Para a determinação da umidade do solo, utilizou-se o método termogravimétrico segundo Embrapa (1997), onde pesou-se a massa do solo úmida (M_u) e posteriormente as amostras foram encaminhadas para uma estufa, onde secaram a 103°C ± 2, até o momento em que mantivessem o peso constante. Desta forma foi possível calcular a massa seca e em seguida a umidade utilizando a seguinte equação:

$$U\% = \frac{M_u - M_s}{M_s} \cdot 100$$

Onde: U% = umidade do solo (%); m_u = massa do solo úmido (g); m_s = massa do solo seco (g).

A densidade do solo foi calculada pela relação entre a massa do solo seco e o volume total do solo, de acordo com a seguinte equação:

$$\rho = \frac{ms}{V}$$

Onde: ρ = densidade do solo ou densidade aparente (g/cm^3); ms = massa do solo seco (g); V = volume total do solo (cm^3).

A umidade do solo a base de volume do solo foi calculada multiplicando-se a densidade do solo pela umidade a base de solo seco, conforme a equação:

$$\theta = \rho \cdot U$$

Onde: θ = umidade do solo a base de volume do solo (cm^3 de $\text{H}_2\text{O}/\text{cm}^3$ solo); ρ = densidade do solo (g/cm^3); U = umidade a base de solo seco (%).

A quantificação e armazenamento de água no solo foi realizada de acordo com a equação:

$$\Delta S = \theta \cdot h \cdot 10$$

Onde: ΔS = armazenamento de água no solo (mm); θ = umidade do solo a base de volume do solo (cm^3 de $\text{H}_2\text{O} / \text{cm}^3$ solo); h = altura do perfil do solo (cm).

A densidade real (g/cm^3) consiste na relação entre a massa do solo seco (g) e o volume das partículas minerais e orgânicas (método do picnômetro). Para determinação da densidade das partículas, elas foram maceradas em um almofariz de porcelana (amostra composta), e houve sua secagem na estufa em aproximadamente 105°C durante uma hora. Em seguida, pesou-se 20 g de cada amostra, bem como os balões volumétricos de 100 mL e o balão com água destilada até o menisco, a fim de reduzir a probabilidade de erro. Parte da água destilada foi retirada para a inserção de 20 g de solo no balão volumétrico. As partículas de solo remanescentes em sua borda foram lavadas com a pisseta, e em seguida, os balões volumétricos permaneceram no banho maria por 30 minutos a 70°C . Novamente, foi necessário completá-los com água destilada até o menisco para, por fim, realizar a pesagem do balão com água destilada e solo. Desta maneira, torna-se possível calcular a densidade das partículas, de acordo com as respectivas equações:

$$\rho_p = \frac{Ps}{(Pic + H_2O) - (Pic + H_2O + solo) + Ps}$$

Onde: ρ_p = densidade das partículas do solo (g/cm^3); Ps = peso do solo seco em estufa (g); $Pic + H_2O$ = peso do balão volumétrico com água destilada à 100 mL (g); $Pic + H_2O + solo$ = peso do balão volumétrico com água destilada e solo em banho maria (g).

A porosidade total se baseia nos valores médios da densidade aparente do solo e da densidade das partículas do solo.

$$P = 1 - \left(\frac{\rho}{\rho_p} \right) \cdot 100$$

Onde: P = porosidade do solo (%); ρ = densidade aparente do solo (g/cm^3); ρ_p = densidade das partículas (g/cm^3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 são das seguintes variáveis físico-hídricas do solo a céu aberto e com floresta secundária de mata estacional semi-decidual, respectivamente: massa úmida (μ), massa seca (ms), umidade com base seca, percentual e não percentual (U_{bs}), densidade do solo (ρ_s), densidade das partículas do solo (ρ_p), umidade com base em volume (θ), porosidade do solo (P), armazenamento de água no solo (Δs) e água no perfil do solo (Δsp).

Perfil do Solo (cm)	m_u (g)	m_s (g)	U_{bs} (%)	U_{bs} -	ρ_s (g/cm ³)	ρ_p (g/cm ³)	P (%)	θ (cm ³)	Δ_s (mm)	Δ_{sp} (mm)
0	152,74	128,77	19%	0,19	1,10	2,09	47%	0,21	8,20	8,20
30	173,60	149,33	16%	0,16	1,28	2,09	39%	0,21	8,30	61,90
50	184,96	157,56	17%	0,17	1,35	2,09	35%	0,23	9,38	107,85
Média	170,43	145,22	17%	0,17	1,24	2,09	40%	0,22	8,63	59,32

Tabela 1. Análise hidrofísica do solo a céu aberto, Fazenda Lageado – Botucatu.

Perfil do Solo (cm)	m_u (g)	m_s (g)	U_{bs} (%)	U_{bs} -	ρ_s (g/cm ³)	ρ_p (g/cm ³)	P (%)	θ (cm ³)	Δ_s (mm)	Δ_{sp} (mm)
0	126,28	108,33	17%	0,17	0,93	2,09	56%	0,15	6,14	6,14
30	143,37	127,29	13%	0,13	1,09	2,09	48%	0,14	5,51	43,67
50	144,70	126,08	15%	0,15	1,08	2,09	48%	0,16	6,37	75,06
Média	138,12	120,57	15%	0,15	1,03	2,09	51%	0,15	6,01	41,62

Tabela 2. Análise hidrofísica do solo com floresta secundária de mata estacional semi-decidual, Fazenda Lageado – Botucatu.

Os resultados mostraram que o maior valor médio de porosidade (51%) é floresta secundária de mata estacional semi-decidual, e isto ocorre em decorrência do maior teor de matéria orgânica presente neste ambiente (Tabela 2). A superfície do solo da mata ciliar, de acordo com Rodrigues (2014), apresentou maior porosidade quando comparada com os dados médios do perfil com 30 cm de profundidade, o que pode ser atribuído à matéria orgânica oriunda da serapilheira das plantas. O mesmo fato ocorre no presente trabalho no que se refere à área com floresta.

O solo nú apresentou maior quantidade de água armazenada, quando comparado com os solos com floresta, a meio metro de profundidade com: 41,6 e 59,3 mm respectivamente. Essa diminuição é resultado da transpiração, pois as raízes das árvores absorvem água e nutrientes do solo para o processo de evapotranspiração. A redução da densidade populacional tende a aumentar o conteúdo de água no solo (Leite, 1999), como decorrência da menor taxa de transpiração.

A densidade do solo na camada superficial a céu aberto, foi de 1,10 e, em valores médios no perfil de 50 cm de 1,24 g/cm³. Já a densidade das partículas do solo foi de 2,09 g/cm³, com textura grossa, resultando numa porosidade na superfície de 47% e no perfil do solo de 40% (Tabela 1). O solo a céu aberto apresentou menor porosidade quando comparado ao piso florestal, o que pode ser observado na (Tabela 2).

No momento de ocorrência das precipitações o solo florestal apresenta maior infiltração da água quando comparado ao solo nú, onde parte é disponibilizada para o processo de evapotranspiração, parte armazenada no perfil e parte da água percola reabastecendo o lençol freático. Ao passo que no solo sem cobertura a infiltração da água no solo é menor com maior escoamento superficial. Nesta linha

de raciocínio a taxa de reabastecimento do lençol freático é maior em solos com cobertura florestal.

CONCLUSÕES

Ao comparar o solo sob floresta com o solo descoberto, o solo com cobertura vegetal apresenta maior porosidade em virtude da maior quantidade de matéria orgânica proveniente da serapilheira florestal.

Já a umidade com base em volume se mostra um pouco superior na área com ausência de vegetação, bem como a densidade aparente média. A densidade real do solo é a mesma para os dois locais, uma vez que esta propriedade independe da porosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A.M.; SOUZA, M.A.S.; SILVA JUNIOR, A.M.; FALQUETO, R.J.; BORGES, E.N. Influência da cobertura vegetal na densidade de três solos do cerrado. **Anais. II Simpósio Regional de Geografia**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 2003.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M. Avaliação de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférrico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, V.8, N.1, P.032-041. 2002.

MASON, C. F. Decomposição. **Ed. da Universidade de São Paulo**. São Paulo, SP. 1980.

PEÑA, M.L.P.; MARQUES, R.; JAHNEL, M. C.; ANJOS, A. DOS,; Respiração microbiana como indicador da qualidade do solo em ecossistema florestal. **Floresta**, Curitiba, PR, v.35, n. 1, p. 117 – 127, jan./abr. 2005.

PRUSKI, F. F.; VENDRAME, V.; OLIVEIRA, E. F. DE; BALBINO, L. C.; FERREIRA, P. A.; WERLANG, L.; CARVALHO, L.T. DE,; Infiltração de água num latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1. 1997.

SILVA, M.B.; KLIEMANN. H.J.; SILVEIRA, P.M.; LANNA, A.C.; Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.12, p.1755-1761, dez. 2007.

3.28 ENSAIO DE INFILTRAÇÃO EM PONTOS COM USO DO SOLO DISTINTO: UMA EXPERIÊNCIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BORÁ, UBERABA-MG

Camila Luzia Gullo, Graduanda em Geografia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil – camilagulloffs@gmail.com

Nathalia Barbosa Vianna, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil. – nathaliavianna.ufmt@hotmail.com
Josenilson Bernardo da Silva, Prof. Adjunto - Departamento de Geografia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil. – josenilson.silva@ufmt.edu.br
Carlos Alberto Araújo Campos, Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal-SP Brasil. -caubeara@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho realizou uma análise da infiltração de água no solo através de dados e amostras coletados em trabalho de campo próximo ao córrego Borá, um dos contribuintes na sub-bacia do ribeirão Saudade que representa a borda superior da Área de Proteção Ambiental – APA do rio Uberaba. A partir dessas análises foi possível identificar algumas características apresentadas pelos professores em sala de aula entre elas os possíveis usos do solo e a relação de infiltração com a textura do solo. Ao concluir as análises verificou-s maior facilidade de infiltração da água em solo arenoso e uma diferenciação desse processo em áreas com diferentes usos. Apesar da pequena quantidade de pontos coletados os resultados foram satisfatórios, porém não diminui a importância de coletas em pontos mais variados. Palavras chave: Granulometria, Manejo, dinâmica.

ABSTRACT

The present work carried out an analysis of the soil water inflow through data and samples collected in field work near the Borá stream, one of the contributors in the watershed Saudade that represents the upper edge of the Environmental Protection Area - APA do Rio Uberaba. From these analyzes it was possible to identify some characteristics presented by teachers in the classroom, among them the possible uses of the soil and the relation of infiltration with the soil texture. At the conclusion of the analyzes, it was verified that water infiltration in sandy soil is easier and a differentiation of this process occurs in areas with different uses. Despite the small number of points collected, the results were satisfactory, but did not diminish the importance of collections at more varied points.

Keywords: Granulometry; Management; Dynamics.

INTRODUÇÃO

A facilidade com que a água pluvial penetra a superfície do solo se deve, basicamente, a influência exercida pelas frações granulométricas e as características de uso e ocupação dos solos nas bacias hidrográficas. Este trabalho surgiu como uma experiência na disciplina Conservação do solo e água na agricultura que nos permitiu atentar para algumas questões demonstradas em sala de aula, entre elas, o manejo adequado do solo. Para subsidiar inicialmente o entendimento escolheram-se dois pontos, dentro da mesma bacia hidrográfica e, com uso do solo distinto para a verificação da capacidade de infiltração durante o tempo ($t = 30$ min.).

Caracterização física da área:

A área analisada encontra-se próximo ao córrego Borá, um dos contribuintes na sub-bacia do ribeirão Saudade que representa a borda superior da Área de Proteção Ambiental – APA do rio Uberaba, localizada no município de Uberaba. A bacia do ribeirão Saudade encontra-se entre as coordenadas 19°32'43" e 19°35'10" sul e 47°57'22" e 47°50'43" oeste, com área de 129,44km², representando a maior bacia da APA do rio Uberaba. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL - APA RIO UBERABA, 2012).

Clima: O Triângulo Mineiro apresenta temperatura média anual entre 20°C a 22°C. Na classificação de Köppen, o município de Uberaba apresenta Aw - tropical quente úmido, com chuvas no verão e seca no inverno. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL - APA RIO UBERABA, 2012).

Geologia: A região do Triângulo Mineiro pertence à grande feição geotectônica Bacia Sedimentar do Paraná, assentada sobre o Complexo Basal Goiano (RADAM, 1983). Na bacia do ribeirão Saudade são encontradas a formação Serra Geral, pertencente ao grupo São Bento, representada pelos basaltos nos fundos de vale e as Formações Uberaba e Marília pertencentes ao Grupo Bauru com predominância na sub-bacia. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL - APA RIO UBERABA, 2012).

Geomorfologia: Devido às alterações climáticas do Terciário e Quaternário ocorreram extensas pediplanações, laterização e dissecação, acarretando em formas residuais. As grandes chapadas e áreas de relevo mais suaves representam a bacia do ribeirão Saudade somado a áreas de cabeceiras de drenagem encaixadas. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL - APA RIO UBERABA, 2012).

Solos: De acordo com a classificação de solos (EMBRAPA, 1999), a sub-bacia do Ribeirão Saudade tem predomínio dos Latossolos e Argissolos de textura média a arenosa (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL - APA RIO UBERABA, 2012).

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

As análises físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Geomorfologia, Clima e Solos – Lagecs da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, na qual foram utilizados os seguintes materiais: Peneiras de malhas 10 (2 mm), 18 (1 mm) e 230 (0,062mm); agitador magnético; balança analítica; almofariz com capacidade para 2 litros; Mão de gral; Estufa com temperatura de 105° a 110°; cápsulas de porcelana; Recipientes de vidro para mesa agitadora; Pipeta; Mesa agitadora; Água destilada; Reagente (solução de 10g de NaOH dissolvida em 1l de água destilada); Proveta de 1000ml e um par de infiltrômetros concêntricos.

Métodos

Os procedimentos contaram com análises granulométricas e teste de pipeta para separação da fração argila baseado na metodologia proposta pela NBR-7181 – ABNT.

Inicialmente as amostras coletadas foram colocadas em um almofariz de 2 litros onde foram destorroadas, esse processo realiza a “quebra” das partículas de solo agregado mantendo seu tamanho real. Após o destorroamento foram pesadas e colocadas nas peneiras de malhas 10, 18 e 230 para a separação de areia grossa, areia média e areia fina, as peneiras foram colocadas em um agitador magnético por

3 minutos para realizar a separação das partículas de solo, o mesmo procedimento foi realizado em todas as amostras.

Terminado o tempo no agitador magnético as diferentes partículas de solo contidas nas peneiras foram retiradas e pesadas separadamente, este procedimento realiza apenas a separação dos tipos de areia que foram classificadas segundo tabela proposta pela NBR-7181 – ABNT:

Matação _____ de 25 cm a 1m;
Pedra _____ de 7,6 cm a 25 cm;
Brita _____ de 4,8 mm a 7,6 cm;
Areia grossa _____ de 1,2 mm a 4,8 mm;
Areia media _____ de 0,3 mm a 120 mm;
Areia fina _____ de 0,05 mm a 0,3 mm;
Silte _____ de 0,0005 mm a 0,05 mm;
Argila _____ inferior a 0,0005 mm.

Para a separação da argila foi utilizado o método de pipeta que separa todas as partículas através do processo de suspensão. O procedimento teve início separando 10g de solo seco e destorroado de cada amostra e que foram colocadas em recipientes para mesa agitadora. Após a separação da quantidade necessária de solo foi adicionado 10 ml de reagente e colocado em repouso por 15 minutos. Posteriormente aos 15 minutos foi adicionada água destilada até atingir 2/3 do volume do frasco e levado à mesa agitadora por 16 horas. Terminado esse período os conteúdos dos frascos foram depositados em provetas de 1000 ml adicionando água destilada este volume, posteriormente foram agitadas por 1 minuto e colocadas para decantar. Ao fim do período de decantação, com auxílio de uma pipeta, foram coletados 10 ml da solução em suspensão de cada proveta a uma profundidade de 5 cm e colocados em cápsulas de porcelana de peso conhecido. As cápsulas foram levadas para a estufa onde ficaram por 24 horas a uma temperatura de 105°C, assim foi possível obter as quantidades de argila de cada amostra. Tendo as quantidades de cada tipo de areia e de argila foi possível, através da diferença, estipular a quantidade de silte em cada amostra.

Para estipular a capacidade de infiltração em um dado tempo (h) seguiu-se o orientado por Villela; Mattos (1975, p.70).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

PONTO	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
1	20 cm	0,12%	1,56%	89,34%	0,88%	8,10%
1	40 cm	0,0002%	1,64%	88,11%	0,44%	9,80%
2	20 cm	27,72%	38,79%	20,49%	2,10%	10,90%
2	40 cm	19,63%	46,29%	12,25%	3,93%	17,90%

Fonte: Dado de campo.

Os pontos apresentados na tabela apontam variação considerável entre os tipos de frações granulométricas (areia, silte e argila). O solo na área corresponde a uma textura muito arenosa no ponto 1 (20,40 cm) acima de 88%. O ponto 1 é caracterizado uma área de plantio de Eucalipto. A forma da vertente é convexa e com uso do solo variado. As frações arenosas facilitam o processo de infiltração. No ponto 1, nas profundidades de 20 cm e 40 cm a variação da areia total é pequena, mas, percebeu-se uma alteração no valor referente a partícula argila. Essa alteração

se deve ao processo de lixiviação, mais evidente, no período de maior pluviosidade na região que vai de outubro a março. Essa textura, essencialmente arenosa, está relacionada com o seu material de origem, haja vista que, o local encontra-se sobre a litologia da Formação Marília (arenitos). No ponto 2 (fundo de vale), o uso é marcado por pastagem. A textura apresentada, nas duas profundidades do teste, mostra uma variação menor nos índices de areia, apesar de, no total, essa partícula se apresentar em maior quantidade. Outro detalhe a destacar é a alteração de valor da fração argila em 40 cm (17,90%), o que mostra adição por lixiviação. O acúmulo maior de argila ainda nesse ponto pode indicar facilidade para armazenamento de água, portanto, pode indicar maior umidade. Percebeu-se ao longo da tradagem, dificuldade de penetração na variação de 20-40 cm. Notou-se maior compactação e presença de pequenos cascalhos.

Ponto 1: Área de Silvicultura

Tempo (min.)	Volume lido (cm³)	Variação do Volume (cm³)	Altura da Lâmina (mm)	Capacidade da Infiltração em (mm/h)
1	23,0	0,0	0,0	
2	21,5	1,5	3,9	23,3
3	21,0	0,5	1,31	7,85
4	20,8	0,2	0,052	0,31
5	20,2	0,6	1,57	9,41
10	18,3	1,7	4,47	53,64
15	16,4	1,9	5	60
20	14,4	2,0	5,26	63,12
25	12,8	1,6	4,21	50,52
30	11,2	1,6	4,21	50,52

Fonte: Dados de campo

Ponto 2: Área de Pastagem

Tempo (min.)	Volume lido (cm³)	Variação do Volume (cm³)	Altura da Lâmina (mm)	Capacidade de infiltração em (mm/h)
1	23,0	0,0		
2	22,3	0,7	1,8	10,7
3	22,2	0,3	0,7	4,19
4	22,1	0,1	0,2	1,19
5	22,0	0,1	0,2	1,19
10	21,8	0,2	0,5	2,9
15	21,5	0,3	0,7	4,19
20	21,2	0,3	0,7	4,19
25	21,2	0,0	0,0	0,0
30	21,0	0,2	0,5	2,9

Fonte: Dados de campo

CONCLUSÃO

Pelo conteúdo trabalhado e o experimento aplicado em campo, percebeu-se que, mesmo ainda de forma preliminar, os solos arenosos facilitam a dinâmica da infiltração. No entanto, o tipo de uso implementado pode promover alteração nessa capacidade. No ambiente de pastagem, a dinâmica da infiltração foi muito diferente, em comparação com o ambiente onde está plantado o eucalipto. A suspeita nos mostra que a quantidade de matéria orgânica pode ter influenciado mais a capacidade de infiltração do ambiente onde se tem o eucalipto. No entanto, é salutar fazer mais experimentos e em pontos diversos para se entender mais sobre a dinâmica de infiltração nos pontos levantados. A utilização dos cilindros de anéis concêntricos satisfaz os objetivos do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Prefeitura Municipal de Uberaba – **Plano de Manejo Emergencial da Área de Proteção Ambiental Municipal do rio Uberaba**. Uberaba-MG, 2012.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 1975. P.245.

ABNT. NBR 7181: Solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

3.29 QUANTIFICAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL E DOS PROCESSOS EROSIVOS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO

Bruno Prodocimo Gimenez¹ bgimenez1991@gmail.com, Jader de Andrade Bartolomeu¹, biojader@gmail.com, Lucas Filipini Piacitelli¹, lucaspiacitelli@hotmail.com, Luiz Felipe Silva¹, luyz2@hotmail.com, Luiz Henrique Vila Nova¹, luizvila@ymail.com, Pedro Henrique Proença Nalesso¹, pedronalesso@hotmail.com, Aluno de graduação da FCA/UNESP- Botucatu – São Paulo - Brasil

RESUMO

O entendimento dos processos hidrológicos nas diferentes coberturas de solo é fundamental para o planejamento e gestão da área de interesse. O presente trabalho tem por objetivo simular a precipitação e quantificar o escoamento superficial e erosão nessas coberturas. Para tal estudo, foram utilizados a soma das perdas de solo de três repetições para cada cobertura, medidas em infiltrômetros contendo solo nu, cobertura gramínea e cobertura florestal. Os dados foram extrapolados para um hectare. Concluiu-se que em solo nu, o processo erosivo é classificado como muito alto, em cobertura gramínea, como moderado e cobertura florestal como nenhum ou baixo.

Palavras-chave: escoamento superficial, erosão hídrica, perda de solo.

ABSTRACT

The understanding of the hydrological process in different agricultural crops is essential to the soil use and management. The aim of this study was to quantify the surface-water runoff and soil loss due to the erosion, using simulated rainfall. The experiment consisted of three soil use situations, forest, grass and without any cover crop. The evaluation of soil loss was based on the sum of three replications in each treatment, measured by "infiltrimeter". The data collected was calculated for 1 hectare. Based on the results, the highest erosion process was observed in the soil without a cover crop followed by the grass as a cover crop, which was classified as moderate. On the forest field, the erosion process was null or low.

Key word: water-surface runoff, water erosion, soil loss.

INTRODUÇÃO

O monitoramento de microbacias hidrográficas, visando o monitoramento da qualidade do solo, da quantidade e qualidade da água e de como os recursos naturais estão sendo utilizados, pode ser feito através de estudos em microbacias hidrográficas experimentais, no intuito de entender o funcionamento dos processos hidrológicos (Whitehead; Robinson, 1993). De acordo com Oliveira e Crestani (2011), as bacias hidrográficas são unidades ambientais, pois a dinâmica de seus componentes são imprescindíveis para o planejamento e gestão ambiental. Já a microbacia hidrográfica pode ser classificada do ponto de vista hidrológico como uma unidade menor da paisagem capaz de integrar componentes relacionados com a qualidade e quantidade de água. Ambientalmente, a microbacia é uma unidade ecossistêmica e morfológica que pode refletir as interferências antrópicas, como por exemplo a ocupação de terras com atividades agrícolas (Jenkins et al., 1994).

De acordo com Rodrigues et al., (2013), em uma microbacia os processos hidrológicos estão relacionados aos processos geomorfológicos de sua formação, como as diferentes declividades, sua área, a densidade de drenagem, e aos

processos hidrológicos tais como: precipitação local e regional, escoamento superficial da água das chuvas, infiltração, fluxo de base, deflúvio, vazão e, suas inter-relações com o meio.

Neste sentido e em razão da complexidade deste ecossistema, Mosca (2003), ressalta que existe uma interdependência entre os fatores bióticos e abióticos e qualquer perturbação pode comprometer sua dinâmica de funcionamento.

A finalidade deste trabalho foi simular a precipitação em parcelas experimentais com e sem cobertura vegetal e avaliar o escoamento superficial e o controle e perdas de solo provocadas pelo escoamento superficial.

O processo de escoamento superficial e erosão do solo representam grandes problemas de conservação de solo em todo o mundo, devido ao seu impacto sobre a produção agrícola sustentável, bem como na preservação do meio ambiente (GASPAR et al., 2013).

Neste sentido a cobertura florestal possui relação estreita com o ciclo hidrológico em microbacias hidrográficas, interferindo na dinâmica da água em vários compartimentos do sistema, inclusive para abastecer lençol freático e rios. A principal influência está relacionada com a interceptação pelas copas, minimizando o impacto das gotas, resultando em precipitação interna e escoamento pelo tronco, que efetivamente chega ao solo e facilmente se infiltra, ficando disponível para as plantas (ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003).

A precipitação é o principal processo hidrológico que retroalimenta a dinâmica dos ecossistemas garantindo a sobrevivência dos seres vivos na Terra (RODRIGUES, 2014). A intensidade das chuvas são fatores fundamentais nos processos relacionados à infiltração, escoamento e erosão. A declividade do terreno e o escoamento superficial da água das chuvas são decisivos no aumento dos processos erosivos.

Os objetivos foram quantificar o escoamento superficial e o controle de erosão em três diferentes coberturas do solo: solo nu, solo com cobertura de gramíneas e solo com cobertura florestal em unidades experimentais na fazenda São Manuel, no estado de São Paulo (FCA/UNESP).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, que pertence a Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP no município de São Manuel – SP, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 22° 25' de latitude sul e 48° 34' de longitude oeste, com altitude média de 750 m. O clima regional do município de São Manuel, de acordo com a classificação climática de Köppen, é temperado chuvoso, constantemente úmido e com verão quente (Cfa). A temperatura média anual é de 23°C, sendo o total da precipitação anual de 1433 mm e umidade relativa do ar é de 71%. A classificação e os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Naturais, área de Ciências Ambientais / FCA UNESP - Botucatu.

O experimento possui três tratamentos: solo nú (figura 1), solo com gramado (figura 2) e solo com cobertura florestal (figura 3), existindo três repetições para cada um. Foi executada uma simulação de chuva com o auxílio de regadores, com o volume previamente definido (5 litros).

As parcelas utilizadas na pesquisa são os denominados infiltrômetros, que são parcelas circulares com área de 2642,08 cm² ou 0,2642 m², equipadas com uma saída de água em um recipiente com capacidade de armazenamento de 5 litros.



Figura 1. Solo nú
vegetação.

Figura 2. Solo com gramado. Figura 3. Solo com

Foram coletados dados de escoamento superficial e carreamento de sedimentos do solo em todas as parcelas, sendo que provetas auxiliaram na medição dos volumes de escoamento, permitindo uma maior precisão no processo. Foram quantificados o escoamento superficial em litros (L) e o carreamento de sedimentos do solo em gramas (g), sendo posteriormente transformado em ton/ha/ano, a partir da área calculada do infiltrômetro, da lâmina aplicada nas parcelas em relação à precipitação média anual do local do estudo, e da quantidade de sedimentos gerada no experimento. A avaliação da degradação do solo foi realizada de acordo com a classificação realizada pela FAO; PENUMA; UNESCO (1981) que propõem diferentes graus de erosão hídrica do solo (tabela 1).

Tabela 1. Classificação da degradação dos solos em diferentes graus de erosão hídrica.

Perda de Solo (ton/ha/ano)	Grau de Erosão Hídrica
<10	Nenhuma ou Baixa
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
>200	Muito Alta

Fonte: Adaptado de FAO; PENUMA; UNESCO (1981).

RESULTADOS E DISCUSÃO

Nas tabelas 2 e 3, a seguir, pode-se observar respectivamente, os volumes de água escoados superficialmente; e a quantidade de sedimentos observada após filtragem da água coletada.

Tabela 2. Volumes de água (L) escoados superficialmente (médio e em cada parcela) nos diferentes tipos de cobertura de solo.

	Solo Nu	Cobertura Gramínea	Cobertura Florestal
Parcela 1	3,340	2,450	1,650
Parcela 2	3,710	3,000	0,820
Parcela 3	3,390	3,100	2,050
Média	3,480	2,850	1,510

Tabela 3. Quantidade de sedimentos carreados juntamente ao escoamento superficial de água, nas diferentes coberturas de solo.

	Solo Nu	Cobertura Gramínea	Cobertura Florestal
Sedimentos (g)	555,14	16,07	9,43
Sedimentos (ton/ha/ano)	528,00	15,29	8,97

Avaliando-se a tabela 3 (comparativamente à tabela 1), percebe-se que em solo nu, o processo erosivo atinge grau muito alto; em cobertura gramínea, grau moderado; e em cobertura florestal, grau baixo ou inexistente. Ainda com base nesses resultados, foram gerados os gráficos a seguir.

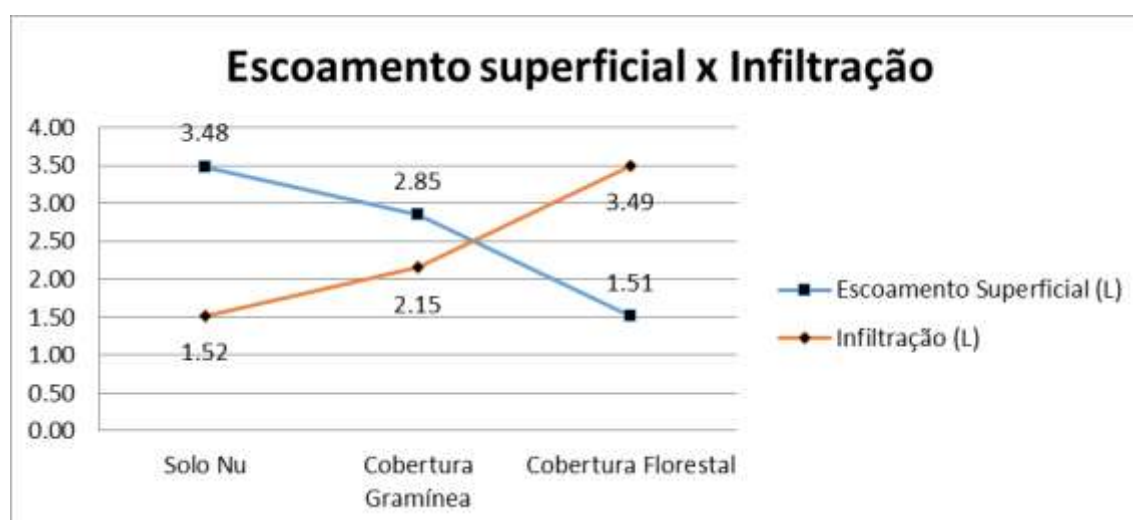


Figura 4. Gráfico demonstrando a comparação entre o volume médio escoado superficialmente e o infiltrado, em cada tipo de cobertura de solo.

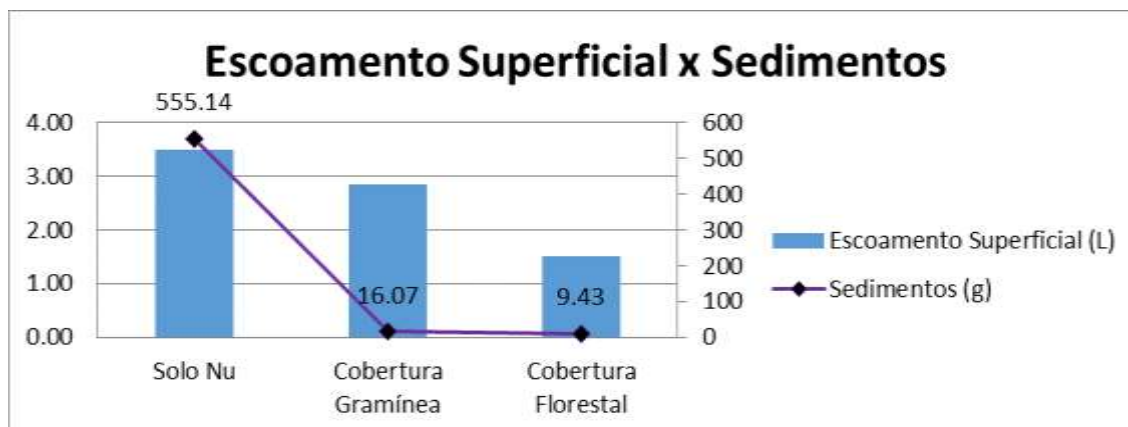


Figura 5. Gráfico demonstrando a relação entre o volume médio escoado superficialmente e a quantidade (g) de sedimentos carregados.

Na figura 4, o gráfico demonstra que quanto maior a infiltração (dada pela diferença entre o volume de chuva simulado (5 L) e o volume escoado superficialmente), menor será o escoamento superficial, logo percebe-se a importância da cobertura vegetal sobre o solo, a fim de evitar, ou ao menos reduzir os processos erosivos, situação visível no gráfico da figura 5, que mostra considerável redução na quantidade de sedimentos carregados quando o solo apresenta cobertura, ainda que gramínea.

CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados, podemos concluir que em solo nu o processo erosivo é classificado como muito alto (528,00 ton/ha/ano), em cobertura gramínea, como moderado (15,29 ton/ha/ano) e cobertura florestal como nenhum ou baixo (8,97 ton/ha/ano), para as condições do local estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação pelas copas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.
- FAO, PNUMA E UNESCO, 1981. In: *Métodos de Estimación de la Erosión Hídrica*. Editorial Agrícola Española, S.A., 152 p., 1994.
- GASPAR, L.; NAVAS, A.; WALLING, D.E.; MACHÍN, J.; GÓMEZ AROZAMENA, J. Using ^{137}Cs and ^{210}Pb to assess soil redistribution on slopes at different temporal scales. *Catena*, v.102, p. 46–54, 2013.
- JENKINS, A.; PETERS, N. E.; RODHE, A. HYDROLOGY. In: Moldan, B. Cerny, J. *Biogeochemistry of small catchments: a tool for environmental research*. Chichester: John Wiley, 1994. Cap 2.p.31-54.
- MOSCA, A. A. O. Caracterização hidrológica de duas microbacias visando à identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas. 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

OLIVEIRA, E. D. de; CRESTANI, A. Caracterização fisiográfica da Bacia de drenagem do Córrego Jandaia, Jandaia do Sul/PR. ACTA Geográfica, Boa Vista, v. 5, n. 10, p. 169-183, 2011. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/427/554>>. Acesso em: 30 abril. 2017.

PARANHOS, R. M.; PAIVA, J. B. D. Avaliação de metodologia de estimativa de produção de sedimentos em uma pequena bacia rural de encosta. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.13, p.7-18,2008.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. A.; MENDONÇA, L. A. R.; ARAÚJO, J. C.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO, E. M. Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, p.312-318, 2013.

RODRIGUES, V. A. Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas. 2014. 125 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

RODRIGUES, V. A.; COSTA, P. N. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas em povoamento de Eucalipto. Revista BioEng, Campinas, v. 3, n. 1, p. 77-86, 2009.

WHITEHEAD, P. G., ROBINSON, M. Experimental basin studies: international and historical perspective of forest impacts. Journal of Hydrology, Amsterdam, v. 145, p. 217- 230, 1993.

3.30 PAPEL DA CATI - CASA DA AGRICULTURA DE BOTUCATU NO RECOLHIMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS DO CAMPO

Daniel Ferreira Martins Pio – CATI EDR Botucatu – daniel.pio@cati.sp.gov.br
Júlio César Thoaldo Romeiro – CATI EDR Botucatu – julio.romeiro@cati.sp.gov.br
Rafael Marcelino – CATI EDR Botucatu – rafael.marcelino@cati.sp.gov.br
Jaime Duarte Filho - CATI EDR Botucatu – jaime.duarte@cati.sp.gov.br
Marcelo Leonardo - CATI CA Botucatu – marcelo.leonardo@cati.sp.gov.br
Gabriel Campos Volpi - CATI CA Pratânia – gabriel.volpi@cati.sp.gov.br

RESUMO

Até os anos 1990 os agricultores brasileiros não dispunham de alternativas para a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos, que normalmente eram enterradas, descartadas em rios, vendidas para reciclagem ou incineradas, representando sério risco ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais. O INPEV criou o “Sistema Campo Limpo” para realizar a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil, com base em um conceito de responsabilidade compartilhada entre agricultores, indústria, canais de distribuição e poder público. Embasado pelo Sistema Campo Limpo e, a partir de um fato trágico local, onde uma criança morreu após ingerir água em embalagem vazia de agrotóxico, o Escritório de Desenvolvimento Rural de Botucatu e suas Casas de Agricultura vêm apoiando desde 2003 a realização de ações de conscientização sobre a importância do assunto, bem como promovendo campanhas itinerantes de coletas destas embalagens. Por lei, a responsabilidade de devolução destas embalagens é dos próprios produtores, mas estes nem sempre o fazem devido à diversas dificuldades. Diante do exposto, as ações da Casa da Agricultura de Botucatu tiveram por objetivo conscientizar os produtores rurais sobre a importância da devolução correta de embalagens vazias de agrotóxicos, bem como promover coletas itinerantes destas embalagens, destinando-as de forma adequada. Desde 2003, 35.698 embalagens vazias já foram retiradas do meio ambiente de Botucatu, contribuindo para evitar danos ao meio ambiente e a saúde de pessoas e animais. Palavras-chave: logística reversa; extensão rural; INPEV; Campo Limpo

ABSTRACT

Until the 1990s, Brazilian farmers had no alternatives for the disposal of empty agrochemical containers, which were usually buried, discarded in rivers, sold for recycling or incinerated, posing a serious risk to the environment and human and animal health. INPEV created the "Clean Field System" to perform the reverse logistics of empty agrochemical packaging in Brazil, based on a shared responsibility concept among farmers, industry, distribution channels and public power. Based on a local tragic event, where a child died after ingesting water in an empty container of pesticides, the Rural Development Office of Botucatu and its Houses of Agriculture have been supporting since 2003 awareness-raising activities On the importance of the subject, as well as promoting itinerant campaigns of collection of these packages. By law, the responsibility for returning these packagings lies with the producers themselves, but they do not always do so because of various difficulties. In view of the above, the actions of the House of Agriculture of Botucatu aimed to raise the awareness of rural producers about the importance of the correct return of empty containers of agrochemicals, as well as promoting itinerant collections of these packages, allocating them appropriately. Since 2003, 35,698 empty containers have

already been withdrawn from the environment of Botucatu, contributing to avoid data to the environment and the health of people and animals.

Key words: reverse logistic; rural extension; INPEV; Clean camp

INTRODUÇÃO

Até os anos 1990 os agricultores brasileiros não dispunham de alternativas para a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos. Normalmente, as embalagens pós-consumo eram enterradas, descartadas em rios, vendidas para reciclagem ou incineradas sem critérios predefinidos e até reutilizadas, o que representava sério risco ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais (INPEV, 2016).

Para melhorar esta situação, vários debates foram realizados em nível nacional, e foi instituída a Lei Federal 9.974/00, promulgada em junho de 2000 e regulamentada em 2002, que atribuiu aos usuários de agrotóxicos a responsabilidade de devolver as embalagens vazias aos comerciantes que, por sua vez, teriam de encaminhá-las aos fabricantes. Em dezembro de 2001 criou-se o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), que é uma entidade sem fins lucrativos, que representa a indústria fabricante de agrotóxicos, com intuito de viabilizar a aplicação desta lei, integrando todos os elos da cadeia e gerenciando o sistema.

O INPEV criou o “Sistema Campo Limpo” para realizar a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil, com base em um conceito de responsabilidade compartilhada entre agricultores, indústria, canais de distribuição e poder público. Cabe aos produtores rurais a responsabilidade de devolver as embalagens devidamente lavadas e inutilizadas nos locais indicados pelos agentes de distribuição na nota fiscal de compra. Os estabelecimentos comerciais e as cooperativas, por sua vez, além de fazerem essa indicação, devem dispor de local adequado para o recebimento das embalagens. Aos fabricantes compete promover sua destinação final adequada, o que exerce por meio do INPEV. Já o governo responde pela fiscalização, pelo licenciamento das unidades de recebimento e pelo suporte aos fabricantes na promoção de ações de educação ambiental e de orientação técnica necessárias ao bom funcionamento do sistema (INPEV, 2016)

Com isso, o Brasil tornou-se referência mundial no recolhimento de embalagens de agrotóxicos, com 94% de embalagens plásticas corretamente destinadas, seguido pela França com 77% e Canadá com 73%. Mais de 360 mil toneladas foram destinadas corretamente de 2002 a 2015, e a previsão para 2016 é de 44.500 toneladas (INPEV, 2016).

Ressalta-se que além dos benefícios diretos oriundos do recolhimento destas embalagens do campo, que evitam contaminações ao meio ambiente, aos homens e aos animais, o sistema também apresenta uma ecoeficiência muito positiva, devido a possibilidade de fabricar artefatos a partir da resina reciclada das embalagens coletadas. De acordo com a Fundação Espaço Eco, o Sistema Campo Limpo, em nível nacional, de 2002 a 2015, gerou uma economia ambiental que pode ser traduzida, por exemplo, em energia para abastecer 1,9 milhões de casas durante um ano, (INPEV, 2016).

Em Botucatu, um menino de 11 anos morreu em outubro de 2002, após tomar água em uma embalagem vazia de agrotóxico encontrada no campo, em uma propriedade localizada na Microbacia Hidrográfica do Rio Pardo, à montante da área de captação pública de água de Botucatu (ESTADÃO, 2003).

Além da morte do garoto, o fato da embalagem estar localizada em uma área prioritária do município causou preocupação, porque os resíduos químicos tóxicos presentes nessas embalagens, quando abandonados no ambiente ou descartados em aterros e lixões, sob ação da chuva, podem migrar para águas superficiais e subterrâneas, contaminando o solo e lençóis freáticos (CEMPRE, 2000).

Embasado pelo Sistema Campo Limpo e, a partir deste fato trágico, o Escritório de Desenvolvimento Rural de Botucatu (EDR Botucatu) e suas Casas de Agricultura - órgãos pertencentes à Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) do Estado de São Paulo, vem apoiando desde 2003 a realização de ações de conscientização sobre a importância do assunto, bem como promovendo campanhas itinerantes de coletas de embalagens vazias de agrotóxicos.

Por lei, a responsabilidade de devolução destas embalagens é dos próprios produtores, que devem devolver nos postos indicados na Nota Fiscal, mas muitas vezes esses postos são em outros municípios distantes e os produtores não se deslocam para devolver pequenas quantidades de embalagens, principalmente os produtores familiares, com até 4 módulos fiscais, que na regional de Botucatu correspondem a 86% das 7.385 propriedades rurais existentes (SÃO PAULO, 2008).

Em 2003, quando o EDR Botucatu iniciou a realização destas ações, foi realizado um levantamento regional que indicou um grande estoque de embalagens vazias acumuladas nas propriedades rurais dos municípios de Botucatu e Pardinho.

Diante do exposto, as ações da Casa da Agricultura de Botucatu tiveram por objetivo educar e conscientizar os produtores rurais sobre a importância da devolução correta de embalagens vazias de agrotóxicos, bem como promover com auxílio de parceiros, coletas itinerantes de embalagens vazias de agrotóxicos, que recolham estas embalagens do campo, destinando-as de forma adequada, minimizando assim os riscos ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho vem sendo desenvolvido desde 2003, e consiste em identificar a demanda existente no município, e planejar as ações, que vão desde palestras educativas, até a realização de coletas itinerantes de embalagens vazias de agrotóxicos. Ao longo do tempo, notou-se que melhores resultados são obtidos quando se realizam as duas ações de forma complementar: palestras seguidas de coletas.

Para realização destas ações, é importante que as Casas de Agricultura busquem parcerias com as Prefeituras locais (Secretarias de Agricultura e Meio Ambiente) e com entidades associadas ao INPEV que administrem postos ou centrais de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Nos últimos anos, as ações no EDR Botucatu têm ocorrido da seguinte forma:

- 1) O técnico da Casa da Agricultura identifica se existe demanda, e em qual bairro rural ela é maior, além de verificar se já há um entendimento por parte da comunidade local da importância do tema, e do conhecimento sobre preparo das embalagens para devolução;
- 2) As Prefeituras, o EDR e a entidade da região que administra um posto de recebimento de embalagens são procurados, para realizar o planejamento de fato da coleta:
- 2.1) A entidade disponibiliza algumas datas disponíveis para que seus técnicos estejam presentes no dia da coleta para gerenciar o recebimento das embalagens;

- 2.2) As Prefeituras são procuradas para auxiliar, tanto financeiramente, com os custos da coleta, como com recursos humanos, através de apoio no planejamento, na divulgação e no dia da coleta. Em alguns casos, existem técnicos da Prefeitura que trabalham na Casa da Agricultura através de convênios.
- 2.3) O EDR Botucatu possui um técnico que apoia a realização destas ações, e realiza palestras para garantir que os produtores manipulem e preparem as embalagens para devolução de forma correta e segura, conforme legislação vigente;
- 3) Uma vez definida a data da coleta e as responsabilidades dos parceiros, os produtores são informados da mesma, e são orientados (por palestras ou pessoalmente), sobre os tipos de embalagens existentes, como manuseá-las, como armazená-las, quais são laváveis por processos de tríplice lavagem ou lavagem sob pressão, quais não são laváveis, e como realizar o preparo de cada uma para devolução;
- 4) No dia da coleta, cada produtor entrega as embalagens para o representante do posto de recebimento de embalagens vazias, que as inspeciona, as recebe, as transfere para o caminhão que irá transportá-las para o posto, e emite um comprovante de entrega de embalagens vazias, que o produtor deve guardar por 1 ano;
- 5) As embalagens coletadas são encaminhadas para um posto de recebimento em São Manuel, que as classifica em lavadas e não lavadas, separam por tipo de material e sobre supervisão do INPEV as encaminham para as Centrais de Recebimento, onde passarão por outros processos até chegarem ao seu destino final: reciclagem ou incineração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Eng. Agr. Alfredo Chaguri Junior, diretor do EDR Botucatu na época da realização da primeira coleta itinerante de embalagens vazias de agrotóxicos, em 2003, após uma ampla divulgação, foram recolhidas 50 mil embalagens vazias de agrotóxicos provenientes dos municípios de Botucatu e Pardinho, algumas guardadas há mais de 20 anos.

Desde então, Botucatu realizou mais 6 coletas, entre 2009 e 2016, e recolheu mais 10.698 embalagens vazias. Ao todo, essas ações retiraram do meio ambiente 35.698 embalagens vazias em Botucatu e 94.161 embalagens vazias na regional, que contribuíram para minimizar riscos ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado de coletas itinerantes de embalagens vazias de agrotóxicos realizadas com apoio do EDR Botucatu em Botucatu, e demais municípios entre 2003 e 2016.

Município	Número de embalagens de agrotóxicos vazias coletadas (unidade)										Total
	2003*	2004 a 2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Botucatu	25.000	0	3.500	1.921	0	0	1.442	1.066	919	1.850	35.698
Outros	25.000	14.646	8.507	977	839	1.360	1.966	1563	1756	1.849	58.463
Total	50.000	14.646	12.007	2.898	839	1.360	3.408	2.629	2.675	3.699	94.161

De forma geral, nota-se uma diminuição no número de embalagens coletadas por estas ações, do início até o presente momento. Um dos principais fatores que explicam esta situação é a conscientização do produtor rural; notou-se que alguns produtores que antes participavam das campanhas itinerantes, criaram uma consciência ambiental, e não dependem mais do poder público para devolução

destas embalagens, ficando eles mesmos responsáveis por fazer o transporte das mesmas até os postos de recebimento de embalagens.



Figura 1 – Coletas itinerantes em Botucatu.

CONCLUSÕES

As ações da Casa da Agricultura de Botucatu estão de acordo com a legislação que prevê que o poder público faça conscientização e educação de produtores rurais, e possibilitaram a retirada de 35.698 embalagens vazias de agrotóxicos do meio ambiente. Isso possibilitou que as mesmas fossem destinadas adequadamente e contribuiu para evitar danos ao meio ambiente, aos corpos d'água, e a saúde de pessoas e animais. Por este motivo, é um trabalho que deve ser continuado onde já existe, e estimulado onde ainda houver demanda.

REFERÊNCIAS

CEMPRE – Comissão Empresarial para Reciclagem. LIXO MUNICIPAL: Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª. Edição. São Paulo: IPT, 2000.

ESTADÃO – JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Botucatu coleta embalagens contaminadas. São Paulo, 13 de fevereiro de 2003. Caderno Ciência. Disponível em: <http://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,botucatu-coleta-embalagens-contaminadas,20030213p72729>. Acesso em 30/09/2016.

INPEV - INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Site Institucional**. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/index>. Acesso em 30/09/2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>. Acesso em 30/09/2016.

3.31 PAPEL DA CATI - CASA DA AGRICULTURA DE PARDINHO NO RECOLHIMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS DO CAMPO

Jaime Duarte Filho - CATI EDR Botucatu – jaime.duarte@cati.sp.gov.br
Rafael Marcelino – CATI EDR Botucatu – rafael.marcelino@cati.sp.gov.br
Júlio César Thoaldo Romeiro – CATI EDR Botucatu – julio.romeiro@cati.sp.gov.br
Daniel Ferreira Martins Pio – CATI EDR Botucatu – daniel.pio@cati.sp.gov.br
Ricardo Henrique Casini Chiarelli - CATI EDR Botucatu, ute.botucatu@cati.sp.gov.br
Andréia Bosco Talamonte – CA Pardinho - andreiatalamonte@hotmail.com

RESUMO

Até os anos 1990 os agricultores brasileiros não dispunham de alternativas para a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos, que normalmente eram enterradas, descartadas em rios, vendidas para reciclagem ou incineradas, representando sério risco ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais. O INPEV criou o “Sistema Campo Limpo” para realizar a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil, com base em um conceito de responsabilidade compartilhada entre agricultores, indústria, canais de distribuição e poder público. Embasado pelo Sistema Campo Limpo e, a partir de um fato trágico local, onde uma criança morreu após ingerir água em embalagem vazia de agrotóxico, o Escritório de Desenvolvimento Rural de Botucatu e suas Casas de Agricultura vêm apoiando desde 2003 a realização de ações de conscientização sobre a importância do assunto, bem como promovendo campanhas itinerantes de coletas destas embalagens. Por lei, a responsabilidade de devolução destas embalagens é dos próprios produtores, mas estes nem sempre o fazem devido à diversas dificuldades. Diante do exposto, as ações da Casa da Agricultura de Pardinho tiveram por objetivo conscientizar os produtores rurais sobre a importância da devolução correta de embalagens vazias de agrotóxicos, bem como promover coletas itinerantes destas embalagens, destinando-as de forma adequada. Desde 2003, 53.550 embalagens vazias já foram retiradas do meio ambiente de Pardinho, contribuindo para evitar danos ao meio ambiente e a saúde de pessoas e animais. Palavras-chave: logística reversa; extensão rural; INPEV; Campo Limpo

ABSTRACT

Until the 1990s, Brazilian farmers had no alternatives for the disposal of empty agrochemical containers, which were usually buried, discarded in rivers, sold for recycling or incinerated, posing a serious risk to the environment and human and animal health. INPEV created the "Clean Field System" to perform the reverse logistics of empty agrochemical packaging in Brazil, based on a shared responsibility concept among farmers, industry, distribution channels and public power. Based on a local tragic event, where a child died after ingesting water in an empty container of pesticides, the Rural Development Office of Botucatu and its Houses of Agriculture have been supporting since 2003 awareness-raising activities On the importance of the subject, as well as promoting itinerant campaigns of collection of these packages. By law, the responsibility for returning these packagings lies with the producers themselves, but they do not always do so because of various difficulties. In view of the above, the actions of the House of Agriculture of Pardinho aimed to raise the awareness of rural producers about the importance of the correct return of empty containers of agrochemicals, as well as promoting itinerant collections of these packages, allocating them appropriately. Since 2003, 53,550 empty containers have

already been withdrawn from the environment of Pardinho, contributing to avoid data to the environment and the health of people and animals.

Key words: reverse logistic; rural extension; INPEV; Clean camp

INTRODUÇÃO

Até os anos 1990 os agricultores brasileiros não dispunham de alternativas para a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos. Normalmente, as embalagens pós-consumo eram enterradas, descartadas em rios, vendidas para reciclagem ou incineradas sem critérios predefinidos e até reutilizadas, o que representava sério risco ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais (INPEV, 2016).

Para melhorar esta situação, vários debates foram realizados em nível nacional, e foi instituída a Lei Federal 9.974/00, promulgada em junho de 2000 e regulamentada em 2002, que atribuiu aos usuários de agrotóxicos a responsabilidade de devolver as embalagens vazias aos comerciantes que, por sua vez, teriam de encaminhá-las aos fabricantes. Em dezembro de 2001 criou-se o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), que é uma entidade sem fins lucrativos, que representa a indústria fabricante de agrotóxicos, com intuito de viabilizar a aplicação desta lei, integrando todos os elos da cadeia e gerenciando o sistema.

O INPEV criou o “Sistema Campo Limpo” para realizar a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil, com base em um conceito de responsabilidade compartilhada entre agricultores, indústria, canais de distribuição e poder público. Cabe aos produtores rurais a responsabilidade de devolver as embalagens devidamente lavadas e inutilizadas nos locais indicados pelos agentes de distribuição na nota fiscal de compra. Os estabelecimentos comerciais e as cooperativas, por sua vez, além de fazerem essa indicação, devem dispor de local adequado para o recebimento das embalagens. Aos fabricantes compete promover sua destinação final adequada, o que exerce por meio do INPEV. Já o governo responde pela fiscalização, pelo licenciamento das unidades de recebimento e pelo suporte aos fabricantes na promoção de ações de educação ambiental e de orientação técnica necessárias ao bom funcionamento do sistema (INPEV, 2016)

Com isso, o Brasil tornou-se referência mundial no recolhimento de embalagens de agrotóxicos, com 94% de embalagens plásticas corretamente destinadas, seguido pela França com 77% e Canadá com 73%. Mais de 360 mil toneladas foram destinadas corretamente de 2002 a 2015, e a previsão para 2016 é de 44.500 toneladas (INPEV, 2016).

Ressalta-se que além dos benefícios diretos oriundos do recolhimento destas embalagens do campo, que evitam contaminações ao meio ambiente, aos homens e aos animais, o sistema também apresenta uma ecoeficiência muito positiva, devido a possibilidade de fabricar artefatos a partir da resina reciclada das embalagens coletadas. De acordo com a Fundação Espaço Eco, o Sistema Campo Limpo, em nível nacional, de 2002 a 2015, gerou uma economia ambiental que pode ser traduzida, por exemplo, em energia para abastecer 1,9 milhões de casas durante um ano, (INPEV, 2016).

Em Botucatu, um menino de 11 anos morreu em outubro de 2002, após tomar água em uma embalagem vazia de agrotóxico encontrada no campo, em uma propriedade localizada na Microbacia Hidrográfica do Rio Pardo, à montante da área de captação pública de água de Botucatu (ESTADÃO, 2003).

Além da morte do garoto, o fato da embalagem estar localizada em uma área prioritária da região causou preocupação, porque os resíduos químicos tóxicos presentes nessas embalagens, quando abandonados no ambiente ou descartados em aterros e lixões, sob ação da chuva, podem migrar para águas superficiais e subterrâneas, contaminando o solo e lençóis freáticos (CEMPRE, 2000).

Embasado pelo Sistema Campo Limpo e, a partir deste fato trágico, o Escritório de Desenvolvimento Rural de Botucatu (EDR Botucatu) e suas Casas de Agricultura - órgãos pertencentes à Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) do Estado de São Paulo, vem apoiando desde 2003 a realização de ações de conscientização sobre a importância do assunto, bem como promovendo campanhas itinerantes de coletas de embalagens vazias de agrotóxicos.

Por lei, a responsabilidade de devolução destas embalagens é dos próprios produtores, que devem devolver nos postos indicados na Nota Fiscal, mas muitas vezes esses postos são em outros municípios distantes e os produtores não se deslocam para devolver pequenas quantidades de embalagens, principalmente os produtores familiares, com até 4 módulos fiscais, que na regional de Botucatu correspondem a 86% das 7.385 propriedades rurais existentes (SÃO PAULO, 2008).

Em 2003, quando o EDR Botucatu iniciou a realização destas ações, foi realizado um levantamento regional que indicou um grande estoque de embalagens vazias acumuladas nas propriedades rurais dos municípios de Botucatu e Pardinho.

Diante do exposto, as ações da Casa da Agricultura de Pardinho tiveram por objetivo educar e conscientizar os produtores rurais sobre a importância da devolução correta de embalagens vazias de agrotóxicos, bem como promover com auxílio de parceiros, coletas itinerantes de embalagens vazias de agrotóxicos, que recolham estas embalagens do campo, destinando-as de forma adequada, minimizando assim os riscos ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho vem sendo desenvolvido desde 2003, e consiste em identificar a demanda existente no município, e planejar as ações, que vão desde palestras educativas, até a realização de coletas itinerantes de embalagens vazias de agrotóxicos. Ao longo do tempo, notou-se que melhores resultados são obtidos quando se realizam as duas ações de forma complementar: palestras seguidas de coletas.

Para realização destas ações, é importante que as Casas de Agricultura busquem parcerias com as Prefeituras locais (Secretarias de Agricultura e Meio Ambiente) e com entidades associadas ao INPEV que administrem postos ou centrais de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Nos últimos anos, as ações no EDR Botucatu têm ocorrido da seguinte forma:

6) O técnico da Casa da Agricultura identifica se existe demanda, e em qual bairro rural ela é maior, além de verificar se já há um entendimento por parte da comunidade local da importância do tema, e do conhecimento sobre preparo das embalagens para devolução;

7) As Prefeituras, o EDR e a entidade da região que administra um posto de recebimento de embalagens são procurados, para realizar o planejamento de fato da coleta:

2.1) A entidade disponibiliza algumas datas disponíveis para que seus técnicos estejam presentes no dia da coleta para gerenciar o recebimento das embalagens;

2.2) As Prefeituras são procuradas para auxiliar, tanto financeiramente, com os custos da coleta, como com recursos humanos, através de apoio no planejamento, na divulgação e no dia da coleta. Em alguns casos, existem técnicos da Prefeitura que trabalham na Casa da Agricultura através de convênios.

2.3) O EDR Botucatu possui um técnico que apoia a realização destas ações, e realiza palestras para garantir que os produtores manipulem e preparem as embalagens para devolução de forma correta e segura, conforme legislação vigente;

8) Uma vez definida a data da coleta e as responsabilidades dos parceiros, os produtores são informados da mesma, e são orientados (por palestras ou pessoalmente), sobre os tipos de embalagens existentes, como manuseá-las, como armazená-las, quais são laváveis por processos de tríplice lavagem ou lavagem sob pressão, quais não são laváveis, e como realizar o preparo de cada uma para devolução;

9) No dia da coleta, cada produtor entrega as embalagens para o representante do posto de recebimento de embalagens vazias, que as inspeciona, as recebe, as transfere para o caminhão que irá transportá-las para o posto, e emite um comprovante de entrega de embalagens vazias, que o produtor deve guardar por 1 ano;

10) As embalagens coletadas são encaminhadas para um posto de recebimento em São Manuel, que as classifica em lavadas e não lavadas, separam por tipo de material e sobre supervisão do INPEV as encaminham para as Centrais de Recebimento, onde passarão por outros processos até chegarem ao seu destino final: reciclagem ou incineração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Eng. Agr. Alfredo Chaguri Junior, diretor do EDR Botucatu na época da realização da primeira coleta itinerante de embalagens vazias de agrotóxicos, em 2003, após uma ampla divulgação, foram recolhidas 50 mil embalagens vazias de agrotóxicos provenientes dos municípios de Botucatu e Pardinho, algumas guardadas há mais de 20 anos.

Desde então, Pardinho realizou mais 13 coletas, entre 2004 e 2016, e recolheu mais 28.550 embalagens vazias. Ao todo, essas ações retiraram do meio ambiente 53.550 embalagens vazias em Pardinho e 94.161 embalagens vazias na regional, que contribuíram para minimizar riscos ao meio ambiente e à saúde de pessoas e animais (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado de coletas itinerantes de embalagens vazias de agrotóxicos realizadas com apoio do EDR Botucatu em Pardinho, e demais municípios entre 2003 e 2016.

Município	Número de embalagens de agrotóxicos vazias coletadas (unidade)										Total
	2003*	2004 a 2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Pardinho	25.000	14.646	4.507	977	839	1.360	1.072	1.544	1.756	1.849	53.550
Outros	25.000	0	7.500	1.921	0	0	2.336	1.085	919	1.850	40.611
Total	50.000	14.646	12.007	2.898	839	1.360	3.408	2.629	2.675	3.699	94.161

De forma geral, nota-se uma diminuição no número de embalagens coletadas por estas ações, do início até o presente momento. Um dos principais fatores que explicam esta situação é a conscientização do produtor rural; notou-se que alguns produtores que antes participavam das campanhas itinerantes, criaram uma consciência ambiental, e não dependem mais do poder público para devolução

destas embalagens, ficando eles mesmos responsáveis por fazer o transporte das mesmas até os postos de recebimento de embalagens.



Figura 1 – Coletas itinerantes em Pardinho.

CONCLUSÕES

As ações da Casa da Agricultura de Pardinho estão de acordo com a legislação que prevê que o poder público faça conscientização e educação de produtores rurais, e possibilitaram a retirada de 53.550 embalagens vazias de agrotóxicos do meio ambiente. Isso possibilitou que as mesmas fossem destinadas adequadamente e contribuiu para evitar danos ao meio ambiente, aos corpos d'água, e a saúde de pessoas e animais. Por este motivo, é um trabalho que deve ser continuado onde já existe, e estimulado onde ainda houver demanda.

REFERÊNCIAS

CEMPRE – Comissão Empresarial para Reciclagem. LIXO MUNICIPAL: Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª. Edição. São Paulo: IPT, 2000.

ESTADÃO – JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Botucatu coleta embalagens contaminadas. São Paulo, 13 de fevereiro de 2003. Caderno Ciência. Disponível em: <http://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,botucatu-coleta-embalagens-contaminadas,20030213p72729>. Acesso em 30/09/2016.

INPEV - INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Site Institucional**. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/index>. Acesso em 30/09/2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>. Acesso em 30/09/2016.

3.32 ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS NDVI OBTIDOS DE IMAGENS TM/LANDSAT-7 E TM/LANDSAT-8 NA BACIA DO RIO PARDO, BOTUCATU/SP

*Alysson Araripe¹, Carolina Jordan¹, Gabriella Camargo¹, Isabela Borges Hernandes¹,
Nayara Sousa Rodrigues¹*

Graduando em Engenharia Florestal, UNESP/Botucatu- SP

*alysson.araripe@gmail.com;carolinajordan@gmail.com;gabriellacamargo02@gmail.com;isabela_borg
eshernandes@gmail.com;nayararsouza93@gmail.com*

RESUMO

Este trabalho propõe-se a apresentar resultados referentes ao levantamento de dados feitos a partir de imagens dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para retratar a o índice de vegetação na Bacia do Rio Pardo, no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2013. Sendo assim, constatando a redução significativa das atividades agropecuárias, permitindo a expansão da vegetação.

Palavras-chave: NDVI, Microbacia hidrográfica, Bacia do Rio Pardo.

ABSTRACT

This work proposes to present data referring to the data obtained from satellite images LANDSAT 5 and LANDSAT 8, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to portray the vegetation index in the Rio Pardo Basin, in the State of São Paulo, in the period from 2006 to 2013. Thus, the significant reduction of agricultural activities was observed, allowing the expansion of vegetation.

Key words: NDVI, hydrographic microbasin, Pardo River Basin.

INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto é uma ferramenta de obtenção de dados da superfície terrestre, que constitui uma importante técnica para o monitoramento sistemático dinâmico da vegetação. Através do uso de faixas espectrais de bandas no espectro eletromagnético, índices e combinação de bandas, destacando na área de análise a vegetação e eventos antrópicos. Os índices de vegetação resultam de combinações lineares de dados espectrais, realçando o sinal da vegetação, que minimizam as variações na irradiância solar e os efeitos do substrato do dossel vegetal (JACKSON e HUETE, 1991).

A área de estudo nesta pesquisa corresponde a uma bacia experimental do Rio Pardo, principal fonte de abastecimento de água da cidade de Botucatu e um dos afluentes do Rio Paranapanema. Localiza-se no município de Pardinho, comarca de Botucatu, na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. Com uma área de 5.334,36 ha, situa-se entre as latitudes de 22º 58' 32" S a 23º 06' 39" S e longitudes de 48º 20' 28" W Gr. a 48º 26' 08" W Gr.

A bacia é bastante favorecida pela transição entre o relevo acidentado das regiões cristalinas e as zonas de relevo mais suave das estruturas peculiares do Brasil Meridional. Predomina nesta área o relevo ondulado, que é particularmente chamado de "Reverso da Cuesta", o qual corresponde ao Planalto Residual de Botucatu no interflúvio Tietê/Paranapanema.

Quanto à Geologia, são dois os grupos predominantes na área de estudo: Grupo Bauru – Formação Marília, formado principalmente por arenitos - Km; e o Grupo São Bento – Formação Serra Geral, formado a partir de derrames basálticos -

JKsg (Petri & Fulfaro, 1983).

Pode-se dizer que as principais atividades econômicas da região envolvem o uso de terras por pastagens, seguido de culturas agrícolas, como mostra a pesquisa realizada por Ribeiro.L.F, 2002, que indica solos de média jovialidade, em relevo suave ondulado (declividade de 5 a 20 %) e coberto na maior parte por pastagem e cultura anual nas unidades de paisagem.

Este trabalho tem como objetivo avaliar as mudanças de vegetação no entorno da bacia hidrográfica do Rio Pardo, através da aplicação do NDVI gerado por meio de imagens do satélite LANDSAT 5 e 8.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, é um índice de vegetação desenvolvido por Rouse et al,1974, que se define por uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas de sensores de satélites. Shimabukuro (1999), aponta que o NDVI é uma ferramenta usada na estimação de biomassa, na estimação de cobertura vegetal e na detecção de mudanças de padrão de uso e cobertura da terra.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Rio Pardo localiza-se no município de Pardinho, comarca de Botucatu, na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo e apresenta uma área de 5.334,36ha.

O clima do município, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa na depressão periférica ou baixada e Cwb no altiplano da cuesta onde está localizada a cidade de Pardinho; o tipo Cwa caracteriza-se por apresentar clima mesotérmico úmido com inverno seco; o tipo Cwb caracteriza-se por um tipo mesotérmico de inverno seco. Os solos ocorrentes são: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd); Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe); Neossolo Litó- lico Psamítico (RL); Alissolo Hipocrômico (AP) e Gleissolo Melânico Distrófico (GMd).

Para a realização deste trabalho foram utilizadas bases cartográficas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo os arquivos matriciais (cartas) disponíveis na escala 1:50.000 e duas imagens áreas, uma do satélite Landsat 5 referente a 19 de julho de 2006 e outra do satélite Landsat 8 com data de 06 de julho de 2013, obtidas por meio da plataforma Earth Explorer.

Através desse índice é possível monitorar mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e na atividade da vegetação. O NDVI pode ser calculado por meio da equação 1.

$$NDVI=(\rho_{iv}-\rho_v)/(\rho_{iv}+\rho_v)$$

Sendo que, o NDVI indica o índice de vegetação da diferença normalizada, a reflectância da banda do infravermelho próximo e a reflectância na banda do vermelho. Os valores de NDVI variam de -1 a +1, sendo que quanto maior for o vigor vegetativo de uma cultura, maiores serão os valores dos índices, até atingir a saturação.

O NDVI permite estipular a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área, sendo que, quanto maior este índice, mais densa é a fitomassa. Por consequência, à medida que aumenta a quantidade de vegetação verde, aumenta a reflexão na banda do infravermelho próximo e diminui a reflexão na banda do vermelho, de acordo com Novo (1989), fazendo com que o aumento da razão seja maior, realçando a vegetação.

Inicialmente a carta topográfica foi georreferenciada, vetorizando-se, sucessivamente, a bacia hidrográfica por meio do software QGis 2.8.7 Wien, assim

como o processamento digital das imagens aéreas. Para o hemisfério sul foi projetado o recorte da bacia e elaborado as composições das camadas de NDVI, a partir do cálculo de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada.

Dessa maneira, elaborou-se dois mapas distintos que caracterizam o índice de vegetação, e a partir disso escalonou-se os valores do índice em uma rampa de cores, sendo feita sucessivamente a finalização dos mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da elaboração de dois mapas de NDVI da Bacia do Rio Pardo, sendo um referente ao Landsat 8 e outro referente Landsat 5 pode-se comparar as diferenças no índice de vegetação entre os anos de 2011 e 2016 para a mesma área analisada.

Levando em consideração a escala de medida linear analisada no NDVI, entre -1 e 1, onde os valores de NDVI mais próximos de 1 indicam áreas menos modificadas e valores mais próximos de -1, áreas com maior atividade antrópica, observa-se, claramente, uma considerável variação na cobertura vegetal, entre os anos de 2007 e 2016.

As áreas que apresentam cores que inclinam-se do verde claro para o verde escuro apontam para áreas com densidade de vegetação superior. Analisando a cobertura do solo na Bacia hidrográfica do Rio Pardo, verifica-se que a maior parte dessa vegetação densa encontram-se nos fundos dos vales e nas encostas onde a dificuldade de acesso, e/ou aptidão agrícola, fica mais acentuada. Em contrapartida, as áreas que apresentam-se com cores que tendem ao marrom, laranja ou vermelho definem menor densidade de vegetação. É claro a notável diferença de tonalidade entre os períodos analisados, isto é, as áreas que apresentaram cores com maior intensidade verde escuro e verde claro estão mais acentuadas no ano de 2016 (Landsat 8) do que em 2007 (Landsat 5). Esse cenário sugere a interpretação de que em 2007 as áreas possuíam maiores modificações e que em 2016 as áreas de vegetação em processo de regeneração estão maiores, indicando um processo de recuperação nesse intervalo de 9 anos.

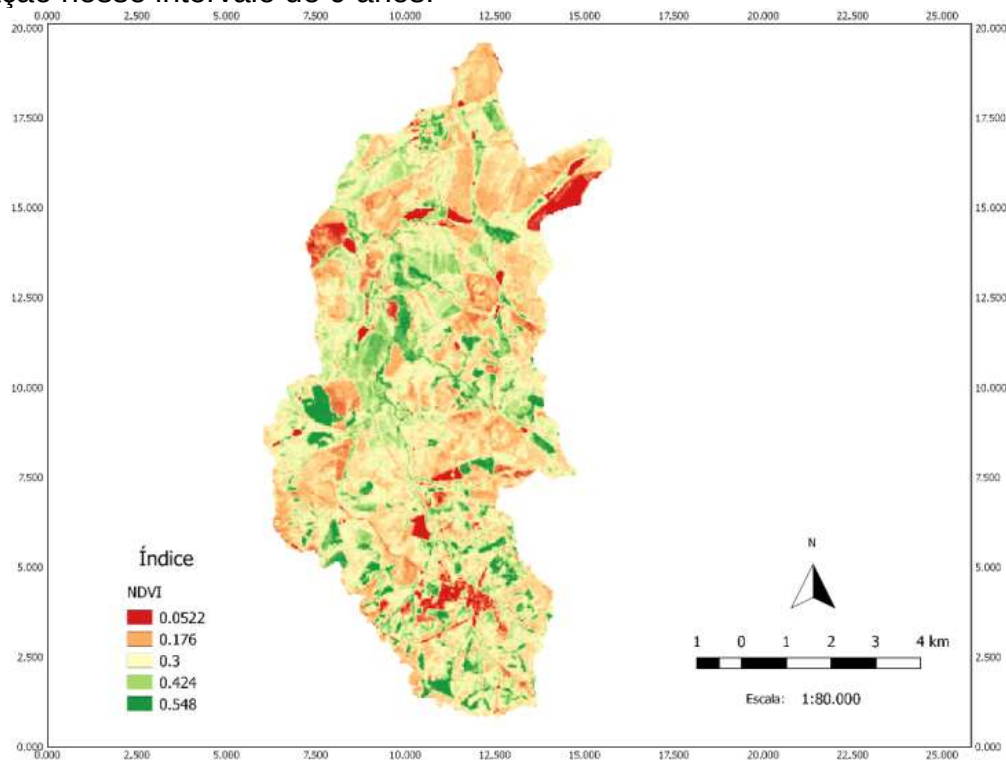


Figura 1: mapa de NDVI da Bacia do Rio Pardo referente ao Landsat 5

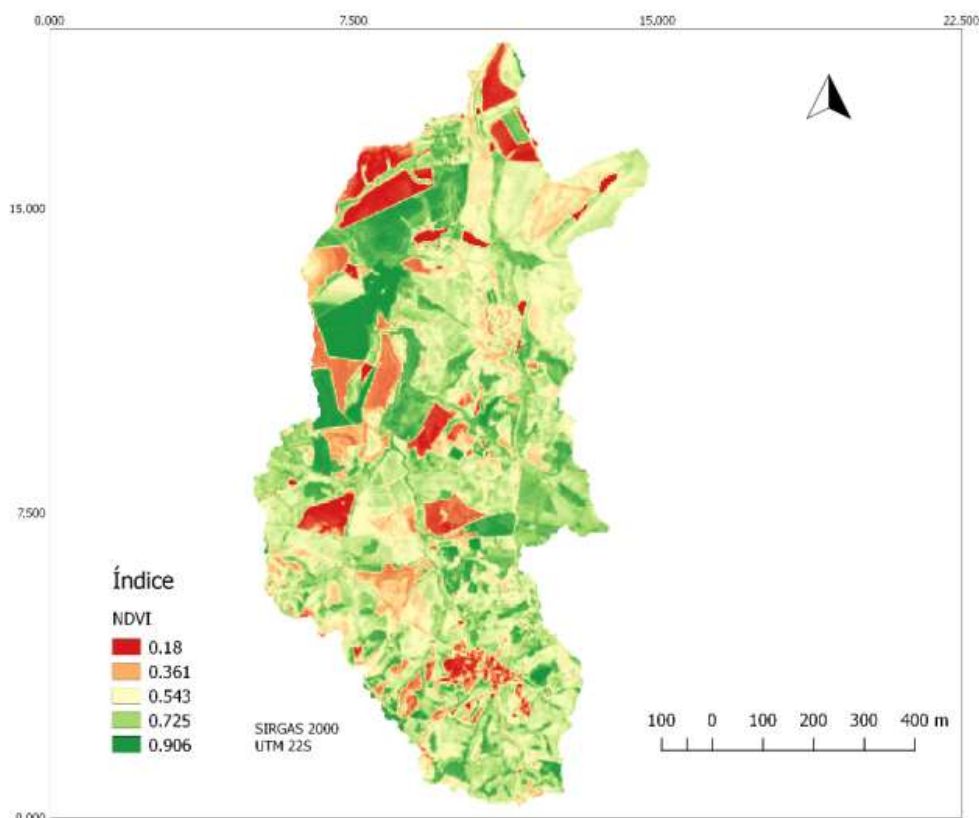


Figura 2: mapa de NDVI da Bacia do Rio Pardo referente ao Landsat 8

CONCLUSÃO

A eficiência da técnica do NDVI mostrou-se satisfatória pois, além de revelar a situação das áreas com relação a vegetação, também proporcionou a elaboração de mapas onde os dados de NDVI, para os anos focalizados, explicitaram tais diferenças baseadas na associação de cores a faixas dos valores de NDVI.

O intervalo de 9 anos, onde foram comparados os mapas, mostrou que os fatores antrópicos tiveram uma redução significativa, comprovadas pelos valores de NDVI, levando a conclusão de que as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicas às análises das condições naturais são muito eficazes na detecção de áreas em instabilidade e também, na verificação daquelas em processos de recuperação da vegetação natural, promovendo um melhor planejamento quanto ao uso dos recursos, e também das técnicas de recuperação e restauração da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PETRI, S., FULFARO, V.J. Geologia do Brasil. São Paulo: EDUSP, 631p. 1983.

JACKSON, R. D.; HUETE, A. R. Interpreting vegetation indices. Preventive Veterinary Medicine, v.11, n.3-4, p.185-200, 1991.

RIBEIRO, Fernanda L.; CAMPOS, Sérgio. Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP1. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 00, p.628-636.2017.

MELO, Ewerton Torres; SALES, Marta Celina Linhares; OLIVEIRA, José Gerardo Bezerra de. APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DOS CAVALOS, CRATEÚS-CE. *Ra'e Ga23*, UFPR, v. 00, n. 00, p.520-533.

PEREIRA, João Antonio dos Santos et al. Estudo da alteração da vegetação a partir do NDVI e do Albedo de Superfície na Bacia do Rio Garça-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 17., 2015, João Pessoa. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/dcg, 2015. p. 6795 - 6802.

SILVA JUNIOR, Orleno Marques da; 2, Marcus André Fuckner. Analise comparativa dos dados de NDVI obtidos de imagens TM/Landsat 5 na área urbana da cidade de Marabá – PA para os anos de 1984 e 2007. *Oo, Marabá*, v. 00, n. 00, p.1-13.

ROUSE JUNIOR, J.W.; HAAS, R.H.; DEERING, D.W.; SCHELL, J.A.; HARLAN, J.C. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. *Greenbelt: Nasa*, 1974. 371p.

Shimabukuro, Y.E.; Duarte, V.; Mello, E.M.K.; Moreira, J.C. RGB shade fraction images derived from multitemporal Landsat TM data for studying deforestation in the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, v. 20, n. 4, p. 643-646. 1999.

3.33 MODELAGEM DE MATERIAL COMBUSTÍVEL EM ÁREAS DA FAZENDA EXPERIMENTAL LAGEADO - UNESP BOTUCATU SP

Marcos Guilherme Borges Pereira – Graduando em Engenharia Florestal da Universidade Estadual Paulista, Email: marcosborges670@gmail.com

Paulo Torres Fenner – Engenheiro Florestal, Professor/Pesquisador da Universidade Estadual Paulista, Email: fenner@fca.unesp.br

Ricardo Hideaki Miyajima - Engenheiro Florestal, Doutorando/Pesquisador da Universidade Estadual Paulista, Email: richidetoshimiyajima@hotmail.com

Rodrigo Petrongari Tonin - Engenheiro Florestal, Doutorando/Pesquisador da Universidade Estadual Paulista, Email: rp.tonin@hotmail.com

RESUMO

A ocorrência de grandes incêndios florestais pode ser considerada como uma ameaça para a conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos, principalmente em ecossistemas muito sensíveis e fragmentos isolados por áreas urbanas e culturas agrícolas. Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo a modelagem e inventário de material combustível como instrumentos para dimensionamento do risco de incêndio. O experimento foi realizado em áreas florestais da Fazenda Experimental Lageado que pertence a UNESP/Botucatu (SP) e foi selecionado para estudo uma área com vegetação de gramíneas. Foram feitas amostragens do material pelo método de parcelas de 1 m² onde foi retirado todo material combustível até a altura de 1,8 metros que foram separados em classe de diâmetros e identificados. As amostras foram pesadas e levadas à estufa para determinação do peso seco. Na área denominada como campo (gramíneas) a quantidade de massa seca foi de 9,46 t/ha e foi encontrado apenas 1 classe diamétrica, menor que 0,7 cm de espessura.

Palavras-Chave: Incêndios florestais, massa seca, gramíneas.

ABSTRACT

The occurrence of large forest fires can be considered as a threat to the conservation of biodiversity and ecological processes, especially in very sensitive ecosystems and fragments isolated by urban areas and agricultural crops. In this context, the objective of this work was the modeling and inventory of combustible material as instruments for fire risk dimensioning. The experiment was carried out in forest areas of Experimental Lageado Farm belonging to UNESP / Botucatu (SP) and an area with grass vegetation was selected for study. Material was sampled by the 1 m² plot method where all fuel material was removed up to 1.8 meters height, which were separated into a class of diameters and identified. The samples were weighed and taken to the oven for determination of dry weight. In the area designated as field (grass) the dry mass was 9.46 t / ha and only 1 diameter class was found, less than 0.7 cm thick.

Keywords: Forest fires, dry mass, grasses

INTRODUÇÃO

A ocorrência de grandes incêndios florestais pode ser considerada como uma ameaça para a conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos, principalmente em ecossistemas muito sensíveis e fragmentos isolados por áreas urbanas e culturas agrícolas (MEDEIROS; FIEDLER, 2004). Os efeitos dos incêndios florestais sobre o meio ambiente são muitas vezes irreversíveis causando

severas consequências inclusive para o homem acarretando destruição da cobertura vegetal, debilitação de árvores jovens suscetíveis a pragas e doenças, perda de nutrientes do solo, ressecamento do solo, aceleração do processo de erosão entre outros (FENNER, 2002).

Nesse contexto a modelagem e os inventários de material combustível são instrumentos para dimensionamento do risco de incêndio.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo abrangeu a Fazenda Experimental Lageado que pertence à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP localizada na cidade de Botucatu estado de São Paulo, sendo suas coordenadas geográficas da sede municipal 22°52'20" latitude S e 48°26'37" longitude O. Foi selecionada para estudo apenas área de campo que caracteriza-se por vegetação de gramíneas.

Para a amostragem do material combustível foram sorteadas parcelas nos sítios através de sorteio inteiramente casualizado e para a localização das parcelas se teve ajuda de um aparelho GPS. Os materiais foram coletados pelo método de parcelas de 1m² onde foi retirado todo material combustível até a altura de 1,8 metros, que foram separados em classes de diâmetro e identificados. Em laboratório, as amostras do material coletado foram pesadas e levadas à estufa a uma temperatura de 70 ± 5 °C para secagem e posterior correlação entre peso úmido e peso seco do material combustível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados obtidos no sítio denominado como campo foi encontrado somente uma classe diamétrica de material combustível, sendo ela menor que 0,7 cm de espessura. Esse dado já era esperado pois esse sítio caracteriza-se pela presença dominante de gramíneas como *Brachiaria decumbens* (brachiária), *Paspalum notatum* (capim colonião) e *Melinis minutiflora* (capim gordura). A quantidade de massa seca desse sítio foi de 9,46 t/ha sendo esse valor uma média de 6 coletas realizadas no mês de março de 2017.

CONCLUSÃO

Foi possível concluir que através do inventário de material combustível pode-se identificar áreas de maior risco de ocorrência de incêndios e que o método das parcelas de 1 m² para esse tipo de inventário mostrou ser de aplicação viável para quantificação do material do tipo mata secundária.

REFERÊNCIAS

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no parque nacional da Serra Da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, 2004.

SOARES, BATISTA; Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo – Curitiba, 2007.

FENNER, P. T.; Modelagem de Material Combustível – UNESP/Botucatu, 2002.

3.34 GEOECOLOGIA DA PAISAGEM NA AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES – SP

Milena Rosa Lopes Lozano - Doutoranda em Ciência Florestal, da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP. Rua José Barbosa de Barros 1780, CEP: 18610-307, Botucatu/SP, e-mail: milenarlozano@gmail.com

Célia Regina Lopes Zimback - Professora Doutora do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, FCA/UNESP, e-mail: czimback@gmail.com

RESUMO

O planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características geoambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. Desta forma, optou-se pela aplicação da metodologia da geoecologia da paisagem para a realização das etapas de planejamento ambiental territorial da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Posse, que nasce e abrange a área denominada Campos de Holambra II, distrito da Estância Turística de Paranapamena – SP. O objetivo deste trabalho foi contribuir para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais existentes na bacia, oferecer subsídios para o ordenamento territorial rural e conciliar os usos consultivos da bacia com a preservação e conservação dos recursos naturais existentes. Para isso foi aplicada a metodologia da geoecologia da paisagem e o uso de sistemas de informações geográficas (SIG's). Pelos estudos e diagnósticos obtidos, pôde-se concluir que a bacia apresenta: forte presença de processos erosivos acelerados nas cabeceiras de drenagem, fragmentação da vegetação nativa, presença de loteamentos de alto padrão inseridos em área de preservação permanente, pequena presença de vegetação nativa nas zonas ripárias, alta densidade de barramentos e predomínio de cultivos de grãos irrigados principalmente por sistemas de pivô central. Com a utilização de SIG's pôde-se também elaborar propostas e prognósticos para auxiliar nas futuras etapas de planejamento ambientais pelos gestores municipais e estaduais, sendo elencadas como proposta ações que visem à recuperação, conservação e preservação dos recursos naturais existentes, em especial quanto à minimização dos efeitos indesejados de erosão e perda de fertilidade do solo, à recuperação e revitalização das APP's (Áreas de Proteção Permanente) e zonas de recarga de aquífero, à melhoria nas atividades de monitoramento na bacia, com projetos contínuos para a construção de uma base de dados de série histórica de maior representatividade e a criação de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais aos agricultores que realizarem as práticas conservacionistas propostas.

Palavras-chave: Geoecologia da paisagem; Sistemas de Informações Geográficas; Planejamento Ambiental, Recursos hídricos.

ABSTRACT

The territorial planning of a watershed based on their environmental features is the best method to prevent degradation of water resources. Thus, it was decided to apply the methodology of geoecology landscape to perform the planning stages of territorial environmental watershed of the Ribeirão da Posse, which rises and covers

the area called Campos de Holambra II, district of Tourist City of Paranapamena Sao Paulo State. The purpose was to contribute to a more efficient management of the natural resources in the basin and provide subsidies for rural land arrangement and to provide subsidies for rural and territorial advisory reconcile the uses of the basin with the preservation and conservation of natural resources. For this, the methodology was applied geoecology landscape and the use of geographic information systems (GIS). Obtained by the studies and diagnoses, it was concluded that the basin presents: strong presence of accelerated erosion in the headwaters drainage, fragmentation of native vegetation, the presence of blends of high standard placed in a permanent conservation area, small presence of native vegetation in riparian zones, high density bushes and predominance of irrigated grain crops mainly by center pivot systems. With the use of GIS and the results obtained in step diagnostic environment, you can prepare proposals and predictions to assist in future stages of environmental planning by municipal and state ,being listed as proposed actions for the recovery, conservation and preservation of natural resources, especially as the minimization of unwanted effects of erosion and loss of soil fertility, the recovery and revitalization of APP (Permanent Protection Areas) and recharge areas of the aquifer, the improvement in monitoring activities in the basin, with continuous projects for the construction of a database of historical series' most representative and the creation of a program of Payment for Environmental Services to farmers who undertake the proposed conservation practices.

Keywords: Geoecology of the landscape; Geographic Information Systems, Environmental Planning, Water Resources

INTRODUÇÃO

São muitos os desafios ambientais relacionados com o mundo moderno. Um destes principais desafios é a gestão da água, que nos dias de hoje tornou-se um recurso limitado e vulnerável em grande escala.

O planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características geoambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. Desta forma, optou-se pela aplicação da metodologia da geoecologia da paisagem para a realização das etapas de planejamento ambiental territorial da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Posses, que nasce e abrange a área denominada Campos de Holambra II, distrito da Estância Turística de Paranapamena – SP.

O objetivo deste trabalho foi contribuir para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais existentes na bacia, oferecer subsídios para o ordenamento territorial rural e conciliar os usos consultivos da bacia com a preservação e conservação dos recursos naturais existentes.

Como objetivos específicos têm-se: Construção de banco de dados digital da sub-bacia do Ribeirão da Posses; identificar os principais problemas ambientais que afligem a bacia e compreender os processos naturais e sociais presentes na área; confeccionar uma base cartográfica atualizada da área e elaborar mapas temáticos por meio de geoprocessamento integrado à Geoecologia da Paisagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na realização deste trabalho foram aplicadas as metodologias de planejamento ambiental apontadas e propostas por diversos autores como Rodriguez (1994), Beltrame (1994), Leal (1995), Rodrigues et. al. (2004) e Santos (2004), as quais baseiam-se no princípio da Geoecologia da Paisagem e consistem, em síntese, na elaboração de propostas de melhoria do estado ambiental da área de estudo a partir da execução das etapas de Inventário, Diagnóstico e Prognóstico, utilizando como unidade de planejamento bacias hidrográficas e com foco na produção de água.

Para obtenção das unidades ambientais, de acordo com a metodologia empregada por LEAL (1995), estabeleceu-se os procedimentos descritos no fluxograma da Figura 1 abaixo:

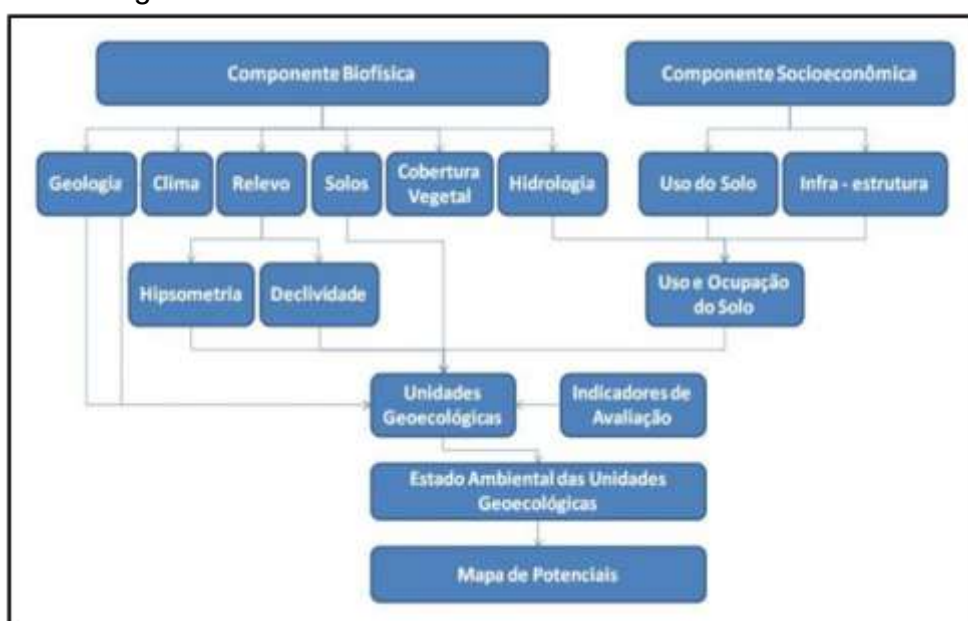


Figura 1. Fluxograma da metodologia empregada para obtenção das unidades geoecológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O inventário e diagnóstico final da bacia hidrográfica, contém como dados obtidos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1– Unidades Físicas Obtidas.

Geologia
Geomorfologia
Dados Morfométricos (Hipsometria e Declividade)
Pedologia
Remanescentes de Vegetação Nativa
Climatologia
Áreas de Lazer
Rede de Drenagem e Hidrografia
Aquíferos
Uso e Ocupação do Solo

De acordo com as unidades geoambientais levantadas, a sub-bacia do Ribeirão das Posses, em seus 141,45 Km², predominam os cultivos irrigados de trigo, algodão, milho, feijão e soja, abrangendo 48,17 Km², equivalente a 34,05% da área da sub-bacia, em especial pelo sistema por pivô central.

De acordo com levantamento realizado pelo IPT (2008), na sub-bacia do Ribeirão das Posses foram identificados 130 espelhos de água, perfazendo, no total, 2,13 Km², predominando açudes com área do espelho d'água inferior a 0,05 Km². Em 70,15% destes açudes, a utilização fundamental é a irrigação.

Dentre as categorias de uso e ocupação das terras, destacam-se as de porte baixo a rasteiro (pastagem), ocupando 39,71% nas áreas da Bacia Hidrográfica, seguido pelas culturas temporárias, com 32,52% da área. As demais categorias ocupam apenas 27,77% da área da Bacia.

A categoria de vegetação natural preservada ocorre ao longo e nas proximidades dos cursos d'água ou em encostas mais declivosas, porém observa-se o uso inadequado de áreas de preservação permanente que deveriam ser ocupadas por vegetação natural e hoje se encontram ocupadas por pastagens ou culturas.

Os espelhos d'água principais correspondem a represas que geralmente estão associados a áreas de cultivo intenso. Observa-se também a falta de gerenciamento adequado dos recursos hídricos próximos às áreas urbanizadas ou casas de veraneio.

As classes de Usos e Ocupação da Terra, observadas na Figura 4, estão demonstradas no que tange à sua representatividade em relação à área da sub-bacia do Ribeirão das Posses na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Porcentagem dos Usos e Ocupação da Terra da Sub-Bacia do Ribeirão das Posses.

CATEGORIAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	ÁREA	
	ha	%
Vegetação nativa	12,57	8,89
Reflorestamento de pinus ou eucalipto	5,49	3,88
Citricultura, Fruticultura ou Cana de Açúcar	18,43	13,03
Pastagem	56,18	39,71
Culturas temporárias	46,00	32,52
Espelho d'água	1,47	1,04
Área urbanizada	1,32	0,93
TOTAL	141,46	100%

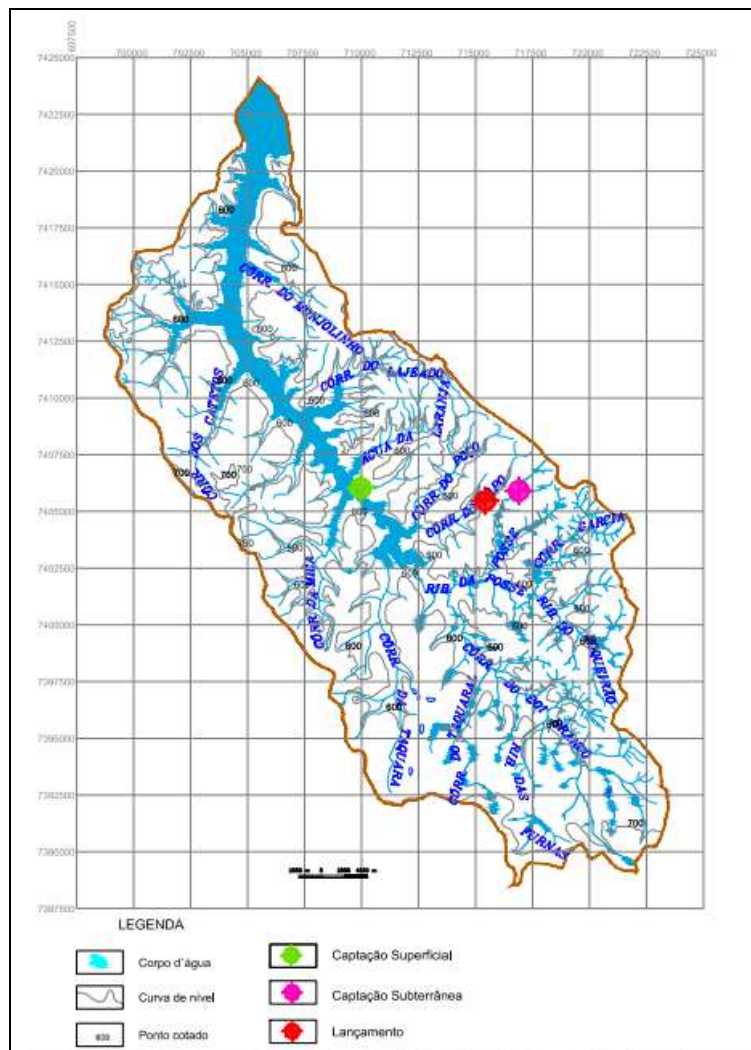


Figura 2 - Identificação dos Usuários Outorgados pelo DAEE na Bacia do Ribeirão das Posses

Com base no exposto no presente estudo é possível observar que a área da sub-bacia hidrográfica Ribeirão das Posses:

Possui alta densidade de equipamentos de irrigação do tipo Pivô Central, com aumento de 38% do número de pivôs centrais, de 24 unidades no ano 2000 para 39 unidades de equipamentos instaladona sub-bacia em 2012;

Possui alta densidade de barramentos, sendo 111 localizados na sub-bacia.

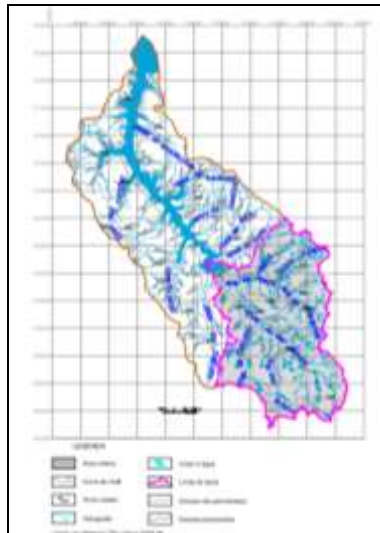


Figura 3 - Mapa de Localização da Sub-Bacia Ribeirão das Posses

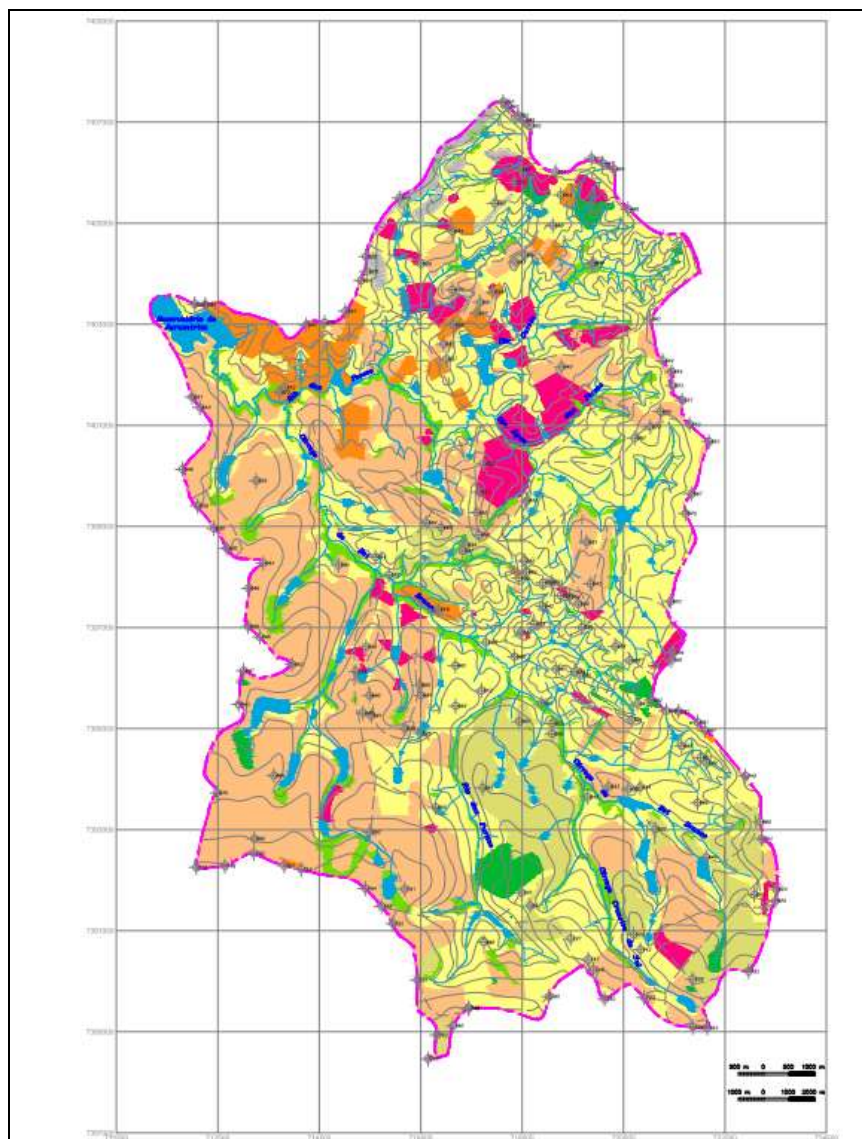


Figura 4 – Uso e Ocupação da Terrano ano de 2012 da sub-bacia do Ribeirão das Posses

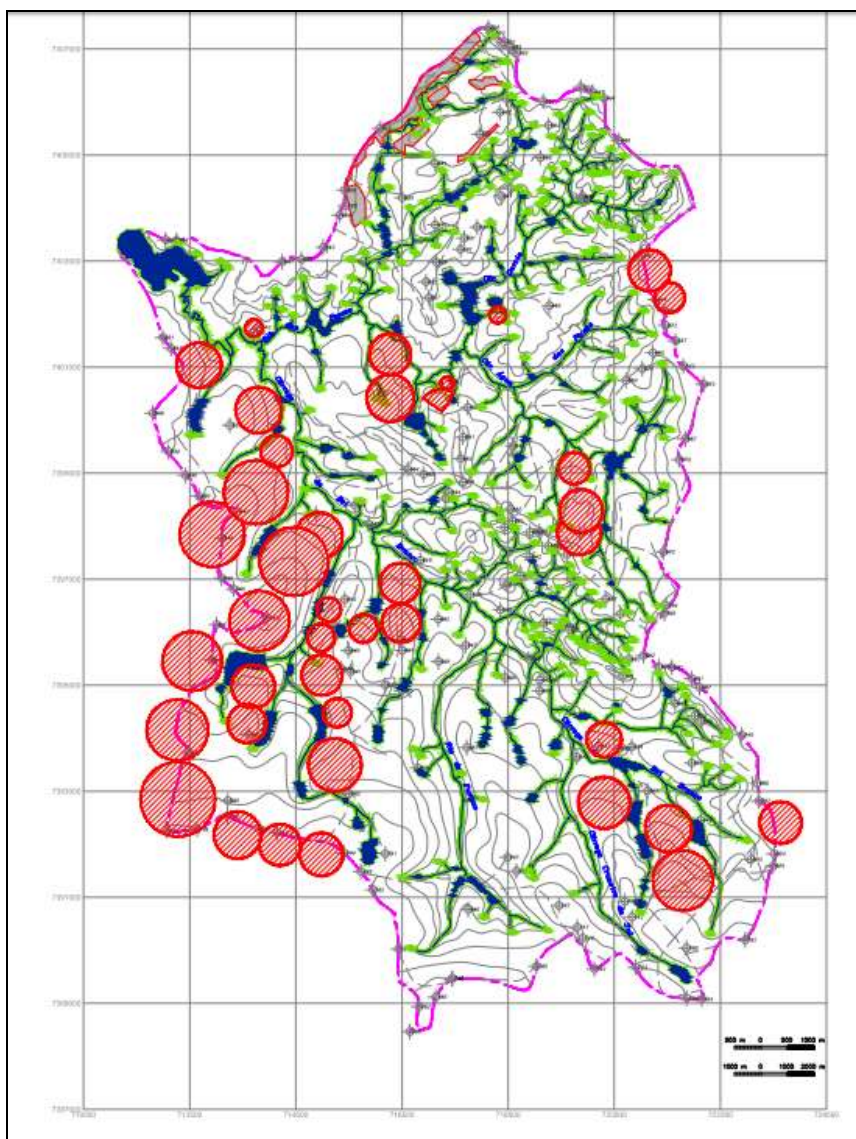


Figura 5 - Identificação de Áreas de Preservação Permanente com Conflitos de Uso, mapeados a partir das Imagens Google Earth e atualizados em campo com Receptor GPS

As atividades agropastoris estão favorecidas devido à presença de pastagens principalmente na porção norte da área da Bacia, porém há uma carência de áreas de preservação permanente ao longo dos córregos e nascentes, sendo importante o cuidado com a conservação do solo, minimizando efeitos indesejados como a erosão e a perda de fertilidade e a recuperação das áreas de preservação para sustentabilidade das atividades;

CONCLUSÃO

Com a aplicação da metodologia da geoecologia da paisagem e com o uso de SIG's, pode-se obter uma grande quantidade de dados e, pelos estudos e diagnósticos obtidos, pôde-se a bacia apresentar: forte presença de processos erosivos acelerados nas cabeceiras de drenagem, fragmentação da vegetação nativa, presença de loteamentos de alto padrão inseridos em área de preservação permanente, pequena presença de vegetação nativa nas zonas ripárias, alta

densidade de barramentos e predomínio de cultivos de grãos irrigados principalmente por sistemas de pivô centralconcluir que. O método utilizado é importante, pois permite que o tomador de decisão analise de forma sistêmica e integrada todos os fatores que interferem no equilíbrio dinâmico da bacia estudada, avaliando cada uma deles e elabore propostas legítimas e melhor embasadas.

REFERÊNCIAS

BELTRAME, A. da V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas - modelo e aplicação. Florianópolis: Editora da Ufsc, 1994. 112 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Plano para instalação e uso sustentável de pequenos reservatórios de água, em pequenos empreendimentos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, SP: Pesquisa bibliográfica (1º Relatório Parcial). São Paulo: IPT, 2007. (Relatório 97.467-205).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Plano para instalação e uso sustentável de pequenos reservatórios de água, em empreendimentos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, SP: Produtos cartográficos (2º Relatório Parcial). São Paulo: IPT, 2008. (Relatório 107.221-205).

LEAL, A. C. Meio Ambiente e Urbanização nas Microbacias do Areia e Areia Branca. Campinas/SP. 1995. 169f. Dissertação (Mestrado em Geociência – Geociências e Meio Ambiente) – IGCE,UNESP, Rio Claro, 1995.

RODRIGUEZ, J. M. Apuntes sobre geografia de los paisajes. Havana, Cuba, 1994.
RODRIGUEZ, J. M. Planificación Ambiental. Editorial Feliz Varela, La Habana, 2008. 245 p.

RODRIGUEZ, J. M., E.V. DA SILVA, A.P. CAVALCANTI. Geoecologia das Paisagens. Uma visão geosistêmica da análise ambiental. Editora UFC, Fortaleza, Brasil, 2004.

SANTOS, R. F. dos. Planejamento Ambiental - Teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

3.35 GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL

Hygor Evangelista Siqueira¹, Joissy Mayara de Almeida Andrade², Lucas Hordones Chaves¹, Thiago de Andrade Aguas¹, Gener Tadeu Pereira³, Teresa Cristina Tarlé Pissarra⁴

¹ Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, hygorsiqueira@yahoo.com.br; lucashordones@gmail.com;

thdeandrade@gmail.com

² Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, joissy.andrade@gmail.com

³ Prof. Dr. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal - SP, genertp@fcav.unesp.br

⁴ Profa. Dra. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal - SP, teresap@fcav.unesp.br

RESUMO

Área de Preservação Ambiental tem como primordial função a conservação de processos naturais e de sua biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando assim, as várias atividades humanas às características ambientais da área. O objetivo deste trabalho é apresentar o mapeamento de declividade e uso e ocupação de solo em uma APA. A área utilizada no estudo compreende a APA do rio Uberaba, localizada no estado de Minas Gerais. No artigo foi adotado os intervalos de declividade propostos pela Embrapa (1979): 0-3%, 3,1-8%, 8,1-20%, 20,1-45% e 45,1-75%. Para execução de tal mapeamento foram utilizados de procedimentos computacionais, sendo usado para tais operações no sistema de informação geográfica ArcGis, empregado modelagem de dados espaciais e no armazenamento das informações. O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado utilizando a classificação supervisionada de imagem com uso da ferramenta "Maxlike" do SIG. APA mostrou que o relevo predominante é suave-ondulado (3,1 a 8%) com 44,28% e ondulado (8,1 a 20) com 33,45%. O relevo forte-ondulado (20,1 a 45%) e montanhoso (45,1 a 75%) representa menos de 6% da declividade presente na APA. O uso predominante em declividade menor que 20% é agricultura e pastagem, e em declividade acima de 20% é cobertura vegetal natural.

Palavras-chave: Área de preservação, declividade de relevo, SIG

ABSTRACT

Environmental Preservation Area has its primary function the conservation of natural processes and biodiversity, guiding development, adjusting so the various human activities to the environmental characteristics of the area. The purpose of this paper is to present the slope mapping and soil use and occupation in an APA. The area used in the study consists the APA River Uberaba, in the state of Minas Gerais. At work it was adopted the steepness ranges proposed by Embrapa (1979): 0-3%, from 3.1 to 8%, from 8.1 to 20%, from 20.1 to 45% and from 45.1 to 75%. For enforcement in such mapping were used computational procedures, been used for such operations in the geographic information system called ArcGIS, using modeling spatial data and storage of information. The map of soil use and occupation was prepared using the supervised classification image with use of the tool "Maxlike" GIS. APA showed that the predominant relief is smooth, wavy (3.1 to 8%) with 44.28% and corrugated (8.1 to 20) to 33.45%. The strong-wavy relief (20,1 to 45%) and hilly (45.1 to 75%) is less than 6% of this in APA declivity.

Key words: Preservation Area, Raised Signage Slope, GIS.

INTRODUÇÃO

Os processos naturais de formação do solo passam por alterações decorrentes de erosões, modificações de regimes hidrológicos e cobertura vegetal, que acontece em qualquer ambiente natural, e é um processo que independente da intervenção humana. Entretanto, quando existe a intervenção humana, seja na modificação do ambiente – desmatando ou cultivando com pastagem ou agricultura - estes processos tem forte tendência a ocorrerem com uma maior intensidade, o que, geralmente, causa consequências desastrosas tanto para o ambiente quanto para a sociedade - acarretando em perdas.

Segundo o SNUC (2000), de modo geral, a Área de Proteção Ambiental é uma área extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais que são importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e seus objetivos básicos são de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

O monitoramento das alterações no uso e na cobertura do solo utilizando produtos do sensoriamento remoto no sistema de informações geográfica -SIG tem obtido grandes resultados, sobretudo pelos avanços tecnológicos, permitindo de forma rápida, diagnosticar situações complexas com ordenamento e uso e ocupação do solo, principalmente em unidades de conservação, que é o caso da área em estudo (ROCHA, 2007)

O objetivo deste estudo é avaliar o uso e ocupação do solo em diferentes classes de declive, na APA do Rio Uberaba.

MATERIAL E MÉTODOS

A Área de Proteção Ambiental – APA - da bacia do rio Uberaba, faz parte da bacia do rio Uberaba, localizada entre as coordenadas geográficas 19.51° e 19.74° sul e 47.64° e 47.98° oeste de Greenwich no município de Uberaba - MG.

Com uma área total de aproximadamente 528,1 km.², a APA da bacia do rio Uberaba integra todas as bacias hidrográficas inseridas à montante do ponto de captação da estação de tratamento de água, sendo os recursos hídricos destas áreas, o manancial de abastecimento da cidade de Uberaba - MG.

O clima da região segundo Köppen é do tipo Aw - tropical quente úmido, com inverno frio e seco, sendo o domínio climático conceituado como semi-úmido com baixa precipitação em 4 a 5 meses do ano (Abdala, 2012). A precipitação média anual varia entre 1300 e 1700 mm, em que o período chuvoso corresponde ao período mais quente do ano. Assim sendo, caracteriza por um regime chuvoso de outubro a março e a estação seca nos meses de abril a setembro, considerando os meses de dezembro e janeiro os que ocorrem maiores precipitações.

Cruz (2003) destaca que a topografia é caracterizada por superfícies planas ou ligeiramente ondulada, geologicamente formada por rochas sedimentares, basicamente o arenito, do período cretáceo da formação Bauru.

Os solos da região possuem as seguintes características: arenosos residuais da Formação Uberaba e Marília; argilosos residuais da Formação Serra Geral (ABDALA,2009).

Foi necessário para este estudo aquisição e elaboração de um banco de dados para o mapeamento temático de fatores físicos da APA do rio Uberaba.

As redes de rede de drenagem (Figura 2) na área em estudo foram extraídas do Modelo Digital de Elevação - MDE, processado da imagem do Sensor Aster GDEM (Modelo Digital de Elevação Global), no sistema de informação geográfica

ArcGis.

O mapa de declividade do terreno foi elaborado a partir do Modelo de Elevação do Terreno (MDE) no qual foi aplicado no SIG o recorte da imagem da área de estudo. Após gerado os percentuais de declividade foi realizado a reclassificação das classes de declividade com a ferramenta “Reclass” do SIG utilizando os intervalos de referência da EMBRAPA (1979).

O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado utilizando a classificação supervisionada de imagem com uso da ferramenta “Maxlike” do SIG. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 do Sensor “OLI-TIRS” coletada junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos datada de 29 de agosto de 2015, órbita: 220, ponto/linha: 74, com resolução espectral de 30 metros. Foram utilizados para a composição colorida as bandas 4 (R), 3 (G) e 2 (B) na qual estas cenas foram recortadas individualmente no SIG. Na sequência elaborou-se a composição RGB da imagem Landsat 8 com a utilização da ferramenta “Composite”. Foram classificadas quanto ao uso do solo as seguintes coberturas vegetais: Pastagem, Cobertura vegetal natural e Agricultura, verificando a predominância. O mapa de classes de solo foi gerado a partir do recorte no banco de dados de solos do Estado de Minas Gerais disponibilizado pela UFV et al. (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de declividade para APA (Figura 1, Tabela 1) mostrou que o relevo predominante é suave-ondulado (3,1 a 8%) com 44,28% e ondulado (8,1 a 20) com 33,45%. O relevo forte-ondulado (20,1 a 45%) e montanhoso (45,1 a 75%) representa menos de 6% da declividade presente na APA.

Com mapa de declividade pode-se observar que o relevo é suave a ondulado, apresentando concentrações de ondulado a norte e sudeste, suave na região sul e sudoeste. (Figura 1).

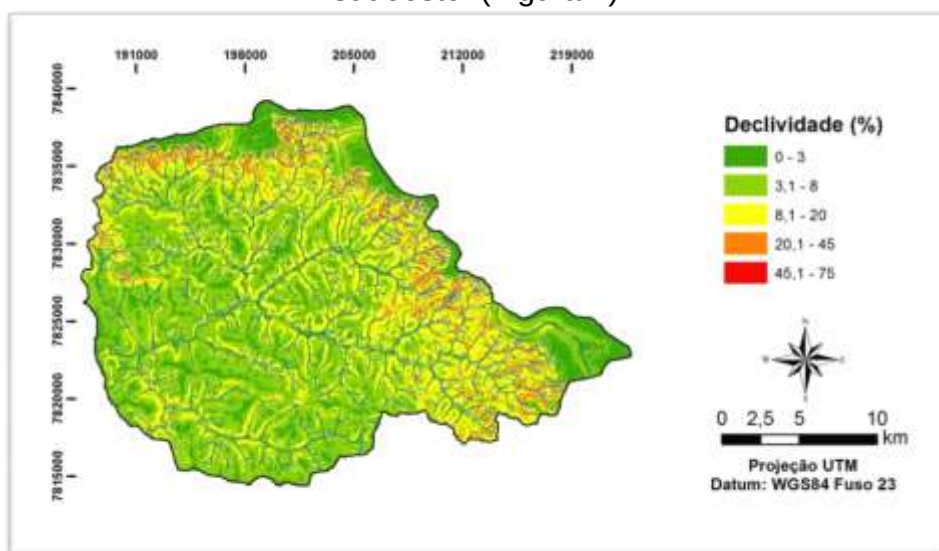


Figura 1. Mapa de declividade do terreno na APA da bacia do rio Uberaba.

Tabela 1. Intervalos de classe de declividade e seus relevos correspondentes, com área em km² e percentual presentes na APA do Rio Uberaba.

Declividade	Discriminação	Área (km2)	Porcentagem
0-3	Relevo Plano	87,750	16,62%
3,1-8	Suave-ondulado	233,826	44,28%
8,1-20	Ondulado	176,634	33,45%

20,1-45	Forte-ondulado	29,875	5,66%
45,1-75	Montanhoso	0,018	0,00%
Total		528,103	100,00%

As classes de solos na APA são distribuídas em 72,46% de Latossolo, 24,29% de Argissolo - o que é equivalente ao Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e Argissolo Vermelho eutrófico (PVe) de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) e 3,25% de Gleissolo (Figura 2). Tais dados são confirmados pela Embrapa (1982), que os solos predominantes na região do Triângulo Mineiro são os Latossolos e os Argissolos com diferentes graus de fertilidade.

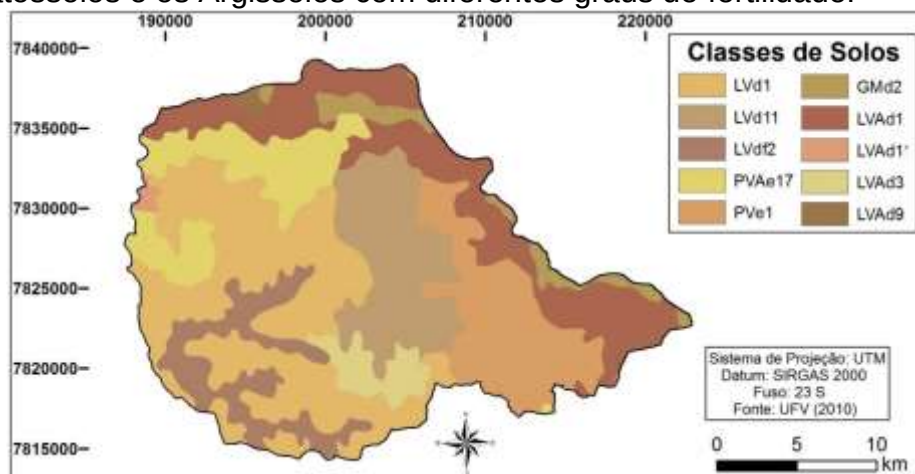


Figura 2. Mapa de classes de solo da APA da bacia do rio Uberaba.

O uso e ocupação do solo da APA da bacia do rio Uberaba, de acordo o ano de 2015 o uso da Terra na área foi de Silvicultura, Agricultura, Cobertura vegetal natural, pastagem, Perímetro Urbano, Comunidade Rural de Santa Fé e Comunidade Rural de Santa Rosa (Figura 3). O uso predominante foi de pastagem abrangendo 50,72% da área e em seguida de Agricultura com 26,17% (Tabela 2). A área ocupada com comunidades e o perímetro urbano presente na APA é de 6,738 Km².

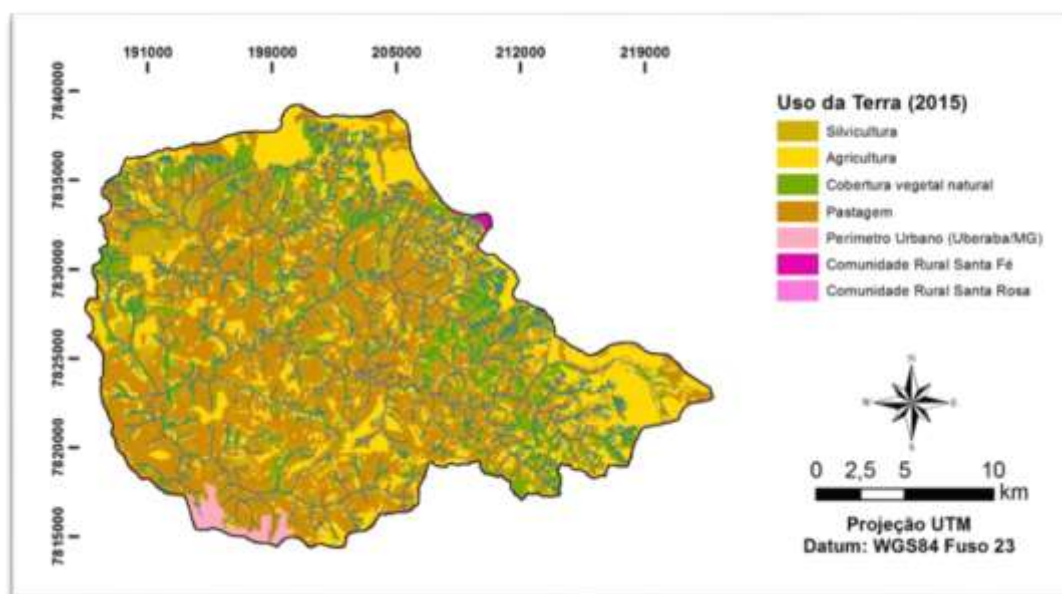


Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo da APA da bacia do rio Uberaba (2015).

Tabela 2. Uso da Terra em 2015 representado em Áreas em km² e porcentual da APA do Rio Uberaba.

Classe de Uso/Cobertura	Área (km²)	Porcentagem
Agricultura	138,155	26,17%
Pastagem	267,708	50,72%
Cobertura Vegetal Natural	107,039	20,28%
Comunidade Rural Santa Fé	0,608	0,12%
Comunidade Rural Santa Rosa	0,024	0,00%
Perímetro Urbano (Uberaba/MG)	6,106	1,16%
Silvicultura	8,185	1,55%
Total	527,825	100,00%

Realizando a comparação dos relevos com o uso da terra observa-se que a pastagem e agricultura, interferem de forma acentuada no solo, em sua maioria ocupam áreas de declividade até 20%. Nas áreas de relevo com declividade acima de 20% a presença de cobertura vegetal é maior em relação aos outros usos (Tabela 3).

Tabela 3: Uso do Solo versus Classificação de declividade em 2015 – APA do Rio Uberaba.

Uso da Terra x Classe de Declividade	Uso da terra (2015) em declividade 0-3%		Uso da terra (2015) em declividade 3,1-8%		Uso da terra (2015) em declividade 8,1-20%		Uso da terra (2015) em declividade 20,1-45%		Uso da terra (2015) em declividade 45,1-75%	
Uso da Terra	Área (km2)	%	Área (km2)	%	Área (km2)	%	Área (km2)	%	Área (km2) i	%
Silvicultura	1,095	1,25%	5,968	2,55%	1,115	0,63%	0,008	0,03%	-	0,00%
Agricultura	36,493	41,66%	62,440	26,71%	34,544	19,56%	4,674	15,65%	0,003	16,18%
Cobertura Vegetal Natural	8,007	9,14%	27,949	11,96%	53,844	30,49%	17,226	57,66%	0,014	75,72%
Pastagem	39,879	45,53%	133,141	56,96%	86,720	49,10%	7,966	26,67%	0,001	8,09%
Perímetro Urbano (Uberaba (MG)	1,588	1,81%	4,142	1,77%	0,376	0,21%	-	0,00%	-	0,00%
Comunidade Rural Santa Fé	0,530	0,61%	0,078	0,03%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Comunidade Rural Santa Rosa	0,003	0,00%	0,017	0,01%	0,004	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Total	87,596	100,00%	233,735	100,00%	176,603	100,00%	29,874	100,00%	0,018	100,00%

Na Área de Proteção Ambiental do rio Uberaba apresenta seu uso e ocupação do solo predominante com agricultura e pastagem até a declividade de 20%. Entretanto é possível observar que existem esses usos em declividades mais acentuadas.

CONCLUSÕES

O uso predominante em declividade menor que 20% é agricultura e pastagem.

O uso em declividade acima de 20% é cobertura vegetal natural.

REFERÊNCIAS

ABDALA, V. L. Diagnóstico hídrico do rio Uberaba – MG como subsídio para a gestão das áreas de conflito ambiental. Jaboticabal, SP 2012. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. São Paulo, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980). Geomorfologia. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher. 190 p.

CRUZ, B.S. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba. USP-Campinas/SP, 2003, 180p. (Tese de Doutorado).

EMBRAPA. (1999) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro. 412 p.

EMBRAPA, (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

NISHIYAMA, L (1989). Geologia do Município de Uberlândia e áreas adjacentes. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v.01, n.01. pp. 9 – 15.

Rocha, C. H. B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. 3ª ed. do Autor. Juiz de Fora, MG: 2007. 220 p.

UFV. (2010) Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2010.49 p.

3.36 ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO EM LISÍMETRO E FLORESTA ATLÂNTICA

Luiza Zulian Pinheiro¹, José Luiz de Carvalho², Caio Vinicius Ferreira Marmontel³, Valdemir Antonio Rodrigues⁴

¹Estudante de Mestrado em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Botucatu – SP, luizazpinheiro@hotmail.com; ²Pesquisador Científico do Instituto Florestal de São Paulo – São Paulo – SP, carvalhojl@if.sp.gov.br; ³Estudante de Doutorado em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Botucatu – SP, caioo_marmontel@hotmail.com; ⁴Professor Adjunto do Departamento de Ciência Florestal - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu – SP, valdemirrodriques@fca.unesp.br

RESUMO

O solo atua como reservatório de água no ambiente e tem papel essencial para a produção de alimentos, ambos imprescindíveis para manutenção da vida no planeta. Devido tamanha importância deste conhecimento, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o armazenamento de água no perfil do solo sob diferentes tipos de vegetação inseridas em lisímetros sendo: gramínea (*Paspalum notatum* Flügge), pinus (*Pinus elliottii* Engelman), eucalipto (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) e Floresta Atlântica, em ambiente natural. A coleta de solo foi realizada em três profundidades, respectivamente 5, 30 e 50 cm, realizadas duas coletas, em março e junho de 2016. A Mata Atlântica apresentou os maiores valores de armazenamento de água, seguidamente a gramínea, eucalipto e o pinus apresentaram os menores valores durante os dois períodos nas três profundidades. Com base nos resultados concluiu-se assim a importância da floresta nativa para a manutenção do abastecimento de água do ecossistema e das microbacias hidrográficas.

Palavras-chave: Armazenamento de água no solo, lisímetros, Mata Atlântica.

ABSTRACT

The soil acts as a reservoir of water in the environment and plays an essential role in the production of food, both essential for the maintenance of life on the to planet. Due he importance of this knowledge, the present work has it's objective to characterize the water storage in the soil profile under different types of vegetation inserted in lysimeters, being: grass (*Paspalum notatum* Flügge), pinus (*Pinus elliottii* Engelman), eucalyptus (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) and Atlantic Forest, in a natural environment. The soil was collected in three depths, 5, 30 and 50 cm, respectively, in two collections, in March and June of 2016. The Atlantic Forest had the highest values of water storage, followed by grass, eucalyptus and pinus the lowest presented values during the two periods at the three depths. Based on the results, the conclusion brings the importance of the native forest for the maintenance of the water supply of the ecosystem and of the hydrographic basins.

Key-words: Water storage in the soil, lysimeters, Atlantic Forest.

INTRODUÇÃO

O solo e seus atributos específicos são capazes de fornecer informações relevantes para o diagnóstico do ambiente, de sua estrutura florestal e climática. Com relação aos aspectos relacionados ao solo, deve-se considerar o papel da vegetação na influência de atributos físico-hídricos, com consequente reflexo na dinâmica da água no solo (MENEZES et al., 2009). Através da análise de dados calculados para o armazenamento de água no solo, é possível inferir sobre a

capacidade de determinado solo, sob os diferentes tipos de vegetação, em manter a água presente no ambiente numa escala de tempo. Portanto o conhecimento da dinâmica dos processos de distribuição e armazenamento de água no solo e suas relações com as propriedades do solo são de fundamental importância para o manejo eficiente da área (SILVA, 2003).

O objetivo foi caracterizar o armazenamento de água no perfil do solo sob diferentes tipos de vegetação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada dentro do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha – SP, entre os paralelos 23°13'28" e 23°16'10" de latitude sul e os meridianos 45°02'53" e 45°05'15" de longitude oeste de Greenwich (FURIAN e PFEIFER, 1986), com altitude média de 1.050 m. Apresenta clima definido como tipo Cwb, clima temperado chuvoso e moderadamente quente (LUIZ, 2008). A precipitação média anual é de 2.200 mm e as temperaturas médias máximas e mínimas do ar são de 26°C e 16°C, respectivamente (CICCO, 2004).

As espécies utilizadas neste estudo estão inseridas em lisímetros gramínea (*Paspalum notatum* Flüggé), pinus (*Pinus elliottii* Engelmänn), eucalipto (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake), exceto a Floresta Atlântica, em ambiente natural. Todos diferentes tipos de vegetação estão localizados próximos um do outro, sofrendo a mesma influencia climática e de precipitação. Foram realizadas coletas de solo nos meses de março e junho, podendo ser considerados final do período chuvoso e início da época seca, respectivamente. As amostras de solo foram retiradas nas profundidades 5 cm, 30 cm e 50 cm.

Para determinação do armazenamento de água no solo, utilizou-se metodologia conforme EMBRAPA (1997) para umidade volumétrica do solo, possibilitando a utilização da equação descrita abaixo.

$$\Delta p = \frac{(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3)}{3} \cdot h \cdot 10 \quad (1)$$

Sendo Δp o armazenamento de água no solo nas camadas profundas (mm), θ a umidade do solo a base de volume do solo (cm³ de água/cm³ solo) e, h altura do perfil solo (cm).

A análise dos dados considera-se a quantidade de água acumulada ao longo do perfil do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível primeiramente, citar a diferença entre os valores de março e junho, onde março apresentou sempre os maiores valores de água armazenada no solo em milímetros, sendo este o período em que houve maior precipitação acumulada dos meses anteriores.

De acordo com o gráfico (Figura 1), pode-se observar o mesmo padrão do armazenamento de água no solo para os diferentes meses avaliados. Para o mês de março os valores apresentaram-se muito similares para a gramínea e a floresta para 5 cm e 30 cm, havendo maior diferença para os 50 cm de profundidade, onde a mata apresentou o maior valor dentre todos. Na sequência, é observado o eucalipto e o pinus respectivamente, com os menores valores encontrados. Para junho, na profundidade 5 cm, a gramínea e a floresta ainda apresentaram valores próximos, começando a diferirem-se a partir dos 30 cm, onde aumenta a diferença entre os

valores encontrados para as duas vegetações. Na profundidade 50 cm são encontrados os valores que apresentam maior diferença, até mesmo dos observados para março. O eucalipto e o pinus continuam no mesmo padrão que os vistos anteriormente, eucalipto seguido da gramínea, e o pinus do eucalipto.

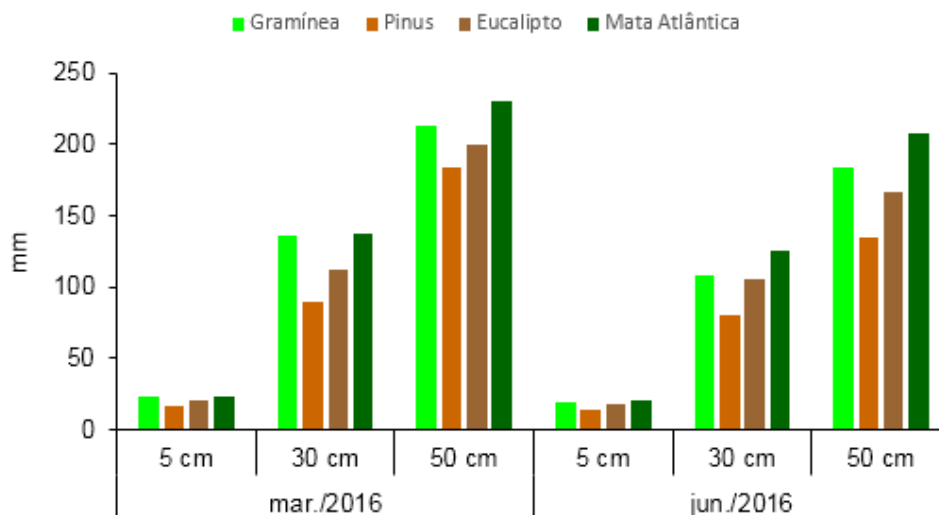


Figura 1. Armazenamento de água no perfil do solo a 5 cm, 30 cm e 50 cm de profundidade em quatro diferentes vegetação em duas épocas distintas

CONCLUSÕES

A área com Mata Atlântica, sob as mesmas condições climáticas, apresentou de maneira geral maior capacidade do armazenamento de água no perfil do solo, apresentando valores que puderam ser comparados aos da gramínea, principalmente para 5 cm de profundidade do solo avaliado, mas diferindo-se para as demais profundidades. Os menores valores foram encontrados para o pinus nos diferentes meses avaliados e para todas as profundidades.

Com base nos resultados concluiu-se assim a importância da floresta para a manutenção do abastecimento de água do ecossistema e das microbacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CICCO, V. **Análise de séries temporais hidrológicas em microbacia com cobertura vegetal natural de Mata Atlântica, Cunha, SP.** 2004. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997, 212p.

LUIZ, R. A. F. **Classificação climática do Núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP.** 2008. 103 f. Trabalho de Graduação Individual (Bacharelado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MENEZES, M. D.; JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Dinâmica hidrológica de duas nascentes, associada ao uso do solo, características pedológicas e atributos físico-hídricos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha, Serra da Mantiqueira, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 175-184, 2009.

SILVA, V.R. **Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação**. 2003. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Biodinâmica do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

4. MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

4.1 PERDAS DE ÁGUA E DE SEDIMENTOS EM SOLOS SOB AS COBERTURAS DE PASTAGEM E DE MATA NATIVA NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS POSSES, EXTREMA/MG

Marco Antonio Ferreira Gomes - Geólogo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
E - mail: marco.gomes@embrapa.br;

Lauro Charlet Pereira - Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
E - mail: lauro.pereira@embrapa.br;

Manoel Dornelas de Souza - Engenheiro Agrônomo da Embrapa Meio Ambiente,
E - mail: dornelas.souza@embrapa.br;

Ricardo de Oliveira Figueiredo - Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
E - mail: ricardo.figueiredo@embrapa.br

RESUMO

Este trabalho avalia perdas de água e de sedimentos em uma vertente com três tipos (classes) de solos representados por dois Cambissolos, dois Argissolos e dois Neossolos Litólicos, denominados de CH1, CH2, PVA1, PVA2, RL1 e RL2, sendo o primeiro sob cobertura de mata nativa, situado em cota mais elevada, com declividade de 55%, e os demais sob cobertura de pastagem em cotas inferiores, com declividades entre 53 a 19%. Uma análise comparativa entre as perdas de água, por exemplo, no período entre 25/05 e 10/12/2016, com precipitação de 649,3 mm, mostra que as maiores perdas ocorreram nos Neossolos Litólicos, com 19 e 21% de declividade, seguidos dos Argissolos com valores entre 35 e 23%. As perdas de água foram de 380,09 m³/ha (CH1), 392,49 m³/ha (CH2), 437,25 m³/ha (PVA1), 509,95 m³/ha (PVA2), 948,03 m³/ha (RL1) e 901,22 m³/ha (RL2). Situação análoga ocorreu com os solos, cujo valor de perda mais baixo foi no CH1 com 4,71 kg/ha e mais alto no RL2 com 23,31 kg/ha. Aspectos de caráter físico do solo, como profundidade, densidade, condutividade hidráulica e teor de CO, aliados à declividade da área, foram relevantes na distinção das perdas, tanto de água quanto de sedimentos. O solo CH1 teve a cobertura (mata nativa) como um componente a mais que contribuiu para a menor perda.

Palavras-chave: Solos, declividade, escoamento superficial.

ABSTRACT

This work evaluates water and sediment losses in a slope with three types of soils represented by two Inceptisols, two Ultisols and two Udorthent, identified as CH1, CH2, PVA1, PVA2, RL1 and RL2. The first soil under native forest, located at a higher elevation, with a slope of 55% and the others soils under pasture cover at lower levels, with slopes between 53 and 19%. A comparative analysis of water losses, for example, in the period between May 05 and December 10, 2016, with a precipitation of 649.3, shows that the greatest losses occurred in Udorthents, with values of 19 and 21% of Slopes, followed by Ultisols with values between 23 and 35%. The water losses were 380.09 m³/ha (CH1), 392.49 m³/ha (CH2), 437.25 m³/ha (PVA1), 509.95 m³/ha (PVA2), 948.03 m³/ha (RL1) and 901.22 m³/ha (RL2). Similar situation occurred with soils, whose lowest loss value was in CH1 with 4.71 kg / ha and highest in RL2 with 23.31 kg/ha. Aspects of soil physical character, such as depth, density, hydraulic conductivity and CO content, together with the slope of the area, were relevant in distinguishing losses, both water and sediments. Soil CH1 had the cover (native forest) as an additional component that contributed to the lower loss.

Keywords: Soils, slope, runoff.

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação de áreas de alta declividade favorecem, quase sempre, perdas de solo por erosão que é uma das principais responsáveis pela degradação do solo, com consequências prejudiciais à produtividade agrícola e às atividades econômicas relacionadas à agricultura. A retirada da vegetação nativa, notadamente das florestas, para o uso agrícola sem considerar a capacidade de suporte do solo (Freitas et al., 2012), tem como consequência imediata a sua exposição e, conseqüentemente, sua degradação pela erosão hídrica, ocasionando perdas de partículas/agregados, nutrientes, carbono orgânico, além de reduzir a recarga de água (Lima et al., 2013). O controle da erosão hídrica é uma das principais medidas para a conservação do solo e da água em uma sub-bacia hidrográfica (Pontes et al., 2014).

A sub-bacia do Ribeirão das Posses, localizada no município de Extrema/MG, constitui exemplo de grande importância ambiental não só por estar inserida nos altiplanos da Serra da Mantiqueira em local de grande fragilidade, mas também e, principalmente, por fazer parte do conjunto de nascentes que compõe os principais cursos d'água que abastece o Sistema Cantareira, como também parte da Bacia do PCJ.

Assim, o presente trabalho foi realizado na margem esquerda do Ribeirão das Posses, próximo à nascente principal, a partir de uma vertente que contemplou dois tipos de cobertura vegetal (mata nativa e pastagem), em diferentes tipos de solos, destacando-se dois Cambissolos, dois Argissolos e dois Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2013).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido na sub-bacia das Posses, Extrema, MG, localizada na porção sul da Serra da Mantiqueira. Apresenta relevo declivoso e bastante movimentado. Possui cerca de 1.200 ha e se encontra entre as coordenadas 46°14'O e 22°51'S e entre as altitudes de 968 a 1.434 m. A precipitação média é em torno de 1.477 mm/ano. O uso do solo predominante é com pastagem; a sub-bacia das Posses está incluída como bacia piloto no Programa Produtor de Água da Agência Nacional das Águas - ANA, o qual visa recuperar bacias hidrográficas com foco nos recursos hídricos (ANA, 2008). A área estudada, localizada na margem esquerda do Ribeirão das Posses, encontra-se entre as coordenadas 22° 52.855' e 22° 52.903' S e 46° 15.527' e 46° 15.378' W, com seis pontos de amostragem, considerando a distribuição dos solos P1(CH1) - 22°52'50.73"S e 46°15'32.65"O; P2 (CH2) - 22°52'51.28"S e 46°15'31.53"O; P3 (PVA1) - 22°52'52.56"S e 46°15'28.17"O; P4 (PVA2) - 22°52'53.03"S e 46°15'26.81"O; P5 (RL1) - 22°52'53.39"S e 46°15'25.12"O; P6 (RL2) - 22°52'53.51"S e 46°15'23.40"O (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de trabalho com a distribuição dos 6 pontos experimentais.

Caracterização dos Solos

Os solos foram classificados de acordo com levantamento realizado por Da Silva et al. (2013), representados pela classe dos Cambissolos, Argissolos e Neossolos (EMBRAPA, 2013), com detalhamentos de campo realizado pelo primeiro autor do presente trabalho, de acordo com a descrição a seguir:

CAMBISSOLO HÚMICO Tb Eutrófico, A húmico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato granito gnáissico (CH1) - ocorrência na área de mata. (Ponto/ área experimental - P1), declividade: 55%; CAMBISSOLO HÚMICO Tb Distrófico, A húmico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato granito gnáissico (CX2) - ocorrência em área de pastagem. (Ponto/ área experimental - P2), declividade: 53%; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Tb Distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado, substrato granito gnáissico (PVA1) - ocorrência na área de pastagem. (Ponto/ área experimental - P3), declividade: 35%; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Tb Distrófico câmbico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado, substrato granito gnáissico (PVA2) - ocorrência na área de pastagem. (Ponto/ área experimental - P4), declividade: 23%; NEOSSOLO LITÓLICO Tb Distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado, substrato granito gnáissico (RL1) - ocorrência na área de pastagem. (Ponto/ área experimental - P5), declividade: 21%; NEOSSOLO LITÓLICO Tb Distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado, substrato granito gnáissico (RL2) - ocorrência na área de pastagem (Ponto/ área experimental - P6), declividade: 19%.

Em laboratório, foram realizadas análises de densidade do solo, condutividade hidráulica e carbono orgânico para subsidiar a discussão dos resultados das perdas de água e de sedimentos.

Instalação e condução do experimento

A avaliação temporal contemplou o período de 7 meses, com o início das coletas de sedimento e água em 24/05/2016 com chuva acumulada desde o dia 10 do mesmo mês, e o término em 10/12/2016, com chuva acumulada desde o dia 01/12. O armazenamento de água e sedimento foi realizado por meio de bombonas com capacidade máxima de 50 litros, com três repetições (três parcelas de 1m² por tipo de solo - 06), totalizando 18 parcelas de coleta. As coletas obedeceram os eventos de chuva, com amostragem realizada após cada evento igual ou superior a

5mm. Os volumes de água coletados foram quantificados em ml/m² e convertidos em m³/ha; o sedimento foi quantificado em g/m² e convertido em kg/ha. Assim, foi possível a realização das estimativas de perda com avaliação do total de água e sedimentos armazenados nas bombonas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As perdas de água (via enxurrada) e dos sedimentos (sólidos em suspensão) estudados por hectare no período compreendido entre 24/05 e 10/12/2016, considerando a precipitação de 649,3 mm são apresentadas Quadro 1, com projeção para o período de 1 ano, considerando a precipitação média de 1.477 mm para a Bacia do Ribeirão das Posses.

Quadro 1. Parâmetros de solo (média entre as profundidades 0 - 20cm e de 20 - 40 cm) e valores de perdas de água e sedimentos por hectare no período monitorado (649,3 mm) e projetados para 1 ano (1.477mm).

Solo	D (%)	Ds (g/cm ³)	K (cm/h)	CO (g/kg)	Água (m ³ /ha)	Sedimentos (kg/ha)	Projeção anual de perdas (1.477 mm).	
							Água (m ³ /ha/ano)	Sedimentos (kg/ha/ano)
CH1	55	1,1	3,39	91,69	380,09a	4,71a	864,61	10,71
CH2	53	1,2	3,25	85,29	392,49a	7,10b	892,82	16,15
PVA1	35	1,5	1,51	68,67	437,25b	14,42c	994,63	32,80
PVA2	23	1,4	1,85	61,06	509,95c	14,96c	1.160,01	34,03
RL1	21	1,6	0,96	63,71	948,03d	20,19d	2.156,53	45,92
RL2	19	1,8	0,85	55,92	901,22d	23,31d	2.050,05	53,02
TOTAL	--	--	--	--	3.569,03	84,69	8.118,65	192,63

Uma análise comparativa entre os solos, considerando as perdas de água e de sedimentos, mostra que a densidade, a condutividade hidráulica e o CO interferem muito mais no processo do que a declividade. Para o solo sob cobertura de mata nativa (CH1), por exemplo, isso fica mais evidente, pois a declividade muito elevada (55%) não interferiu nas perdas em questão. Porém, quando ocorre mudança para pastagem como também no tipo de solo (CH2, PVA1, PVA2, RL1 e RL2), as perdas se apresentam com uma relação direta com os três parâmetros citados - Ds, K e CO. A avaliação das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5%, indica que existem, pelo menos, quatro diferenciações entre as perdas de água e de sedimentos, evidenciando a influência de cada solo, de acordo com suas propriedades.

CONCLUSÕES

Perante o cenário e os resultados expostos, conclui-se que o tipo de solo e seu manejo (cobertura vegetal) influenciam diretamente na perda de água e de sedimentos em suspensão. A declividade, embora relevante nesse tipo estudo, não teve influência direta no processo de perdas, o que remete à necessidade de estudos mais específicos relacionados às propriedades físicas dos solos. Tal cenário, no entanto, indica que o uso adequado de acordo com sua aptidão, são premissas fundamentais para a sustentabilidade do sistema.

Conclui-se que, na microbacia estudada, em especial nas áreas de pastagem, as perdas de água, requerem uma reavaliação das práticas adotadas para tornar mais eficiente sua infiltração. De fato, a infiltração mais eficiente da água na área de

pastagem contribui não só para o recarregamento do lençol freático, como também interfere de forma positiva no fluxo preferencial em direção ao curso d'água (Ribeirão das Posses), tornando seu volume mais estável/uniforme ao longo do ano.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional das Águas. 2008. Programa Produtor de Água. Ministério de Meio Ambiente, Brasília – DF. 22 p. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Folder%20-20Programa%20Produtor%20de%20%C3%81gua.pdf>> Acesso em 23 de setembro de 2016. 2014.

DA SILVA, M.A.; DE FREITAS, D.A.F.; SILVA, M. L. N.; OLIVEIRA, A.H.; LIMA, G.C.L.; CURI, N. **Sistema de informações geográficas no planejamento de uso do solo**. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.* Recife, v.8, n.2, p.316-323, 2013.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FREITAS, D.A.F.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; CURI N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. *Rev. Ciênc. Agron.* 43: p. 417-428, 2012.

LIMA, G.C. 2013. Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos e índice de qualidade dos solos da Sub-Bacia das Posses, Extrema (MG), sob diferentes agroecossistemas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 140p. (Tese de Doutorado).

PONTES, L.M.; BISPO, D.F.; SILVA, M.L.N.; BATISTA, P.V.G.; CÂNDIDO, B.M.; SILVA, T.P. Monitoramento da erosão hídrica na sub-bacia das Posses, Extrema, MG, Brasil. *Anais do XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cuzco, 2014. p. 2-7.*

4.2 PERDAS DE ÁGUA E DE SEDIMENTOS SOB TRÊS TIPOS DE COBERTURAS VEGETAIS EM UMA MICROBACIA, MUNICÍPIO DE IGARATÁ/SP

*Marco Antonio Ferreira Gomes - Geólogo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
Email: marco.gomes@embrapa.br;*

*Lauro Charlet Pereira - Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
Email: lauro.pereira@embrapa.br;*

*Manoel Dornelas de Souza - Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
Email: dornelas.souza@embrapa.br;*

*Carlos César Ronquim - Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite,
Email: carlos.ronquim@embrapa.br;*

*Sérgio Gomes Tôsto - Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite,
Email: sergio.tosto@embrapa.br*

RESUMO

Este trabalho avalia o transporte de água das chuvas e de sedimentos a partir de um Cambissolo Háptico representados por dois subgrupos denominados de CX1, sob cobertura de eucalipto e CX2, sob as coberturas de mata nativa e pastagem, presentes na microbacia da Fazenda Santa Marta, município de Igaratá/SP. Foram selecionados três locais representativos das três coberturas citadas, com valores de declividades variando de 6% a 12%. Uma análise comparativa entre as perdas de água sob as três coberturas no período entre 28/10/2015 e 27/10/2016, mostra que o valor mais elevado ocorreu na pastagem, cuja declividade encontra-se em torno de 8%. Ao comparar tais perdas, por exemplo, verificou-se que na pastagem ela foi mais elevada, com cerca de 831,31 m³/ha, enquanto que a mata e o eucalipto apresentaram perdas em torno de 560,95 e 603,32 m³/ha, respectivamente. Situação semelhante ocorreu com as perdas de solos (sedimentos em suspensão). O Cambissolo (CX1), cultivado com eucalipto, mesmo sob uma condição de 12% de declividade, apresentou perdas, tanto de água quanto de sedimentos, relativamente próximas àquelas da cobertura de Mata nativa. O caráter úmbrico do horizonte superficial desse solo aliado à espessa manta de cobertura morta (palhada) usada na área de cultivo do eucalipto, são fatores que contribuíram para menores perdas, tanto de água quanto de solos, via escoamento superficial. Diante do exposto, observa-se que o cultivo de eucalipto apresenta menor impacto no ambiente, quando comparado com a mata nativa e pastagem.

Palavras-chave: Sustentabilidade, qualidade ambiental, perdas de solo.

ABSTRACT

This work evaluates the transport of water from rainfall and sediment from a Oxidic Dystropept (*Soil Taxonomy*) represented by two subgroups called CX1 under eucalyptus cover and CX2 under cover of native forest and pasture, present in the watershed of the Santa Marta Farm, municipality of Igaratá / SP. Three representative sites of the three coverages were selected with slope values varying from 6% to 12%. A comparative analysis of water losses under the three coverages in the period between 11/11/2015 and 10/27/2016 shows that the highest value occurred in the pasture, whose slope is around 8%. When comparing these losses, for example, it was verified that in the pasture it was greater, with around 831.31 m³/ha, while the forest and the eucalyptus presented losses around 560.95 and 603.32 m³/ha respectively. A similar situation occurred with soil losses (suspended sediments). The Oxidic Dystropept (CX1), cultivated with eucalyptus, even under a

12% slope condition presented losses, both in water and in sediments, relatively close to those of native forest cover. The umbric character of the surface horizon of this soil allied to the thick blanket of dead mulch used in the eucalyptus cultivation area are factors that contributed to lower losses of both water and soils through surface runoff. In view of the above, it is observed that the cultivation of eucalyptus has less impact on the environment when compared to the native forest and pasture, which gives it a condition of management directed to sustainability.

Keywords: sustainability, environmental quality, soil losses.

INTRODUÇÃO

A silvicultura do eucalipto ou eucaliptocultura, foi introduzida no país de forma mais intensa pela Companhia Paulista de Estrada de Ferro em 1903 para suprir as suas demandas.

Na região do Vale do Rio Paraíba/SP a atividade da eucaliptocultura remonta a várias décadas, com o propósito de atender à demanda da produção de papel e celulose. Por se tratar de uma região com predomínio de relevo acidentado, tipicamente ondulado a forte ondulado e solos relativamente rasos, a exemplos dos Cambissolos, seu manejo necessita de atenção especial para evitar perdas de solo que possam comprometer a sustentabilidade do sistema ora em questão.

A área de estudo está localizada em porção de Mata Atlântica no município de Igaratá/SP, na microbacia da Fazenda Santa Marta, onde existem grandes plantações de eucalipto em substituição ao bioma original, intercalados por porções de mata nativa e pastagem, em estágio de degradação. Cerca de 61% da área é ocupada por eucalipto, sendo o restante distribuído entre mata (29%) e pastagem (10%). (FÍBRIA, 2012).

Nesse contexto, o presente trabalho avalia o transporte de sedimentos e de água das chuvas por escoamento superficial, a partir de um Cambisso Háplico dividido em dois subgrupos (classes do 4º nível categórico), de acordo com EMBRAPA (1999) existentes na microbacia da Fazenda Santa Marta, com valores de declividades relativamente próximos, sob as coberturas de eucalipto, mata nativa e pastagem. Essas perdas são comparadas em função da cobertura e analisadas quanto à sustentabilidade dos sistemas implantados, sobretudo o da eucaliptocultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo consiste na microbacia localizada na Fazenda Santa Marta entre as coordenadas 23°10'22" S de latitude e 46°06'50" W de longitude e 745 m de altitude, pertencente ao município de Igaratá, localizado a sudeste do estado de SP, microrregião de São José dos Campos. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com verão quente e inverno seco, podendo ser classificado também como clima tropical de altitude, com média anual de 18,5 °C. A precipitação média anual é em torno de 1.367 mm (<https://pt.climate-data.org>). De acordo com a classificação de domínios morfoclimáticos proposta por Ab'Saber (2003) a área de estudo se encaixa no Domínio dos Mares de Morros, no Planalto Atlântico, com altitudes que variam entre 300 e 100 metros. O solo da propriedade é do tipo Cambissolo Háplico Tb distrófico, latossólico, com textura argilosa (Rizzo, 2008; Tonello, 2010).

A microbacia experimental possui uma área de drenagem de 150 ha, sendo 92 ha de plantio de eucalipto e o restante da área dividido entre áreas de preservação

(mata nativa) e pastagens degradadas. Foram selecionados três locais representativos das três coberturas (eucalipto, mata nativa e pastagem) com declividades não muito distintas, ou seja, 12 %; 6% e 8% respectivamente, de acordo com a Figura 1. O eucalipto encontra-se sob manejo com cobertura de palhada morta com espessura média de 30 cm; a mata nativa, típica do Bioma Mata Atlântica, apresenta-se em fase secundária com sub-bosque formado por plantas rasteiras e arbustos de pequeno e médio porte. Já a pastagem, formada por *Brachiaria decumbens*, encontra-se em estágio de degradação devido à presença de muitas plantas invasoras, porém ainda com grande capacidade de cobertura do solo.

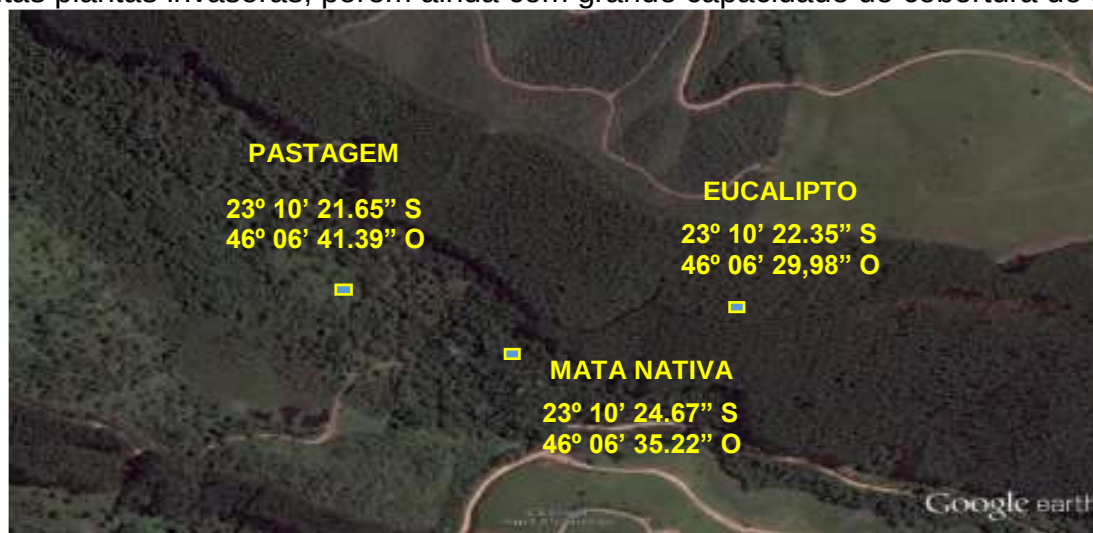


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de água e sedimento.

Caracterização dos solos

Os solos foram classificados de acordo com levantamento realizado por Rizzo (2008), com complementação de informações de campo pelos autores do presente trabalho, por meio de descrição morfológica dos perfis. Foi definida uma classe com diferenciação entre o horizonte A (4º nível categórico), conforme descrição a seguir: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, úmbrico, textura argilosa, relevo ondulado a forte ondulado, substrato granito gnáissico (CX1) - ocorrência na área de eucalipto. CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado a ondulado, substrato granito-gnáissico (CX2) - ocorrência nas áreas de mata nativa e pastagem.

Instalação e condução do experimento

A avaliação temporal contemplou o período de 12 meses, com o início das coletas de sedimento e água em 28/10/2015 com chuva acumulada desde o dia 27/10/2015 e o término em 27/10/2016. Nos meses de julho, agosto e setembro de 2016 as chuvas foram insignificantes ou próximas de 0 mm.

O armazenamento de água e sedimento foi realizado por meio de bombonas com capacidade máxima de 50 litros, com três repetições por tipo de cobertura. Foi considerada a área de 1m² para efeito de avaliação (três parcelas de 1m² por tipo de cobertura). As coletas obedeceram os eventos de chuva, com amostragem realizada após cada evento igual ou superior a 5mm. Os volumes de água coletados foram quantificados em ml/m² e convertidos em m³/ha; o sedimento foi quantificado em g/m² e convertido em kg/ha. Assim, foi possível a realização das estimativas de perda com avaliação do total de água e sedimentos armazenados nas bombonas. Também foi realizada uma projeção de perdas para toda a microbacia - 150 ha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As perdas de água e de sedimentos (sólidos em suspensão) sob as coberturas de Eucalipto, Mata Nativa e Pastagem são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1. Perdas de água (escoamento superficial) e dos solos (sólidos em suspensão) por hectare, no período compreendido entre 28/10/15 e 27/10/2016, considerando a precipitação de 1.373,65 mm na Microbacia da Fazenda Santa Marta, município de Igaratá/SP. Média de três repetições.

Solos	Cobertura vegetal	Declividade (%)	Água (m ³ /ha)	Sólidos (kg/ha)	Projeção perdas para a microbacia (150 ha)	
					Água (m ³ /ano)	Sólidos (kg/ano)
CX1	Eucalipto	12	603,32a	39,50a	90.498a	5.925a
CX2	Mata nativa	6	560,95a	34,53a	84.142a	5.179a
CX2	Pastagem	8	831,31b	53,36b	124.696b	8.004b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%.

Uma análise comparativa entre as perdas de água sob as três coberturas, mostra que o valor mais elevado ocorreu na pastagem sobre o Cambissolo – CX2, com declividade em torno de 8%. Em comparação com a cobertura de mata nativa, o valor de acréscimo foi em torno de 270,36 m³/ha, o que corresponde a um aumento de 48,19%. Já uma comparação da pastagem com a cobertura de eucalipto, mostra um acréscimo de perda de 227,99 m³/ha, que corresponde a um aumento de 37,78%. Ambos os percentuais indicam uma diferença significativa pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%. Situação semelhante ocorre com as perdas de solos (sólidos em suspensão), sendo os valores mais elevados na cobertura de pastagem.

O Cambissolo (CX1), cultivado com eucalipto, mesmo sob uma condição de 12% de declividade apresentou perdas, tanto de água quanto de solos, relativamente próximas àsquelas da cobertura de Mata nativa. O caráter úmbrico do horizonte superficial aliado à espessa manta de cobertura morta (palhada) usada na área de cultivo do eucalipto, são fatores que contribuem para a ocorrência de menores perdas, tanto de água quanto de solos, via escoamento superficial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante o cenário e os resultados apresentados, observou-se que o solo sob cultivo de eucalipto apresenta perdas de água e de sedimentos relativamente próximas aquelas do solo sob mata nativa, mostrando assim que o sistema de produção na área não causa alterações expressivas no ambiente;

Observou-se que na microbacia estudada, o cultivo do eucalipto apresenta uma condição de prática de manejo direcionada para a sustentabilidade do sistema de produção, exemplificada principalmente pela presença de espessa manta de liteira. Isto não significa um incentivo à substituição da mata nativa pela cultura do eucalipto, mas uma orientação de que os dois tipos de cobertura podem estar presentes na mesma área, observando as condições pedomorfológicas (solos e relevo), aliadas às exigências do Código Florestal em relação às faixas de cobertura nativa, tanto para as áreas de nascentes quanto para aquelas de mata ciliar.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Fíbria - Papel e Celulose S.A pelo apoio logístico em campo;

Em particular aos técnicos Eduardo Nogueira Campinhos pelo apoio logístico inicial e Luciano Aparecido do Nascimento pelo acompanhamento em todas as etapas das coletas de água e de sedimentos.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FIBRIA. Relatório de Sustentabilidade. 2012. 64p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015 (IBGE). **Rio de Janeiro (RJ):** Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2016/SP2016.pdf/>>

Acesso em 05/09/2016.

RIZZO, L.T.B. Mapa pedológico detalhado - VCP – Igaratá: Fazenda Santa Marta, Igaratá, SP. Cotia: LRM Projetos e Consultoria Agroambiental LTDA, fev. 2008. 77 x 134 cm. Escala 1:5.000.

TONELLO, K. C. Comportamento ecofisiológico de clones de *Eucalyptus*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 2010.

Site: <https://pt.climate-data.org>

4.3 CARACTERIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO URBANIZADO DE MOGI GUAÇU/SP E SUA INFLUÊNCIA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Eng. Agrícola, Professor da Faculdade Integrada Maria Imaculada – FIMI, Email: antgabiva@gmail.com; Jesane Martins da Silveira Lima, Eng. Civil, Faculdade Integrada Maria Imaculada - FIMI, Email: jesane.martins@gmail.com; Eduardo Ribeiro da Silva, Geógrafo, Assist. Técnico III da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, Email: eduardo.ribeiro@cati.sp.gov.br; Mario Ivo Drugowich, Eng. Agrônomo, Assist. Agropecuário VI da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, Email: drugo@cati.sp.gov.br

RESUMO

Os corpos d'água estão sob constante impacto dos resíduos gerados pela sociedade. Entender os impactos ambientais de cada ação, sua distribuição espacial e consequente intensidade, permitem a gestão correta do espaço e das ações necessárias para a mitigação. O presente trabalho teve como objetivo o mapeamento dos focos de impactos ambientais na área urbanizada do município de Mogi Guaçu/SP, com vistas ao enquadramento destes e classificação de sua intensidade nos impactos ao rio Mojiguaçu, seu principal corpo hídrico. A metodologia adotada foi o mapeamento em escala 1:5000, e o acompanhamento dos limites de drenagem por meio de modelo digital de elevação. Para a definição das áreas de influência dos impactos, classificados como impactos físicos, químicos e biológicos de alta, média e baixa intensidade, utilizou-se o interpolador IDW. Concluiu-se que o maior foco de impacto ambiental na área em estudo provém de impactos químicos, seguido dos físicos e biológicos. Os impactos químicos, representando 48,6% dos pontos com grau de intensidade alta, apresentam um elevado peso, aliado ao fato de sua distribuição por toda a região analisada. Os focos de impactos ambientais identificados no presente estudo coincidem com os parques industriais e com as zonas de indústrias pesadas instaladas na área urbanizada.

Palavras-Chave: Interpolador IDW. Mapeamento. Mapas de calor. Industrialização.

ABSTRACT

The environment in which society is inserted, is under the harmful effects generated by the subproducts of man's activities, especially water bodies. Understanding the environmental impacts of each action, its spatial distribution and consequent intensity, allows the correct management of the space and actions necessary for mitigation. The present work focused on the mapping of environmental impacts in the urban area of the municipality of Mogi Guaçu/SP/Brazil, with a view to the classification of these impacts and its intensity to the impacts to the Mojiguaçu river. The methodology adopted was the mapping in scale of 1:5000, and the use of digital elevation model. For the definition of influence of the impacts, classified as physical, chemical and biological impacts with high, medium and low intensity; the IDW interpolator was used. It was concluded that the greatest environmental impact focus in the study area comes from chemical impacts, followed by physical and biological impacts. The chemical impacts, representing 48.6% of the points with high intensity degree, present a high weight, ally with the fact of its distribution throughout the analyzed region. The outbreaks of environmental impacts identified in the present study coincide with the industrial parks and the areas of heavy industries installed in the urbanized area.

Keywords: IDW interpolator. Mapping. Heat maps. Industrialization.

INTRODUÇÃO

Na atualidade com o acelerar do processo de urbanização e crescimento da população, a questão da preservação dos recursos naturais tem se tornado um fator de constante preocupação. A cultura no uso da água e a elevada e acelerada produção de resíduos, fomentada pelo consumismo, são as principais causas das alterações e impactos ao meio ambiente (Mucelin & Bellini, 2008).

A Resolução nº 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, e ainda as atividades sociais e econômicas que afetam a biota e a qualidade dos recursos ambientais.

Segundo Moschini (2008), o Estado de São Paulo é o mais desenvolvido em termos de estrutura industrial, contendo as maiores concentrações e diversificações industriais do país, e em Mogi Guaçu as características das principais empresas, segundo o emprego industrial e em função do encadeamento tecnológico, atuam nos ramos de indústrias mecânicas e de metais, indústrias de papel e celulose, e ainda agroindústrias.

De acordo com Giordano (2004), a poluição hídrica pode ser definida como qualquer alteração física, química ou biológica do nível de pureza de um corpo hídrico, capaz de ultrapassar os padrões estabelecidos, conforme o seu uso preponderante. Os principais agentes causadores dessas alterações são: físicos (sólidos em suspensão); químicos (substâncias dissolvidas ou com potencial solubilização); biológicos (microorganismos).

A presente pesquisa tem como foco a identificação dos focos da área urbanizada de Mogi Guaçu para com a poluição hídrica. Segundo Scariot (2008), é importante esclarecer que para verificar o impacto das práticas de tratamento e disposição de efluentes das indústrias na qualidade da água de um rio, é necessário considerar todas as outras possíveis fontes de contaminação da água e, portanto, esta tarefa exige uma abordagem multidisciplinar da questão. Neste sentido, o presente estudo apresentará focos de poluição ambiental provenientes das atividades humanas de maior porte, na área urbanizada de Mogi Guaçu, buscando-se gerar material base ao planejamento do impacto destes ao rio Mojiguaçu e a definição de áreas prioritárias para ações mitigadoras dos mesmos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Mogi Guaçu (Figura 1), município brasileiro do estado de São Paulo, localizado a uma latitude de 22°22'15" sul e a uma longitude 46°56'38" oeste, com altitude média de aproximadamente 617 metros.

Utilizou-se o modelo digital de elevação do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM-90m). O uso deste insumo de sensoriamento remoto serviu de base para se compreender a dinâmica do fluxo hidrológico da região de estudo.

Para o levantamento dos focos de impacto ambiental ao rio Mojiguaçu utilizou-se a definição de três classificações (impactos físicos, químicos e biológicos) em três níveis de intensidade (alta, média e baixa), os quais foram adotados conforme o porte da indústria e/ou empreendimento e possuem subjetividade em sua classificação, uma vez que os mesmos se deram em função de área e volume envolvidos em cada uma das atividades identificadas, do ponto de vista dos autores.

O ambiente para o geoprocessamento das informações foi o software de SIG (Sistema de Informação Geográfica) QGIS versão 2.12.3 – Lyon, no sistema de coordenadas planas UTM com Datum SIRGAS 2000 fuso 23 sul.

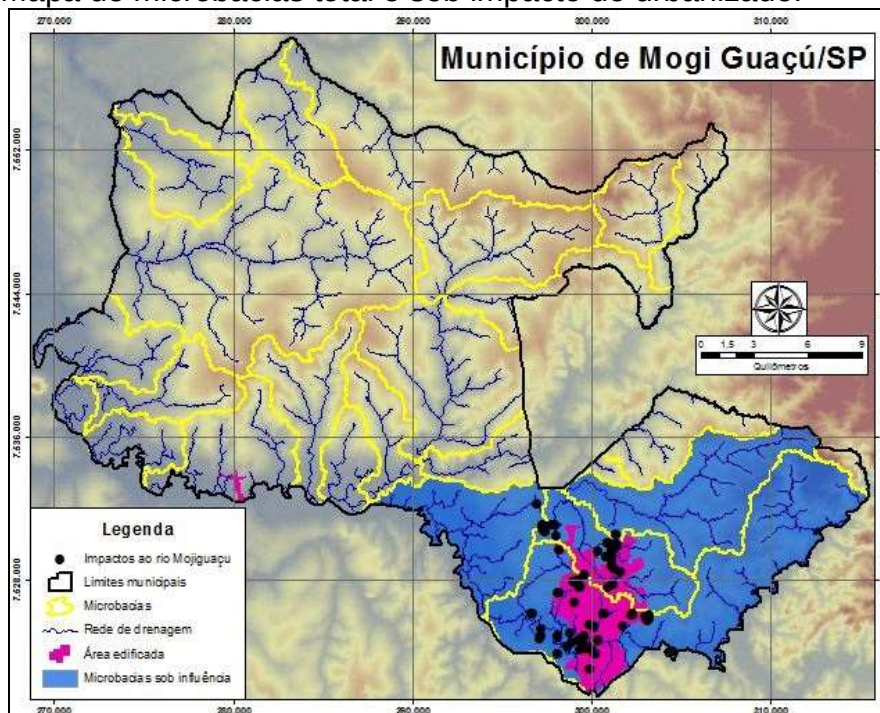
Para a confecção das matrizes de influência dos impactos, utilizou-se a interpolação Inverso da Distância Ponderada (IDW), adotando os valores 1 para o impacto de baixa intensidade, valor 2 para os de média intensidade e valor 3 para os de alta intensidade.

Todos os pontos foram levantados utilizando-se a imagem de fundo da camada do Google Maps, Google Satellite, obtida por meio da ferramenta OpenLayers plugin, em vetorizações na escala 1:5.000. Quando do surgimento de dúvidas, realizadas reambulações com visitas in loco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a análise visual na escala de trabalho adotada, e utilizando-se do conhecimento prévio dos autores sobre a realidade local, identificou-se e classificou-se um total de 102 focos de impacto ambiental (Figura 1), sendo 25 relativos a impactos físicos, 42 de impactos biológicos e 35 de impactos químicos.

Figura 1 – Mapa de microbacias total e sob impacto do urbanizado.

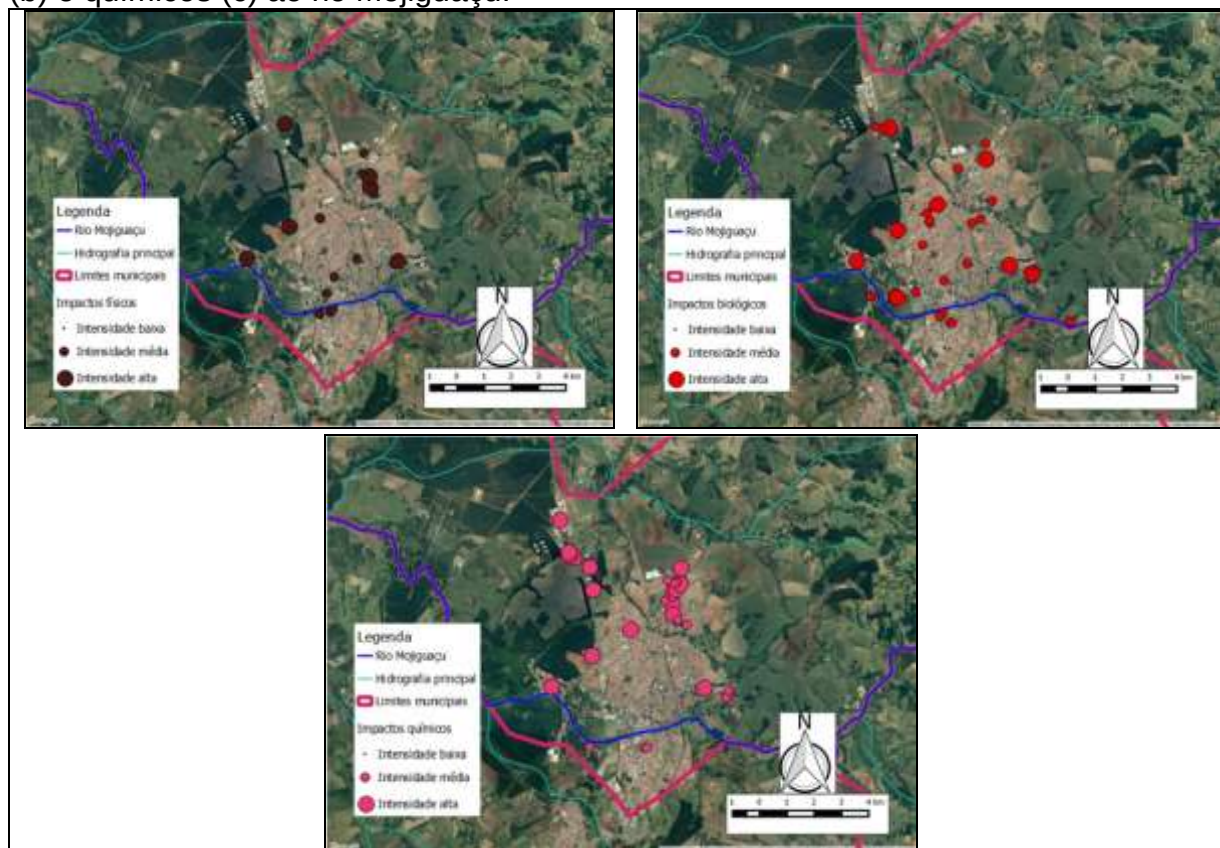


Na Figura 2 é apresentada a distribuição espacial das três diferentes categorias de impactos e suas respectivas intensidades. Destaca-se que os focos físicos referem-se a empreendimentos que possibilitam, quando da ocorrência de chuvas, o arraste de partículas ao rio Mogiguaçu, sejam estas de partículas do solo, ocasionando o aumento da turbidez deste, ou lixo gerado como subproduto de suas atividades comerciais. A presença de loteamentos na região sul da região trouxe a visibilidade da problemática do carreamento de solo causado pelas obras civis nestes empreendimentos, solo este que é levado até o leito dos córregos, e afeta diretamente sua turbidez, e ao longo do tempo, altera seu leito (assoreamento).

O número de focos de impactos biológicos é elevado (42) e estão associados à produção de alimentos e demais atividades constitutivas da vida urbana. Sua

espacialização é bem distribuída na área urbanizada e destacam-se entre os principais focos laticínios, frigoríficos e empresas de grande porte.

Figura 2 – Distribuição espacial da intensidade dos impactos físicos (a), biológicos (b) e químicos (c) ao rio Mojiguaçu.

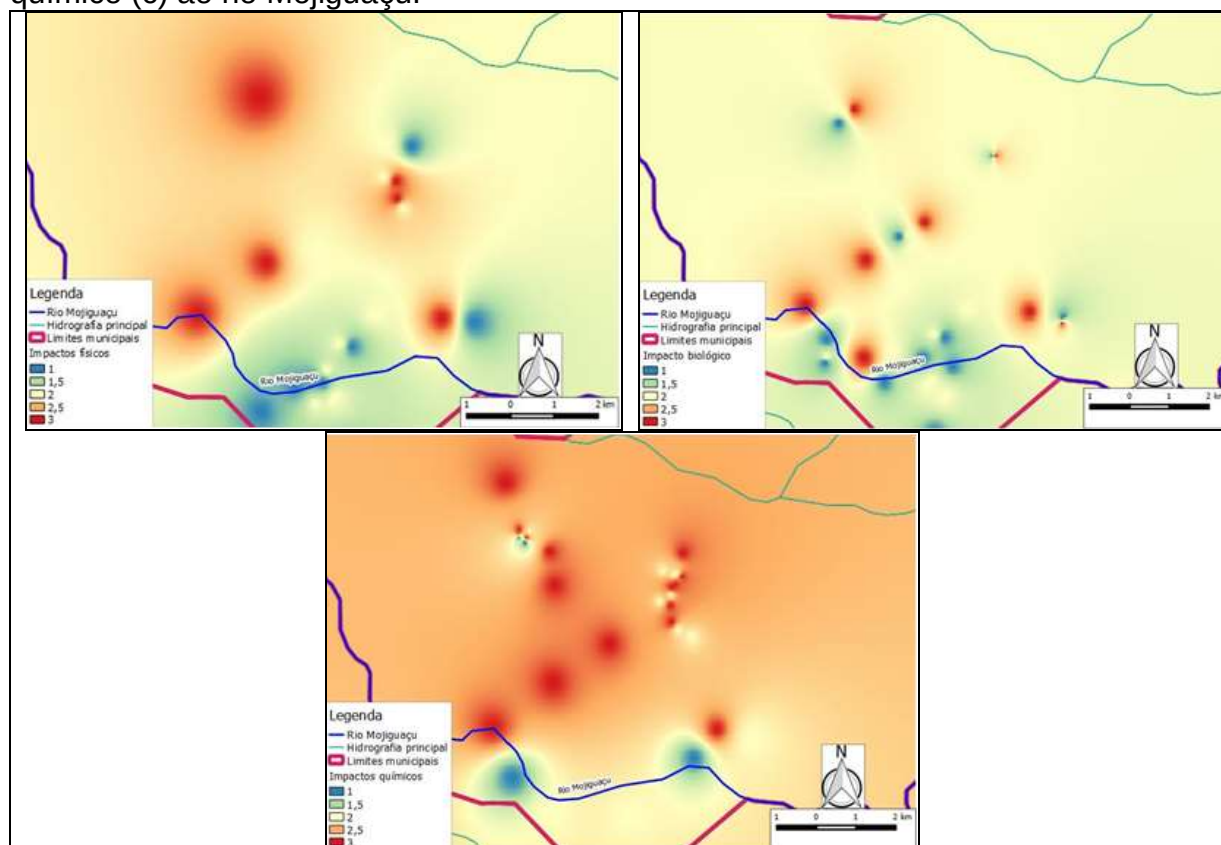


A interpolação dos valores de intensidade dos impactos é apresentada na Figura 3. Na análise dos impactos físicos, identifica-se a definição de uma linha divisória na região sul da área urbanizada, o que leva à conclusão de que esta se encontra em estado consolidado de ocupação da terra. Permite ainda a visualização de um eixo leste-oeste e com maior intensidade ao norte.

A análise dos impactos biológicos permite a constatação de sua diluição ao longo da superfície observada, não havendo a definição de regiões prioritárias para o surgimento destes impactos, levando-se à constatação de que tal impacto é inerente ao desenvolvimento das sociedades em áreas com elevado nível de desenvolvimento urbano.

Os impactos químicos trazem a preocupação quanto ao caráter obtido do mapa, pois as paletas escuras na cor vermelha são as sobressalentes, o que indica a distribuição do impacto por todo o território, e seu caráter somático entre os pontos. A distribuição da intensidade alta permite a constatação da taxa de urbanização de Mogi Guaçu associada ao desenvolvimento de seu parque industrial, com a implantação de empresas de diferentes setores da economia. Na margem esquerda do rio Mojiguaçu os impactos químicos são em menor intensidade, corroborando com a definição desta área como de zona residencial e comercial, a qual, portanto, possui baixo impacto quanto a este tipo de dano ambiental, não influenciando sob este aspecto a microbacia da porção sul do território.

Figura 3 – Superfície contínua de potencial de impacto físico (a), biológico (b) e químico (c) ao rio Mojiguaçu.



Constata-se o maior peso percentual dos impactos químicos de alta intensidade, atingindo 48,6% do total, e o caráter de médio, a baixo, dos impactos biológicos e físicos.

CONCLUSÃO

Apesar do maior número dos focos biológicos, estes apresentam um caráter distribuído pelo território e em 78,6% destes, sua intensidade de impacto foi de média a baixa, bem como apresentam uma distribuição uniforme.

O município deve tomar atitudes sérias quanto ao controle e fiscalização dos impactos químicos, pois estes apresentam um elevado peso na definição dos focos de impactos, possuindo em 48,6% dos pontos, grau de intensidade alta.

Os focos de impactos ambientais identificados no presente estudo coincidem com os parques industriais e com as zonas de indústrias pesadas de Mogi Guaçu e impactam diretamente quatro das 34 microbacias do município.

REFERÊNCIAS

GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, v. 4, n. 76, 2004.

MOSCHINI, L. E. Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior, 2008. 149 f. **Tese (Doutorado)**, Univ. Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MUCELIN, C. A. ; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

SCARIOT M. R. Modelagem e Simulação Sistêmica de Rios: Avaliação dos Impactos Ambientais no Rio Mogi-Guaçu/SP. **Tese (Doutorado)** Univ. Est. de Campinas, Campinas, 2008.

4.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA EM RIACHO PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Daniela Aparecida Silveira Cesar¹, Raoul Henry²

1 - Mestranda do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: daniela_s.cesar@hotmail.com

2 – Professor Titular (Voluntário) do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: rhenry@ibb.unesp.br

RESUMO

O monitoramento da qualidade das águas nos ecossistemas aquáticos é uma ferramenta importante para avaliar a saúde e os diferentes níveis de impactos, fornecendo dados para a elaboração de estratégias visando a conservação desses ambientes. O Ribeirão da Cachoeira é um dos afluentes da margem direita do rio Guareí, localizado no município de Angatuba, SP e é responsável pelo abastecimento público de água da cidade. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água do Ribeirão da Cachoeira através do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e verificar se as condições da mesma atendem as exigências da Resolução CONAMA 357/2005. As amostras foram coletadas na estação chuvosa (dezembro a fevereiro de 2017). As variáveis físicas e químicas da água como oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, sólidos totais dissolvidos, turbidez, coliformes termotolerantes, fósforo e nitrogênio total foram mensuradas em cada local. Todos os resultados analisados se enquadraram dentro dos limites permitidos pela Resolução CONAMA 357/05. O valor obtido da somatória do IQA classificou as águas do Ribeirão da Cachoeira como sendo de ótima qualidade, classe I. Portanto, a qualidade da água do Ribeirão da Cachoeira, durante o período monitorado, foi boa, indicando que pode ser utilizada para fins de abastecimento público.

Palavras-Chave: diagnóstico ambiental, índice de qualidade, resolução CONAMA.

ABSTRACT

The monitoring of water quality in aquatic ecosystems is an important tool to evaluate health and different levels of impacts, providing data for the elaboration of strategies for the conservation of these environments. Ribeirão da Cachoeira is one of the tributaries of the right bank of the river Guareí, located in the municipality of Angatuba, SP and is responsible for public water supply in the city. The objective of this study was to evaluate the water quality of Ribeirão da Cachoeira through the Water Quality Index (IQA) and verify that the conditions of the same meet the requirements of CONAMA Resolution 357/2005. Samples were collected in the rainy season (December to February 2017). The physical and chemical variables of water such as dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, pH, total dissolved solids, turbidity, thermotolerant coliforms, phosphorus and total nitrogen were measured at each site. All the results analyzed were within the limits allowed by CONAMA Resolution 357/05. The value obtained from the sum of the IQA classified the waters of Ribeirão da Cachoeira as being of excellent quality, class I. Therefore, the water quality of Ribeirão da Cachoeira during the monitored period was good, indicating that it can be used for public water supplies.

Keywords: environmental diagnosis, CONAMA resolution, quality index.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água destinada ao consumo humano deve atender a padrões de qualidade e de potabilidade, garantindo que suas características físicas, químicas e microbiológicas estejam dentro do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (SOUZA et al., 2015). No Brasil, os padrões de qualidade das águas superficiais para os diferentes usos são estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2005).

O diagnóstico dos ecossistemas aquáticos é um instrumento importante para avaliar as condições ambientais e deve ser realizado de maneira efetiva, indispensáveis para determinar a segurança para o consumo humano, buscando proteção à saúde pública (FEITOSA, 2006).

Por ser uma ferramenta que permite rápida avaliação das características da água em relação às suas fontes poluidoras, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) pode ser utilizado como uma metodologia integradora, por converter várias informações em um único resultado numérico, permitindo uma fácil interpretação dos dados monitorados (ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003; BHARTI & KATYAL, 2011).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água na fonte de abastecimento público de água da cidade através do IQA e verificar se as condições das mesmas atendem as exigências da Resolução CONAMA 357/2005.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um dos afluentes da margem direita do Rio Guareí, localizado no município de Angatuba, São Paulo. Este riacho pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 14), correspondendo à bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, localizada na região sudoeste do Estado. As amostras de água foram coletas na estação chuvosa (dezembro a fevereiro de 2017) no Ribeirão da Cachoeira, local de abastecimento público de água da cidade.

As variáveis abióticas foram mensuradas em cada local de amostragem. O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler, modificado com a adição de azida (GOLTERMAN & CLYMO, 1969), DBO pelo método da incubação das amostras no escuro (a 20°C por 5 dias) (APHA, 1998), pH e condutividade da água, com um pHmeter Micronal Mod.322 e um condutivímetro Hach Mod.2511, respectivamente e, o fósforo e nitrogênio total, através do método de digestão da amostra. A turbidez foi determinada através de um Turbidímetro portátil (marca Technopon), a temperatura da água com termômetro de mercúrio, os sólidos totais através de metodologias descritas em APHA (2005) e os coliformes termotolerantes, mensurado através do kit microbiológico *Colipaper*.

O IQA foi calculado segundo a metodologia adaptada pela CETESB (2017), e foi calculado através do produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises físico-químicas da água do Ribeirão da Cachoeira estão apresentados na Tabela 1.

A média da concentração de oxigênio dissolvido foi de 7,3 mg.L⁻¹. Este teor está de acordo com o estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para rios de classe 1. Os níveis de oxigênio dissolvido podem ser limitantes para a manutenção da vida aquática (ANA, 2017).

A demanda bioquímica de oxigênio é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia (ANA, 2017). Neste trabalho, baixos valores de BBO foram verificados no local de amostragem e também se encontram dentro do padrão de 3 mg.l⁻¹ para a classe I.

O pH é a medida de concentração do íon hidrogênio [H⁺] na água. Geralmente os organismos aquáticos estão adaptados às condições próximas à neutralidade da água. Alterações intensas do pH podem acarretar em mudanças no ambiente aquático (CETESB, 2009). Os resultados encontrados neste trabalho estão dentro do faixa para a classe I.

Segundo a resolução CONAMA 357/05, a concentração de sólidos totais não deve ultrapassar 500 mg.l⁻¹ e os resultados indicaram que os valores estão dentro do limite permitido.

A turbidez da água pode indicar problemas relacionados à erosão dos solos nas áreas de entorno aos cursos d'água. (ANA, 2017). Os resultados obtidos indicam que os valores estão dentro da classe de melhor qualidade.

A determinação dos coliformes termotolerantes em uma amostra tem importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de diversas doenças, tais como cólera, febre tifóide, etc. (CETESB, 2009). Nas amostras coletadas, os resultados estão dentro do limite inferior à classe I para coliformes.

O fósforo, em conjunto com outros elementos, constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos. Porém, a quantidade elevada em corpos d'água pode acarretar diversos problemas, como a eutrofização (CETESB, 2009). O nitrato é um dos principais íons encontrados em águas naturais e em altas concentrações podem indicar condições sanitárias inadequadas (APHA, 1992). As análises de nutrientes do ribeirão da Cachoeira estão de acordo com os parâmetros estabelecidos para a classe de melhor qualidade.

Os resultados acima indicam que todos os parâmetros analisados se enquadram dentro dos limites permitidos pela Resolução CONAMA 357/05 enquadrando o curso d'água na classe I (Tabela 1).

Tabela 1. Médias dos parâmetros físicos e químicos das amostras de água do Ribeirão da Cachoeira (R.C) na estação chuvosa (n = 3) e parâmetros exigidos de qualidade para as águas de classe 1 – Resolução CONAMA N°367/05.

Parâmetros	R.C	Classe I
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	7,3	>6
DBO (mg.l ⁻¹)	0,7	3
pH	7,3	6 a 9
ST (mg.l ⁻¹)	5	500
Turbidez (NTU)	12	40
Coli. Term. (UFC/100)	26	até 200
Fósforo total (mg.l ⁻¹)	0,02	0,1
Nitrogênio total (mg.l ⁻¹)	0,27	2,18

Na tabela 2, estão apresentados os valores gerados a partir das equações para o cálculo do IQA. O índice de qualidade de água é um método que pondera os

parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de avaliação das águas, permitindo o estabelecimento de classes e padrões de qualidade que possibilita o enquadramento dos cursos d'água (CETESB, 2017). O valor obtido da somatória permitiu enquadrar as águas do Ribeirão da Cachoeira como sendo de ótima qualidade.

Tabela 2. Parâmetros, físicos, químicos e microbiológicos analisados para o cálculo de IQA e respectivos pesos (à esquerda) e critérios para a distinção das classes de qualidade da água (à direita) conforme o IQA (CETESB,2017).

Parâmetros	Peso	Subíndice	
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	0,17	2,20	
Temperatura (°C)	0,10	1,58	
C. termotolerantes (UFC/100)	0,15	1,82	
Potencial hidrogeniônico	0,12	1,80	
DBO (mg.l ⁻¹)	0,10	1,52	
Nitrogênio total (mg.l ⁻¹)	0,10	1,58	
Fósforo total (mg.l ⁻¹)	0,10	1,57	
Turbidez (NTU)	0,08	1,41	
Sólidos totais (mg.l ⁻¹)	0,08	1,42	
IQA		86	
Classificação		Ótima	

79 < IQA ≤ 100	Ótima
51 < IQA ≤ 79	Boa
36 < IQA ≤ 51	Regular
19 < IQA ≤ 36	Ruim
IQA ≤ 19	Péssima

CONCLUSÃO

A qualidade de água do Ribeirão da Cachoeira, durante o período monitorado, foi classificada como sendo de ótima qualidade; indicando que pode ser utilizada para o abastecimento público, após o tratamento adequado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Indicadores de qualidade. **Índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 19 de abril de 2017.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 17a ed., Washington D.C.: **American Public Health Association**, 1992. p.4-75/ 4-93.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater 20th ed. Washington D.C.: **American Public Health Association**, 1153p, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater 21th ed. New York. APHA, **American Water Works Association**, WPCR, .1.194 p., 2005.

BHARTI, N.; KATYAL, D. Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. **International Journal of Environmental Sciences**, v. 2, n. 1, p. 154-173, 2011.

COMPANHIA, DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: < <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf>> Acesso em: 19 de abril de 2017.

COMPANHIA, DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**, 2009.

FEITOSA, N. Anfilóbio et al. Avaliação da qualidade da água potável de escolas públicas do Recife, PE. **Higiene alimentar**, p. 80-82, 2006.

GOLTERMAN, H.L. and CLYMO, R.S. Methods for chemical analysis of freshwaters. **Blackwell Scientific Publications**, p. 174, 1969.

RESOLUÇÃO CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/po rt/conama/res/ res05/ res35705.pdf>>. Acesso em 20 de agosto 2015.

SOUZA, JAR et al. Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. Rev. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 614-622, 2015.

4.5 DETERMINAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos¹; Marcelo Campos², Bruno Timóteo Rodrigues³, Edéria Pereira Gomes³,
Thyellenn Lopes De Souza³

¹Prof. Tiular, UNESP, seca@fca.unesp.br, ²Prof. Dr., UNESP, marcelocampos@tupa.unesp.br,

³Discentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, brunogta21@gamil.com;

RESUMO

Os sistemas de informação geográfica (SIG), juntamente com a técnica de análise multicritério, permitem a normalização e integração de dados, que normalmente provêm de várias fontes, permitindo uma avaliação conjunta dos mesmos, proporcionando mais eficiência e fiabilidade no processo de decisão. Para promover a adequação do uso da terra. O presente estudo teve como objetivo analisar a fragilidade ambiental da microbacia Ribeirão Lavapés - Botucatu (SP). O uso de um Sistema de Informação Geográfica para a elaboração de mapas de fragilidade referentes às classes de pedologia, declividade e uso e ocupação do solo. Os fatores foram integrados e interpolados, onde todas as variáveis receberam o mesmo peso na análise e a superposição dessas informações gerou o mapa de fragilidade ambiental da microbacia. Os resultados mostraram que as classes de fragilidade ambiental Alto e Médio merecem maior atenção, pois representam 2/3 da microbacia, sendo necessário planejamento e precauções adequadas, uma vez que estas áreas são degradadas.

Palavras-chave: microbacia, geoprocessamento, sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

Geographic information systems (GIS), together with the multi-criteria analysis technique, allow the standardization and integration of data, which usually come from several sources, allowing a joint evaluation of the same, providing more efficiency and reliability in the Decision-making process to promote land use adequacy. The present study aimed at analyzing the environmental fragility in the Ribeirão Lavapés - Botucatu (SP) microbasin. The use of a Geographic Information System for the elaboration of maps of fragility referring to the classes of pedology, declivity and use and occupation of the soil. The factors were integrated and interpolated, where all variables received the same weight in the analysis and the overlapping of this information generated the map of environmental fragility of the microbasin. The results showed that the classes of environmental fragility High and Medium deserve greater attention, since they represent 2/3 of the microbasin, and adequate planning and precautions are necessary, since these areas are degraded.

Key words: watershed, geoprocessing, Geographic Information System.

INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais vêm ocorrendo devido ao desenvolvimento industrial, crescimento populacional e o desmatamento de vastas florestas, para o uso e exploração do solo sem planejamento, de forma inadequada da terra, sem preocupação de protegê-la contra diversos impactos ambientais e sua capacidade produtiva.

A utilização dessas ferramentas da geotecnologia permite fazer uma análise ambiental de forma a entender como essas alterações se comportam no espaço,

sendo um dos pontos mais fortes como estudo do ambiente como um todo (PIRES et al., 2012).

As imagens de satélite auxiliam na identificação dos fenômenos naturais ou ação humana e na verificação das áreas com vegetação, diferentes tipos de solo, além de analisar os recursos hídricos, possuindo assim, uma grande vantagem por ter um custo baixo e fácil obtenção e fornecendo informações para resolução de problemas ambientais (SANTOS et al., 1993).

Esse trabalho tem como objetivo analisar a fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão Lavapés em Botucatu (SP) através do uso de geoprocessamento, visando o desenvolvimento sustentável da área.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na bacia do Ribeirão Lavapés - Botucatu (SP), por ser uma área muito importante e representativa do município onde a paisagem sofreu uma nítida transformação. A área situa-se geograficamente entre as coordenadas geográficas: 22° 42' a 22° 56' de latitude S e 48° 20' a 48° 22' de longitude Oeste de Greenwich, abrangendo 10263,21ha.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cfa - clima temperado chuvoso e a direção do vento predominante é a sudeste (SE).

A temperatura média anual na região, é de 20,2 °C, sendo as temperaturas médias dos meses mais quentes de 23,2 °C e de 16,9 °C nos meses mais frios.

A precipitação média anual está ao redor de 1.447 mm, ocorrendo uma precipitação média no mês mais chuvoso e mais seco, respectivamente, de 223,4 mm e 37,8 mm.

Foram utilizados o *Software* IDRISI e as imagens de satélite digital, bandas 3,4 e 5 do Sensor TM do LANDSAT 5, da órbita 220, ponto 56, quadrante A e passagem de 2011 para análise dos dados.

Os solos da microbacia foram extraídos da Carta de Solos de Botucatu (Piroli, 2002), em escala 1:50000, onde os solos ocorrentes foram classificados como: Latossolos Vermelho (LV), Neossolo Litólico (RL), Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), Gleissolo Háplico (GX) e Nitossolo (NV).

Os pontos de controle para georreferenciamento e os de máxima altitude para digitalização do limite da microbacia tiveram como base cartográfica a Carta Planialtimétrica, editada pelo IBGE (1969), folha de Botucatu, escala 1:50000, com distância vertical entre curvas de 20m.

As diferentes classes de solo foram digitalizadas e, posteriormente, foram indicados os nomes de cada área, associados aos seus respectivos identificadores, sendo as áreas determinadas através do comando *Area* do menu *Database Query* pertencente ao módulo *Analysis*.

As curvas de nível foram obtidas a partir das cartas topográficas, foram convertidas do formato analógico para o digital, através de um scanner.

As classes de declividade foram obtidas através da digitalização e identificação das curvas conforme os valores de suas altitudes pelo *Software* Idrisi Selva, para realização da interpolação das curvas de nível, pelo módulo *TIN interpolation*. Em seguida, fez-se o cálculo de declives no módulo *surface* e sendo posteriormente reclassificado pelo módulo *reclass* e agrupados nos intervalos de classes de declive de 0- 3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-40 e >40%. O mapa de declividade foi executado a partir do modelo digital de elevação, segundo as classes de declive utilizadas para conservação do solo preconizadas pela Soil Survey Staff (1975).

Através do *SIG IDRISI Selva* foi elaborada uma composição colorida com a combinação das bandas 3, 4 e 5, obtida a partir da imagem de satélite digital, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica.

Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados. A seguir, foi realizado o georreferenciamento da composição, utilizando-se para isso do módulo *Reformat/Resample do SIG – IDRISI Selva*, sendo os pontos de controle obtidos nas cartas planialtimétricas, utilizando o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, datum Córrego Alegre, bem como dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital e o outro das cartas. Foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi feito um arquivo de correspondência, através do comando *Edit* do menu *Database Query*, presente no módulo *Analysis*. Após o georreferenciamento, foi feito o corte, extraíndo-se apenas a área de estudo da microbacia. A classificação supervisionada foi realizada, buscando diferenciar os alvos com radiâncias semelhantes. .

Após a elaboração do mapa de uso do solo, as áreas foram determinadas com o auxílio do *software SIG – IDRISI Selva*, utilizando-se do comando *Area* do menu *Database Query*, pertencente ao módulo *Analysis*.

Para a elaboração do mapa de Fragilidade Ambiental, posteriormente os mapas de pedologia, declividade e uso e ocupação dos solos foram agrupados e sobrepostos para a obtenção do mapa de fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão Lavapés, seguindo as recomendações propostas por Ross (1994). A hierarquia das classes de fragilidade foi feita conforme Ross (1994) que estabeleceu as classes: Muito Baixa, Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta, de acordo com a classe de fragilidade. Para cada uma das classes, atribuiu-se um peso indicando o nível de risco, o qual foi a base para a álgebra de mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos de textura arenosa (Piroli, 2002), RQotípico, RLe, NVdf e PVAd1 abrangendo 4650,02ha (45,31%), são solos que apresentam estruturas frágeis e são susceptíveis a erosão, além de possuírem baixa fertilidade natural, para estes solos a probabilidade de erosão aumenta com a diminuição de sua cobertura vegetal.

O solo hidromórfico, representado pelo GXbd, que está presente em cerca de 1731,34ha (16,87%) de área da microbacia, é encontrado em baixadas e no entorno de cursos d'água, geralmente em áreas encharcadas, apresentando baixa fertilidade.

Os solos de textura média, LVAd1, LVd e LVdf são solos que vem abrangendo a maior parte da área com 3881,85ha (37,82%).

As classes de declive de 0 a 6% (3931,92ha) classificadas como relevo plano e suavemente ondulado por Chiarini e Donzeli (1973) e por Lepsch et al. (2001) como áreas destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas simples de conservação do solo, uma vez que o próprio plantio em nível da cultura já controla o processo erosivo do solo.

As áreas com declividade de 6 a 12 % com 4289,36ha (41,89%), relevo ondulado, foram as mais significativas, são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas complexas de conservação do solo, de acordo com Lepsch et al. (2001).

O relevo forte ondulado (12 a 20%), indicado para culturas permanentes, as quais exigem uma menor mobilização do solo, propiciando menores riscos de

erosão como as culturas de café, cana-de-açúcar, pastagens, etc., conforme Lepsch et al. (2001) predominaram em 12,81%.

O relevo forte ondulado (12 a 20%), indicado para culturas permanentes, as quais exigem uma menor mobilização do solo, propiciando menores riscos de erosão como as culturas de café, cana-de-açúcar, pastagens, etc., conforme Lepsch et al. (2001), predominaram em 12,81% (1315,29ha).

Apenas 6,07% (622,58ha) apresentaram relevo acidentado (CHIARINI; DONZELLI, 1973), ou seja, com declividade de a 20 a 40%, podendo ser utilizado para o desenvolvimento da pecuária e silvicultura, ou ainda, destinam-se à preservação ambiental, evitando-se dessa maneira a erosão do solo (LEPSCH et al., 2001).

O uso e ocupação do solo na microbacia está associado principalmente com o cana-de-açúcar que vem abrangendo 2948,65ha (28,73%), mostrando .

A área urbana é a segunda em ordem de ocorrência na microbacia, totalizando 1396,08ha (27,45) da área.

A mata nativa (vegetação nativa) e as matas ciliares também possuem uma grande abrangência dentro da área da microbacia com 1912,00ha (18,63%), sendo a terceira em ordem de ocorrência.

Outro uso e ocupação do solo que também merecem destaque, são as pastagens com 1396,08ha (13,60%).

A fragilidade ambiental média e alta predominaram com uma área de 6798,54ha (66,24%). Isso ocorre porque grande parte da microbacia é composta por relevo forte ondulado e acidentado e os solos Neossolos, que possui fragilidade alta e média devido as suas características físicas; além do uso do solo por área urbana que possui fragilidade muito alta .

A classe Muito Alta apresentou uma área total de 1700,20ha (16,72%). Está relacionada principalmente com as declividades mais acentuada e relevo montanhoso que possuem classe Alta, além do solo RQotípico e RLe, que possui fragilidade alta e do uso do solo por pastagem que possui fragilidade Alta.

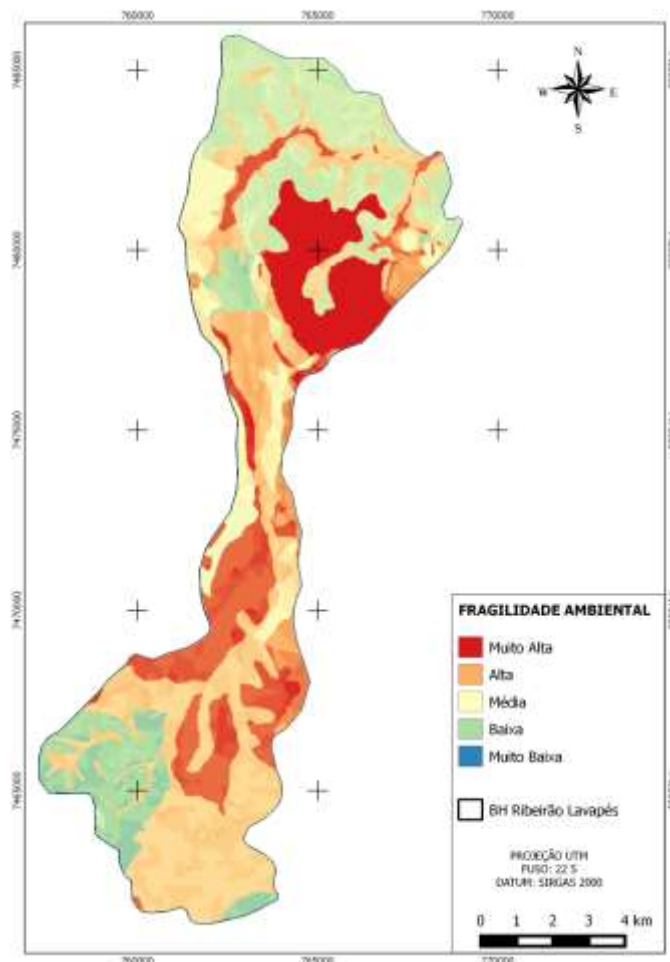


Figura 1. Fragilidade ambiental da bacia do Rio Lavapés - Botucatu (SP).

CONCLUSÃO

A microbacia do Ribeirão Lavapés – Botucatu (SP) apresentou fragilidade ambiental média, pois essa classe ocorreu na área urbana.

As classes de fragilidade ambiental Alta e Média merecem maior atenção, pois representam quase 2/3 da área, mostrando que mal planejada e se não forem tomadas precauções, essas áreas tendem a ser mais facilmente degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Bol.Tec.Inst.Agron.**, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.

PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPPATO, F. J; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento Aplicado a Análise do Uso e Ocupação da Terra para Fins de Planejamento Ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego Prata – Três Lagoas (MS). **Revista Geonorte**, v.2, n.4, p.1528–1538, 2012.

LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, **Soc.Bras.Cien.do Solo**, 2001.175p.

PIROLI, E.L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu – SP**. 2002. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 63-74, 1994.

SANTOS, M. L. M.; MATTOS, M. M.; PIRES, I. O; BROWN, I. F.; ASSIS, W. S. Utilização de imagens de satélite no mapeamento preliminar do uso da terra e na capacitação de agricultores do médio Rio Capim - Paragominas/PA. Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. 15p.

4.6 MORFOMETRIA DE UMA MICROBACIA, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Sérgio Campos¹; Ana Apola Salas Gomes Di Toro²; Marcelo Campos³, Edéria Pereira Gomes⁴,
Thyellenn Lopes De Souza⁴

¹Prof. Titular, UNESP, seca@fca.unesp.br, ³Discente do Curso de Graduação em Engenharia Florestal/FCA/UNESP, anapaolagomes@hotmail.com; ³Prof. Dr., UNESP, marcelocampos@tupa.unesp.br, ⁴Discentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, brunogta21@gamisl.com;

RESUMO

A morfometria da microbacia e a caracterização da zona ripária são importantes ferramentas de diagnóstico da susceptibilidade à degradação ambiental, pois os resultados norteiam o manejo e a implementação de medidas mitigadoras para a conservação dos recursos naturais. O trabalho objetivou a realização do estudo morfométrico do Ribeirão das Agulhas, Botucatu - SP, visando a conservação dos recursos naturais, através de geotecnologias, visando futuras contribuições no processo de gestão ambiental e na tomada de decisões por parte dos Administradores Públicos. A microbacia apresenta uma área de 1445ha e está localizada entre os paralelos 22° 47' 05" a 22° 51' 55" de latitude S e 48° 28' 10" a 48° 30' 04" de longitude W Gr. A base cartográfica utilizada foi a carta planialtimétrica de Botucatu (SP), em escala 1:50.000, na determinação da hidrografia para cálculo dos índices morfométricos. Os resultados mostram que os baixos valores da Dd, associados à presença de rochas permeáveis, facilitam a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e da degradação ambiental, bem como o baixo valor do Ff amparado pelo Kc indica que a microbacia tende a ser mais alongada com menor susceptibilidade à ocorrência de enchentes mais acentuadas.

Palavras chaves: geoprocessamento, hidrografia, parâmetros.

ABSTRACT

The morphometry of the watershed and the characterization of the riparian zone are important tools for the diagnosis of susceptibility to environmental degradation, as the results guide the management and implementation of mitigation measures for the conservation of natural resources. The study aimed morphometric study of Stream Agulhas, Botucatu - SP, aiming at the conservation of natural resources through geotechnology, aiming future contributions in the environmental management process and in decision-making by the Public Administrators. The watershed covers an area of 1445ha and is located between the parallels 22° 47' 05" to 22° 51' 55" S latitude and 48° 28' 10" to 48° 30' 04" W longitude Gr. The base map used was planialtimetric chart of Botucatu (SP), in 1:50000, in determining the hydrograph for calculation of morphometric indices the results show that low Dd values associated with the presence of permeable rocks, facilitate water infiltration into the soil, reducing runoff and the risk of erosion and environmental degradation as well as the low value of Ff supported by Kc indicates that the watershed tends to be more elongated with less susceptibility to floods more pronounced.

Key words: GIS, hydrography, parameters.

INTRODUÇÃO

O estudo morfométrico das microbacias auxilia na compreensão do comportamento do escoamento superficial das águas e sua contribuição para a manutenção da bacia principal, favorecendo o planejamento de manejo e elaboração de projetos que impactam diretamente na mesma.

O conhecimento das características físicas das microbacias é importante para entender seu ciclo hidrológico, que influencia diretamente nos aspectos relacionados com a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial (Rodrigues et al., 2008), bem como a formulação de medidas de manejo do deflúvio para controle de desastres naturais, favorecidos ou não pela intervenção antrópica.

A morfometria é uma ferramenta fundamental no diagnóstico de susceptibilidade a degradação ambiental, delimitação da zona ripária, planejamento e manejo de microbacias (Moreira e Rodrigues, 2010), pois a sua caracterização permite descrever a formação geomorfológica da paisagem em sua variação topográfica, bem como possui um papel significativo no condicionamento de respostas ligadas à erosão hídrica, gerado após eventos pluviométricos relevantes.

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP), visando o conhecimento, aprendizado e compreensão dessas características.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do Ribeirão das Agulhas, situada em Botucatu (SP) com uma área de 3796,6 a e definida geograficamente pelas coordenadas: 22° 44' 30" a 22° 49' 16" de latitude S e 48° 17' 31" a 48° 21' 45" de longitude WGr.

A microbacia do ribeirão das Agulhas, situada no município de Botucatu, possui uma área de 1445ha. Sua situação geográfica é definida pelas coordenadas: Latitude 22° 47' 05" a 22° 51' 55" S e Longitudes 48° 28' 10" a 48° 30' 04" WGr.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa - Clima Mesotérmico de Inverno Seco - em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C.

Na caracterização morfométrica da área foi utilizada a carta planialtimétrica do IBGE (1973), em escala 1:50.000, folha Botucatu, com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem e da planialtimetria.

A análise de variáveis dimensionais da microbacia realizada através do software Idrisi Selva foram: Área (**A**): linha do divisor de água que delimita a microbacia, (Horton, 1945); Perímetro (**P**): linha do divisor topográfico que circunda a microbacia (Smith, 1950) e Comprimento Total da Rede (**Cr**): comprimento do conjunto de todos os segmentos de rios que formam a rede de drenagem da microbacia hidrográfica (Horton, 1945).

As variáveis do padrão de relevo estudadas foram a declividade média (**H**) foi calculada pela expressão $H = 100 \text{ DL/A}$, onde: **H**=Declividade média da bacia em %, **D**=Eqüidistância vertical das curvas de nível em km, **L**=Comprimento total das curvas de nível da bacia em km e **A**=Área total da bacia em km² (Horton, 1914).

A altitude média da microbacia (**Hm**) foi obtida através da média aritmética entre os valores de maior altitude (**AM**) e a menor altitude (**Am**) e a amplitude altimétrica (**H**) é a diferença entre a maior e a menor altitude da microbacia (Strahler, 1957).

O coeficiente de forma (**Cf**) foi determinado pela relação entre a área a figura geométrica e a microbacia, conforme Ler & Sales, citado por Souza (1977).

O coeficiente de rugosidade (RF) foi calculado através da fórmula: $RF=Dd.D$, onde Dd é a densidade de drenagem e D a declividade média em porcentagem (Rocha, 1991); a Razão de Relevo (**Rr**): é a relação entre a amplitude altimétrica e o maior comprimento da microbacia (Schumm,1956); a Razão de Relevo Relativo (**Rrl**): é a relação entre a amplitude altimétrica e o perímetro da microbacia; Índice de Rugosidade (**HD**): é obtido pelo produto da expressão amplitude altimétrica (H) x densidade de drenagem (Dd) (Strahler, 1958) e o índice de circularidade é determinado pela relação entre a área da bacia (A) e a área do círculo de perímetro igual ao da bacia (Ac).

A Densidade de drenagem (**Dd**) é uma das variáveis relativa à característica do padrão de drenagem, pois relaciona o comprimento total da rede drenagem da microbacia (Cr) em função da área (A).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos para a microbacia do Ribeirão das Agulhas (Tabela 1) mostra que a área é de 14,45ha, o perímetro de 25,65km e o fluxo de água se dá na direção N-S com um comprimento de 22,54km e da rede de drenagem de 36,97km, pois esta se apresenta com poucos canais de drenagem.

A forma é um parâmetro importante na determinação do tempo de concentração, pois determina o tempo necessário para que toda a microbacia contribua na saída da água após uma precipitação, uma vez que quanto maior o tempo de concentração menor será a vazão máxima de enchentes. O baixo valor do fator de forma (0,25) indica que a microbacia tem o formato mais ovalado.

O coeficiente de compactidade maior do que 1 (1,89) e o fator de forma baixo (0,25) permitiram afirmar que a microbacia, em condições normais de precipitação, é pouco susceptível a enchentes. Portanto, os resultados mostram que a microbacia não possui formato circular, tendendo para a forma alongada, elíptica e apresenta menor risco de enchentes sazonais, bem como o valor do índice de circularidade de 0,28 permitiu confirmar também que a microbacia não possui forma próxima à circular, isto é, apresenta forma alongada.

Os baixos valores de Dd e da razão de relevo, provavelmente, estão associados à presença de rochas permeáveis, pois facilita a infiltração da água no solo diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e degradação ambiental, pois quanto maiores esses valores mais intenso é o processo de erosividade do solo (Rodrigues et al., 2008).

A densidade de drenagem de 2,56km/km², segundo Christofolletti (1969) é baixa, pois o valor é menor que 7,5km/km², enquanto que para Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5km/km², em microbacias com drenagem pobre, 3,5km/km² ou mais, em microbacias excepcionalmente bem drenadas, indicando que a microbacia apresenta baixa drenagem, indicando que estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação.

Tabela 1. Características morfométricas da microbacia Ribeirão das Agulhas, Botucatu-SP.

Características físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros dimensionais da microbacia		
Área (A)	Km ²	14,45
Perímetro (P)	Km	25,65
Comprimento do Rio Principal (C)	Km	22,54
Comprimento da rede de drenagem total (Cr)	Km	36,97
Comprimento axial	Km	18,91
Comprimento das curvas de nível (Cn)	Km	251,25
Características do relevo		
Coeficiente de compacidade (Kc)	---	1,89
Fator forma (Ff)	---	0,25
Índice de circularidade (Ic)	---	0,28
Declividade média (D)	%	34,78
Altitude média (Hm)	m	670
Maior altitude (MA)	m	860
Menor altitude (mA)	m	480
Amplitude altimétrica (H)	m	380
Coeficiente de Rugosidade (CR)	---	0,89
Padrões de drenagem da microbacia		
Ordem da microbacia (W)	---	2 ^a
Densidade de drenagem (Dd)	(km/km ²)	2,56
Coeficiente de Manutenção (Cm)	(m/m ²)	1,66
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	m	195,31
Gradiente de Canais (Gc)	%	45,47
Índice de Sinuosidade (Is)	-	1,19
Frequencia de Rios (Fr)	-	0,76
Razão de Relevo	Km/km	38,45
Coeficiente de Manutenção	Km/Km ²	390,63

A sinuosidade (1,19) é um dos fatores controladores da velocidade de escoamento do canal, pois quanto mais próximo da unidade, demonstra que o rio segue exatamente a linha do talvegue, ou seja, apresenta-se com baixo grau de sinuosidade.

O valor da extensão do percurso superficial e do coeficiente de manutenção confirma a presença de solos permeáveis na microbacia.

A declividade média na microbacia, da ordem de 34,78 permitiu classificá-la (Chiarini e Donzeli, 1973) como relevo Montanhoso, sendo impróprio para o cultivo de culturas anuais e indicado para a o uso de pastagens em eventual rotação com culturas anuais, podendo ser também exploradas com culturas permanentes que protegem o solo (café, laranja, cana-de-açúcar, leguminosas como forma de adubação verde, etc.), pois são terras sujeitas à erosão e a prática da conservação do solo é imprescindível (Lepsch et al., 2001).

O coeficiente de rugosidade (0,89) é utilizado para diagnosticar as probabilidades de vir a ocorrer erosões, permitiu classificar a microbacia para vocação com uso por agricultura (**Classe A**), segundo Rocha (1991), uma vez que os altos valores do coeficiente de rugosidade mostram que estas têm maiores

chances de sofrer os efeitos da erosão, necessitando de medidas para prevenção e maior taxa de áreas cobertas pela vegetação.

CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que a microbacia apresenta altos riscos de susceptibilidade à erosão e degradação ambiental, sendo fundamental a manutenção da cobertura vegetal e as zonas ripárias para conservação dos serviços ambientais. O fator de forma e a densidade de drenagem, classificado como baixo, permitindo inferir que o substrato tem permeabilidade alta com maior infiltração e menor escoamento da água. O Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva foi uma excelente ferramenta para a viabilização do monitoramento e gestão dos recursos hídricos da microbacia. O coeficiente de rugosidade permitiu classificá-la para vocação com uso por Agricultura (**Classe A**), pois altos valores mostram que estas têm maiores chances de sofrer os efeitos da erosão, necessitando de medidas para prevenção e proteção com cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. Bol.Tec.Inst.Agron., Campinas, n.3, p.1-29, 1973.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícia Geomorfologia, Campinas, 9(18):35-64, 1969.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bull. Geol. Soc. Am., Colorado, v.56, n.3, p.275-370, 1945.
- LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, Soc.Bras.Cien.do Solo, 2001.175p.
- MOREIRA, L., RODRIGUES, V.A. Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia – Botucatu (SP). .Eletr.Eng.Florestal. Garça, v.16, n.1, p.9-21, 2010.
- ROCHA, J. S. M. da. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Santa Maria: Edições UFSM, 1991. 181 p.
- RODRIGUES, F.M.; PISSARRA, T.C.T.; CAMPOS, Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga. Irriga, Botucatu, v. 13, n.3, p. 310-322, 2008.
- SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in bedlands at Perth Amboy. New Jersey. Bull. Geol. Soc. Am., Colorado, v.67, p.597-646, 1956.
- SMITH, K.G. Standards for grading texture of erosional topography. American Journal of Science, New Haven, v.248, p.655-668, 1950.
- STRALHER, A. N.. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Un., New Haven, v.38, p.913-20, 1957.
- STRALHER, A. N.. Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms. Bull. Geol. Soc. Am., Colorado, v.69, p.279-300, 1958.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

4.7 MORFOMETRIA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BARREIRO

Samara da Silva Nascimento¹, Valdemir Antonio Rodrigues²,

¹ Mestranda em Ciência Florestal na Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -, samaradasilva56@gmail.com

² Professor Adjunto na Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – valdemirrodriques@fca.unesp.br.

RESUMO

As bacias hidrográficas constituem o centro do planejamento e da gestão dos recursos hídricos. Portanto, a morfometria é uma metodologia viável na investigação da suscetibilidade de uma determinada região hidrográfica. Este trabalho buscou investigar as variáveis morfométricas: área, perímetro, declividade média, densidade de drenagem, amplitude altimétrica, fator de forma, frequência de rios, ordem, razão de textura e razão de bifurcação da microbacia do Córrego do Barreiro, localizado no município de Mirassol, estado de São Paulo. A delimitação da microbacia foi realizada por meio do divisor topográfico, utilizando a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em escala 1:50.000. O Córrego do Barreiro possui uma área de 5,6 Km² e apresenta terceira ordem de grandeza na hierarquia fluvial de Strahler. O fator de forma da microbacia indicou um formato oblongo (oval), com baixa tendência a enchentes, o que diminui os riscos de assoreamento e erosões.

Palavras-chave: Água. Recurso Natural. Conservação

ABSTRACT

The watersheds are at the center of the planning and management of water resources. Therefore, the morphometry is a viable methodology in the investigation of the susceptibility of a given region catchment area. This study aimed to investigate the morphometric variables: area, perimeter, average slope, density of drainage, altimetric range, form factor, frequency of rivers, order, reason of texture and reason of bifurcation of the microbasin of the stream of the Barreiro, located in the municipality of Mirassol, state of São Paulo. The delimitation of the microbasin was performed by means of the topographic divider, using the cartographic base of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) on a scale of 1:50,000. The Barreiro stream has a area of 5.6 Km² and have a third order of magnitude in the Strahler river hierarchy. The form factor of the microbasin indicated an oblong (oval) form with low tendency to flood, reducing the risks of silting and erosion.

Keywords: Water. Natural Resource. Conservation

INTRODUÇÃO

É fato indiscutível que a água é o elemento que determina a sustentação da vida, além de garantir o desenvolvimento cultural e econômico da sociedade humana. E por apresentar usos diversos, sua demanda gera muitos conflitos. (RODRIGUES, D.B.B.; MENDIONDO, E.M., 2013).

Nesse contexto, as bacias hidrográficas são o palco do planejamento e gestão dos recursos hídricos, como se pode verificar na Lei da Política Agrícola (BRASIL, 1991), que no artigo 20 estabelece “As bacias hidrográficas constituem-se unidades básicas de planejamento do uso, da conservação e da recuperação dos recursos naturais”.

Santana (2003) define bacia hidrográfica como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes e delimitadas por divisores de águas. Contudo, muito além do contexto hidrológico, a importância da microbacia se estende ao âmbito ecológico, econômico e social, e por esse motivo o diagnóstico ambiental e morfométrico são essenciais para nortear a conservação dos recursos naturais, gerando desenvolvimento econômico e social (RODRIGUES et al, 2003).

Um dos mais comuns procedimentos realizados em análises hidrológicas e/ou ambientais é a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica, visando compreender a dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al, 2007).

Destarte, diante da elevada ameaça aos recursos hídricos, buscou-se com esse trabalho determinar as variáveis morfométricas da microbacia do Córrego do Barreiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área

A microbacia hidrográfica do Córrego do Barreiro que está inserida no território do Município de Mirassol (20° 49' 02" de latitude Sul e 49° 31' 15" de Longitude a Oeste de Greenwich), pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Turvo/Grande (UGRHI – 15), que se localiza na região noroeste do estado de São Paulo e abrange em seu território 66 municípios, posicionados sobre três aquíferos: Serra Geral, Guarani e Bauru, e possui uma área de drenagem de 15.925 Km².

Contudo, o município de Mirassol, com sede na UGRHI – TG, com uma área correspondente a 45,20%, também tem parte de seu território na UGRHI São José dos Dourados (18) e na UGRHI Tietê/Batalha (16), que em conjunto somam 54,80%. (CBH – TG, 2015).

Análise morfométrica da Microbacia hidrográfica

A delimitação da microbacia foi realizada por meio do divisor topográfico, utilizando a base cartográfica do IBGE em escala 1:50.000. A Área (A) foi medida com um planímetro digital e o Perímetro (P) foi medido com um curvímetro digital.

A Declividade média (D%) é a somatória do comprimento das cotas ($\sum C_n$) em quilômetro (Km) pela equidistância entre as cotas (ΔH) em Km, pela área (A) em Km², calculada através da equação: $D\% = (\sum C_n \times \Delta H) / A$. (Wisler & Brater, 1964 citado por LIMA, 1986).

A Densidade de drenagem (Dd) é definida como a razão entre o comprimento total dos canais de drenagem (Lt) e a Área (A). Horton (1945) a definiu pela seguinte equação: $Dd = Cr/A$ (Km/Km²).

A Amplitude altimétrica (H) é calculada por: $H = CM - Cm$ (m), sendo CM a maior cota à montante e Cm a menor cota à jusante da microbacia.

Para o Fator de forma (Ff) da microbacia foi utilizada a equação $Ff = A/L^2$, sendo (A) área e (L) comprimento da microbacia. (HORTON, 1945).

A Frequência de rios (Fr) foi calculada pela equação: $Fr = (Nw1) / (A)$ Km², onde Nw1 corresponde ao número total de rios de 1ª ordem.

De acordo com Strahler (1957), a Ordem (W) é uma classificação da rede de drenagem com a identificação e quantificação de todos os canais.

A Razão de textura (T) foi definida pelo número de canais de 1ª ordem (Nw1) pelo Perímetro (P). (FRANÇA, 1960).

A Razão de bifurcação (Rb) corresponde à média aritmética da relação entre o número de segmentos de rios de uma dada ordem e o da ordem mais elevada.

Pode ser obtida pela seguinte fórmula: $Rb = (Nw1/Nw2 + Nw2/Nw3 + Nw3/Nw4) / 3$, sendo Nw1 = nº de canais de 1ª ordem, Nw2 de 2ª ordem, Nw3 de 3ª ordem e Nw4 de 4ª ordem. (HORTON, 1945).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Área da microbacia do Córrego do Barreiro possui 5,6 Km², com um Perímetro de 8,3 Km.

A declividade média é um dos fatores que regula o tempo de duração e velocidade do escoamento superficial e o tempo de concentração da água das chuvas no canal principal. (RODRIGUES, V.A., 2014). A Declividade média de 8,87% indica um relevo ondulado, isto é, uma superfície de topografia pouco movimentada, que apresenta um conjunto de colinas e/ou outeiros (EMPRAPA, 1979), sendo a Amplitude altimétrica de 80 m.

A Densidade de drenagem é uma das variáveis morfométricas mais importantes, uma vez que esse parâmetro indica a quantidade de canais disponíveis para o escoamento, assim, quanto mais canais existirem, mais rápido a água precipitada atinge a foz. De acordo com a classificação de Strahler (1957) a Densidade de drenagem (1,04 Km/Km²) foi baixa. O Córrego do Barreiro é uma microbacia de 3ª ordem.

O Fator de forma da microbacia (0,39) indica um formato oblongo com baixa tendência a enchentes (VILLELA, S.M.; MATTOS, A., 1975). Esse formato diminui os riscos de assoreamento e erosões.

O Córrego do Barreiro apresenta uma Frequência de rios de 1,61 canais de 1ª ordem de área da microbacia. A Razão de bifurcação encontrada é de 5,5 canais de ordem inferior para cada canal de ordem superior.

A Razão de textura de 1,08 indica uma textura topográfica grosseira (menor do que 4,0). (SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B., 2007).

Quadro 1. Resultados da morfometria da microbacia do Córrego do Barreiro

A (Km ²)	P (Km)	D (%)	Dd (Km/Km ²)	H (m)	Ff	F	W	T	Rb
5,6	8,3	8,87	1,04	80	0,39	1,61	3ª	1,08	5,5

A = Área; P = Perímetro; D = Declividade média; Dd = Densidade de drenagem; H = Amplitude altimétrica; Ff = Fator de forma; F = Frequência de rios; W = Ordem; T = Razão de Textura; Rb = Razão de bifurcação.

CONCLUSÕES

A análise morfométrica da microbacia hidrográfica auxiliou na compreensão da caracterização ambiental da região indicando um cenário com baixa suscetibilidade a degradação.

O Fator de forma indica uma área com pequeno risco de inundações e a baixa Densidade de drenagem que o substrato é bastante permeável.

A Declividade média revela um relevo ondulado, demonstrando um ambiente com baixa vulnerabilidade à erosão.

Assim, o uso e a ocupação do solo adequado, aliado aos critérios geomorfológicos da região, contribuem para a conservação da microbacia hidrográfica do Córrego do Barreiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei Federal nº 8.171. Dispõe sobre a política agrícola. Brasília: Diário Oficial da União de 18 de janeiro de 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1)

FRANÇA, G.V.A. Classificação das terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solos. In: **Congresso Nacional de Conservação de Solos**, 1, Campinas, 1960. p. 399 – 408.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins;/ hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bull Geol. Soc. Am.**, Colorado, v.56, n.3, 1945, p. 275 – 370.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, 1986. 241 p.

RODRIGUES, D.B.B.; MENDIONDO, E.M. Bacias hidrográficas: caracterização e manejo sustentável. In: CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F. (Coord.). **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 47 – 74.

RODRIGUES, V.A. **Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas**. 2014. 125 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

RODRIGUES, V.A.; RUA, D.R.; ESCAQUETE, D.; PIERONE, G.B. Mata ciliar e topo sequência na microbacia. In: RODRIGUES, V.A.; RUA, D.R. (Coord.). **Workshop em manejo de bacias hidrográficas**. Botucatu: Unesp – FCA – DRN, 2003. p. 3 – 16.

SANTANA, D.P. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

SÃO PAULO. Comitê da bacia hidrográfica Turvo/Grande. Relatório de situação dos recursos hídricos UGRHI 15 – Turvo/Grande, 2015.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. Bacia hidrográfica como objeto de investigação técnico – científica e como unidade de gestão ambiental. In: **Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2007.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans Amer. Geophys. Union**, 38, p. 913-920.

TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, Araraquara, v. 11 n. 1, p. 137 – 156, 2007.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

4.8 GESTÃO MUNICIPAL PARA MELHORIA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS – ESTUDO DE CASO DO CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO RIBEIRÃO LAJEADO - PENÁPOLIS SP

Silvia Mayumi Shinkai de Oliveira, Administradora Pública, Mestranda da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP – Programa de Mestrado Profissional ProfÁgua de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, e-mail custos@daep.com.br
Dr. Milton Dalláglio Sobrinho, Engenheiro Civil, Docente da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP – Programa de Mestrado Profissional ProfÁgua de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, e-mail milton@dec.feis.unesp.br

RESUMO

Na conjuntura atual em que diversos municípios brasileiros estão enfrentando a crise hídrica, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o modelo de consórcio público intermunicipal como uma alternativa de gestão para a preservação do meio ambiente, em especial a água, analisando sua atuação quanto ao aumento gradativo da vazão e qualidade dos recursos hídricos. O presente trabalho foca a atuação do Consórcio Intermunicipal Ribeirão Lajeado (CIRL), situado nos municípios de Alto Alegre, Barbosa e Penápolis e abrange 100% da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lajeado, sendo analisado o modelo de gestão a fim de concluir se houve ou não melhorias tanto na gestão quanto na qualidade e quantidade das águas desta bacia hidrográfica.

Palavras-chaves: bacia hidrográfica. recursos hídricos. manejo de solo. mata ciliar

ABSTRACT

In the current conjuncture in which several Brazilian municipalities are facing the water crisis, the present work has the objective of analyzing the intermunicipal public consortium model as an alternative management for the preservation of the environment, especially water, analyzing its feasibility for Contribute to the natural and gradual increase in the flow and quality of water resources. The present work focuses on the case study of the Ribeirão Lajeado Intermunicipal Consortium (CIRL), located in the municipalities of Alto Alegre, Barbosa and Penápolis, and covers 100% of the River Basin of Ribeirão Lajeado. Information on this management model is presented in order to analyze Whether or not there have been improvements both in management and in the quality and quantity of waters in this hydrographic basin.

KEYWORDS: hydrographic basin. water resources. soil management. riparian forest

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o objetivo de averiguar se o modelo de gerenciamento por meio de consórcio público formado por uma micro bacia hidrográfica apresenta resultado relevante na preservação dos recursos hídricos. Será estudado a forma de atuação do modelo adotado nos municípios de Penápolis, Barbosa e Alto Alegre que formaram um consórcio público intermunicipal denominado Consórcio Intermunicipal Ribeirão Lajeado. A efetiva formação do CIRL foi feita após a constatação da situação de degradação da bacia hidrográfica, conforme diagnóstico realizado em 1991 pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas (1991). Naquela época, foi verificado a necessidade de efetivar os trabalhos de recuperação e preservação da bacia hidrográfica, por meio da recomposição da mata ciliar, manejo do solo, conservação das estradas rurais e conscientização ambiental, conforme IPT (1991).

Destaca-se a importância do Ribeirão Lajeado por ser o único manancial de abastecimento público do município de Penápolis (SP), que possui uma população estimada pelo IBGE (2017) de 62.409 habitantes e também para as atividades agropecuárias da microrregião.

Historicamente, a organização da política pública de recursos hídricos considera a gestão por bacias hidrográficas a fim de solucionar conflitos de usos múltiplos da água, controle de usos e o desenvolvimento da agricultura e indústria. A legislação atual que rege a política de recursos hídricos é a Lei 9.433/1997 que definiu a gestão por bacias hidrográficas em todo o território nacional.

No Brasil, o reconhecimento da crescente complexidade dos problemas relacionados ao uso da água levou ao estabelecimento, em 1976, de acordo entre o Ministério das Minas e Energia e o governo do Estado de São Paulo para a melhoria das condições sanitárias das bacias do Alto Tietê e Cubatão. O êxito dessa experiência fez que, em seguida, fosse constituída, em 1978, a figura do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), e a subsequente criação de comitês executivos em diversas bacias hidrográficas, como no Paraíba do Sul, no São Francisco e no Ribeira de Iguape. Esses comitês tinham apenas atribuições consultivas, nada obrigando a implantação de suas decisões, e dele participavam apenas órgãos do governo. Mesmo assim, constituíram-se em experiências importantes e foram importantes embriões para a evolução futura da gestão por bacia hidrográfica (Porto, 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho tem como estudo de caso o Consórcio Intermunicipal Ribeirão Lajeado que foi concebido após a percepção de que nas últimas três décadas, anteriores a 1990, as áreas de matas naturais da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado foram reduzidas em mais de 90%, cedendo lugar à agricultura (cana-de-açúcar) e pecuária. Estudos realizados em 1991 apontaram que o desmatamento generalizado, a destruição da mata ciliar e o uso inadequado do solo apresentavam erosão contínua das terras em toda a bacia hidrográfica. As principais consequências do processo de erosão e assoreamento na bacia do Ribeirão Lajeado eram a redução da quantidade e da qualidade da água, sendo que o Ribeirão é o único meio de abastecimento hídrico da cidade de Penápolis.

A partir dos dados de degradação na região e a preocupação quanto ao abastecimento de água chegou-se a uma conclusão de que ações integradas entre os municípios por onde o rio passa seriam necessárias para combater os problemas levantados já que os mesmos são responsáveis pela política pública de recursos hídricos. A integração foi formalizada por meio da criação de um consórcio intermunicipal. O Consórcio foi criado para recuperação e preservação da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, por meio do desenvolvimento de trabalhos de recomposição da mata ciliar, manejo do solo (terraceamento e curvas de nível), conservação das estradas rurais e conscientização ambiental, tendo em vista a importância do recurso hídrico para a comunidade local.

Esta primeira etapa de conscientização e levantamento de diagnóstico da bacia serviram para elaboração da 2ª etapa do trabalho. A segunda etapa teve início em julho de 1993 com o desenvolvimento do Programa de Manejo Conservacionista de Solo. Este programa realiza trabalhos de terraceamento em curvas de níveis, bacias coletoras de águas pluviais, reflorestamento da mata ciliar e conservação de estradas nas propriedades que se encontram na bacia, dando prioridade e levando em consideração o assoreamento, tipo de solo, erosão e outros.

PRIORIDADE 1: Sub-bacia médio, microbacia Penápolis;
PRIORIDADE 2: Sub-bacia cabeceiras, microbacia Santana, Saltinho do Lajeado e Arapongas;
PRIORIDADE 3: Sub-bacia alto, microbacia do Córrego Grande;
PRIORIDADE 4: Sub-bacia baixo, microbacia Fazenda do Odilon.

Os trabalhos têm como público alvo, as propriedades rurais localizadas na Bacia do Ribeirão Lajeado, sendo as áreas de cabeceiras e nascentes as prioritárias. Para a participação no programa, é levada em consideração a localização da propriedade rural dentro da Bacia do Lajeado.

Para a manutenção desses trabalhos, o Consórcio conta com repasses anuais de seus membros integrantes que garantem a continuidade dos trabalhos, contando também com os subsídios de horas máquinas.

O projeto técnico do Consórcio Intermunicipal tem o acompanhamento de um engenheiro agrônomo. A recomposição da mata ciliar tem como parceiro a Polícia Ambiental que faz a fiscalização do plantio cujas mudas são doadas pelo SOS Mata Atlântica que fazem o acompanhamento técnico do plantio.

O reflorestamento segue critérios técnicos pré-estabelecidos, onde são seguidos os seguintes procedimentos: abertura de covas, combate à formiga, alinhamento das covas, coroamento, coveamento, adubação, plantio de mudas, e manutenção do reflorestamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho realizado desde 1993 pelo CIRL resultou no plantio de 377.217 mudas de árvores nativas até dezembro de 2016, sendo atendidos 581 proprietários rurais e executadas 35.804 horas-máquinas no manejo do solo. Estes resultados quantitativos refletem na melhoria da qualidade da água do Ribeirão Lajeado que, ao longo destes anos, mesmo em períodos de estiagem, não registrou problemas de pouca vazão para suprir a demanda de abastecimento público e outros usos do referido rio. E, em períodos chuvosos, o trabalho conservacionista do solo (curvas de nível e bacias coletoras de água pluvial impedem o deslocamento da camada superficial do solo em áreas de declive, evitando, assim, a degradação do solo e o assoreamento do corpo hídrico).

Segundo Matos (2013), o modelo de gestão de consórcios intermunicipais de bacias hidrográficas são um novo modelo de gestão com ampliação da oferta de serviços, flexibilização da contratação de pessoal, cooperação técnica e realização conjunta de obras, sendo uma estrutura capaz de demandar com mais eficiência os recursos.

Desta forma, é inquestionável que o modelo de gestão de consórcio público é uma forma eficiente para efetiva implementação de políticas públicas de recursos hídricos

CONCLUSÕES

Nota-se que uma visão sistêmica, voltada para o futuro, que conhecer o passado faz-se necessária para a solução de problemas muito comuns à sociedade moderna. O planejamento a longo prazo e o acompanhamento contínuo dos trabalhos trazem resultados surpreendentes, que podem ser reproduzidos em todas as esferas, especialmente nesse caso, por tratar-se da preservação de um bem tão primordial e valioso: a água. A gestão dos recursos hídricos por meio da criação de um consórcio intermunicipal traz evidencia de ser eficiente e produtivo com uma

gestão de modelo de referência em que a delimitação territorial das áreas dos três municípios não é fator impeditivo para a prática de ações em benefício ao meio ambiente. Desta forma, é um projeto que pode ser reaplicado em outras regiões do Brasil e que usa tecnologias de conhecimento acessível a todos os profissionais da área ambiental.

Seguem fotos do trabalho desenvolvido no projeto desenvolvido pelo Consórcio Intermunicipal Ribeirão Lajeado.



Foto 1 – Curvas de nível



Foto 2 – Plantio de mudas nativas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas de população para 1º de julho de 2016** disponível em

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm> Acesso em 1 de maio de 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Assessoria Técnica a elaboração de estudos visando ao controle da erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, Penápolis/SP**. Relatório 31014. Vol. I. 82p. 1993.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Subsídios para a proteção ao manancial de abastecimento da cidade de Penápolis**. Relatório Técnico 35.550. 67p. 1991.

Matos, F. **Consórcios intermunicipais de bacias hidrográficas no Brasil: uma visão geral do grau de participação dos municípios, fatores dificultares e facilitadores para a sua consolidação** in Observatório de la Economía Latinoamericana, Número 187, 2013. Texto completo em <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/13/recursos-hidricos.html>> Acesso em 1 de maio de 2017.

PORTO, Monica F.A., PORTO Rubem La Laina, **Gestão de bacias hidrográficas**, Revista Estudos Avançados, vol.22. nº 63, São Paulo, 2008.

SILVA, E. R. A. da. **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF: uma avaliação das ações realizadas no período 1995/1998**. Brasília: 1999, 48 p. (texto para discussão, n. 664).

4.9 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO CÓRREGO DO RUMO E CÓRREGO DO COCO, REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Frederico I Siansi¹, José Marques J², Teresa C.T. Pissarra³, Rafael Parras⁴, Luis G P Libardi⁵

*¹ Engº Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Dept Ciência do Solo e Adubo, FCAV/UNESP
Jaboticabal – SP, siansi.frederico@gmail.com*

*² Engº Agrônomo, Prof. Livre Docente, Depto. de Ciência do Solo e Adubo, FCAV/UNESP Jaboticabal
- SP.*

³ Engº Agrônoma, Prof. Dra, Dept de Engenharia Rural, FCAV/UNESP Jaboticabal - SP.

^{4,5} Engº Agrônomo, Mestrando, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP.

RESUMO

O conhecimento da relação solo-superfície é de extrema importância para o planejamento integrado dos recursos de manejos naturais. Estratégias podem ser direcionadas em vista a conservação, uso do solo, e ambiente com o esclarecimento da relação solo-superfície em decorrência dos processos erosivos sobre estruturas e litologias variadas. Com este propósito, buscou-se neste trabalho avaliar as análises morfométricas das microbacias hidrográficas do córrego do Rumo e Coco. O estudo foi baseado em fotografias aéreas, pancromáticas, verticais na escala 1:35.000, tendo-se as microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude como unidade fisiográfica do estudo, neste município de Jaboticabal, SP. Com técnicas de fotointerpretação, foram traçadas a rede de drenagem e respectivas microbacias hidrográficas, onde as variáveis observadas foram determinadas. As diferenciações entre as microbacias repercutem em unidades de solo, declividade, amplitude altimétrica, e usos do solo, e auxiliam nas tomadas de decisões no planejamento agroambiental das microbacias.

Palavras-chave: geomorfologia, sensoriamento remoto, fotointerpretação

ABSTRACT

The knowledge of soil landscape relationships is extremely important to the integrated planning of natural resource management. The adopted strategies can lead not only the soil conservation, its use and environment, but also bring on the rise an answer to clarify the soil landscape relationship because of erosion process on structures and lithologies. On this way, the aim of this study was to evaluate the morphometric characteristics of the Córrego Rumo and Coco watershed. The study was based on area photographs, vertical aerial pictures, with scale of 1:35.000, and the hydrographic basin of 2th order of magnitude considered the fundamental physiographic united related to that micro-basins, addressed in the municipality of Jaboticabal (SP). Photointerpretation techniques were used to draw the drainage network and respective hydrographic basins, where selected variables were evaluated. The differentiation between soil units, declivity, altimetry, and the use of the soil show to help decisions on micro-basin environmental planning.

Keywords: geomorphology, remote sensing, photointerpretation

INTRODUÇÃO

Várias questões que envolvem a análise ambiental local e regional pode ser esclarecida com o entendimento das bacias hidrográficas. Mesmo que perturbadas por ações antrópicas, as bacias hidrográficas tendem a modificar o efeito desta modificação para buscar condições de estar em equilíbrio dinâmico. Ressalta-se o

conceito empregado pela Política Nacional de Recursos hídricos, Lei no 9433, de 8 de janeiro de 1997 que define bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão.

O termo microbacia é importante para entender a complexidade dos termos que envolvem bacias hidrográficas. Microbacias abrange a termos de medida hidrológica e ecológica. Para PISSARRA et al., 2010 as microbacias permitem esclarecer a relação entre as ações antrópicas e o ecossistema e permiti a elaboração de um cinerário de uso sustentável dos recursos naturais. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar a morfometria das bacias do córrego do rumo e coco com vista ao manejo sustentável da área.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a extensão territorial das microbacias Córrego do Rumo e Córrego do Coco e compreende a extensão territorial da bacia hidrográfica do Córrego Rico, localizada na porção centro-norte do Estado de São Paulo (Figura 1). Segundo a Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1974), está vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi-Guaçu, região administrativa de Ribeirão Preto, compreendendo os municípios de Jaboticabal, Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina e Guariba.

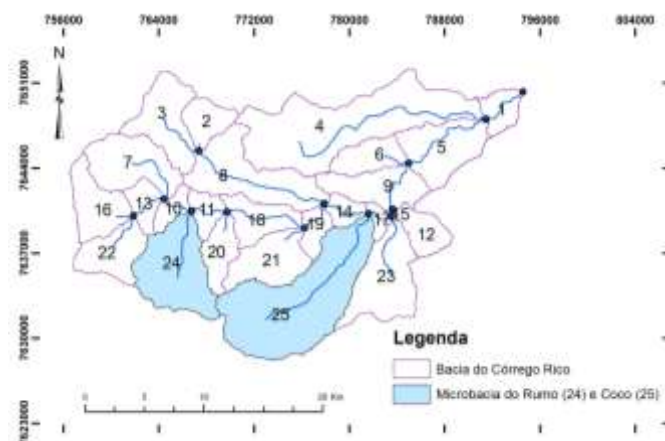


FIGURA 1. Mapa das delimitações das sub-bacias. Sub-bacias 24 e 25: microbacia do rumo e coco, respectivamente.

A posição geográfica é definida pelas coordenadas, latitudes 21o10'S e 21o28'S e longitude 48o10'WGr e 48o35'WGr, com extensão de aproximadamente 500km² entre altitudes de 510m e 740m, conforme as Cartas Topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, elaboradas em 1971 (Figura 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade agrícola é predominante nas microbacias (Tabela 1A), e entre os diferentes solos (Tabela 1C) percebe-se o predomínio da declividade entre 3 e 8% (Tabela 1B).

TABELA 1. Descrição das microbacias em relação ao manejo e uso do solo.

A) Uso de Solo	Microbacia do Rumo			Microbacia do Coco		
	Área (km ²)	Microbacia (%)	Córrego Rico (%)	Área (km ²)	Microbacia (%)	Córrego Rico (%)
Cana-de- açúcar*	270,44	2,33	0,48	559,36	4,82	0,99

Cana- de- acucar**	896,42	7,73	1,59	1534,54	13,23	2,72
Pastagem	376,40	3,24	0,67	945,01	8,15	1,68
Área Urbana	283,76	2,45	0,50	301,89	2,60	0,54
Solo exposto	648,56	5,59	1,15	1314,60	11,33	2,33
Eucalipto	170,23	1,47	0,30	340,39	2,93	0,60
Água	1,08	0,01	0,00	50,70	0,44	0,09
Floresta	294,17	2,54	0,52	625,63	5,39	1,11
Cana-de- açúcar***	989,62	8,53	1,76	1999,46	17,23	3,55
Máximo	989,62	8,53	1,76	1999,46	17,23	3,55
Mínimo	1,08	0,01	0,00	50,70	0,44	0,09
Média	436,74	3,76	0,78	852,40	7,35	1,51
Desv Padrão	334,98	2,89	0,59	646,96	5,58	1,15
B)	Microbacia do Rumo			Microbacia do Coco		
Uso de Solo	Área (km ²)	Microbacia (%)	Córrego Rico (%)	Área (km ²)	Microbacia (%)	Córrego Rico (%)
0 a 3%	759,40	19,319	1,34	1977,65	25,78	3,52
3 a 8%	2273,57	57,84	4,03	4700,89	61,27	8,34
8 a 15%	888,82	22,61	1,58	955,97	12,46	1,69
15 a 45%	8,88	0,23	0,016	37,34	0,49	0,06
Máximo	2273,57	57,84	4,04	4700,89	61,28	8,35
Mínimo	8,88	0,2260	0,01	37,33	0,49	0,06
Média	982,67	25,00	1,74	1917,89	25,00	3,42
Desv Padrão	943,98	24,01	1,68	2017,	26,29	3,58
C)	Microbacia do Rumo			Microbacia do Coco		
Solos	Área (km ²)	Microbacia (%)	Córrego Rico (%)	Área (km ²)	Microbacia (%)	Córrego Rico (%)
LV ¹ 45	1347,85	34,29	2,39	6002,41	78,24	10,66
LV ¹ PVA3	2582,82	65,71	4,59	-	-	-
LV ¹ 15	-	-	-	1669,15	21,76	2,96
Máximo	2582,82	65,71	4,59	6002,41	78,24	10,66
Mínimo	1347,86	34,29	2,39	1669,15	21,76	2,96
Média	1965,34	50,00	3,49	3835,78	50,00	6,81
Desv Padrão	873,25	22,216	1,55	3064,07	39,94	5,44
D)	Microbacia do Rumo			Microbacia do Coco		
Classes de altitude (m)	Microbacia (%)			Microbacia (%)		
581 - 602	9,50			4,62		
602 - 624	23,80			16,54		
624 - 645	41,00			42,87		
645 - 667	20,74			51,81		
667 - 688	5,28			48,19		

Cana em estágio inicial de desenvolvimento; **estágio *Cana em estágio inicial de desenvolvimento;
 estágio intermediário, *estágio final; ¹LV: latossolo vermelho

Mais que 74% da microbacia do coco está com declividade acima de 3%. Em estudo similar a presente área, PISSARRA et al., 2010 comenta que as microbacias do Rumo e do Coco, em virtude da declividade média, ocorre os escorregamentos translacionais, e tem capacidade de retrabalhar o fundo do vale.

As microbacias tem potencial a produção agrícola, visto a maioria destas áreas serem voltadas a cana-de-açúcar (FIGURA 2A). Também observa áreas urbanas aos redores das bacias d'água, o que interferei nas ações antrópicas de manejo e uso do solo.

As análises permitiram destacar a presença de 3 classes de latossolos (FIGURA 2D). Segundo MONTANARI et al., 2005 os latossolos, diferentes dos argissolos, são mais profundos, e interferem na relação de infiltração e permeabilidade, a qual influencia na espessura, textura e agregação da estrutura do solo.

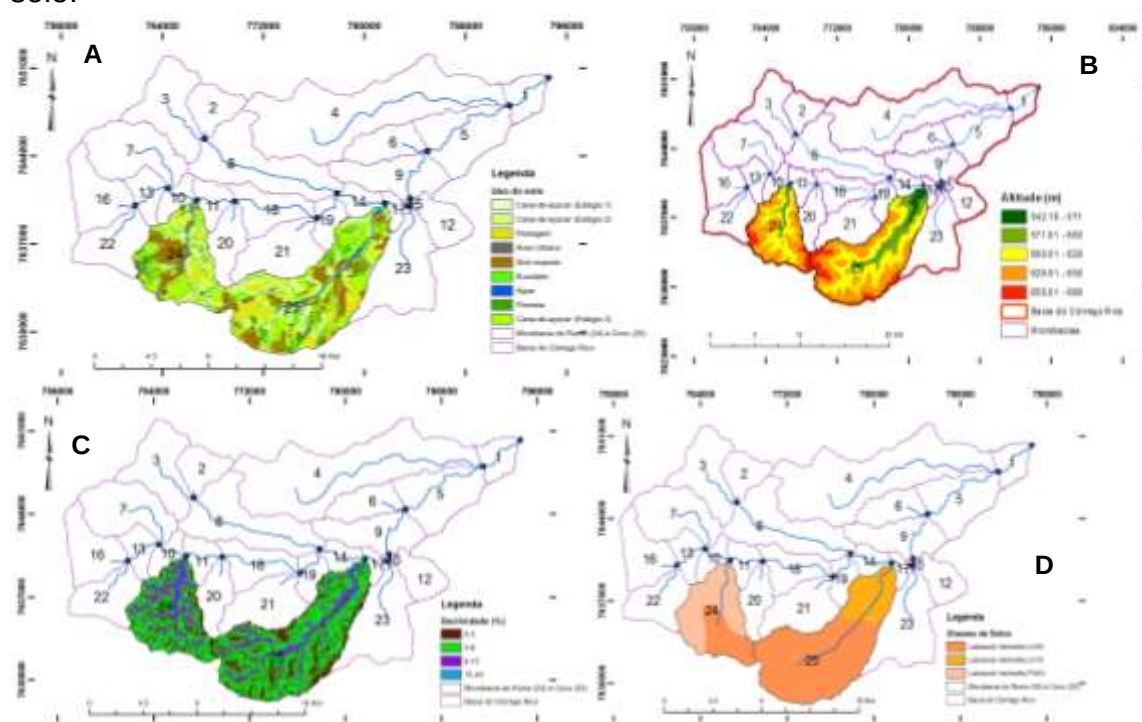


FIGURA 2. Mapas das sub-bacias analisadas no trabalho; A: Mapa de uso do solo; B: Mapa de altitudes; C: Mapa de declividade; D: Mapa de uso do solo.

Como é uma área que predomina setor agrícola, PISSARRA et al. 2010 observa que o planejamento ambiental das microbacias hidrográficas do Rumo e do Coco precisam melhorar em termos de qualidade de seus recursos hídricos para manter a conservação e uso do solo.

A maioria dos valores médios encontrados para estes solos das microbacias em análise podem estar relacionadas às influências sofridas durante a evolução do modelado, e semelhantes aos observados por PISSARRA et al., 2010, um comportamento hidrológico diferente entre as unidades de solos.

CONCLUSÃO

As análises morfométricas das microbacias de córrego do rumo e coco auxiliam nas tomadas de decisões para empregar sustentabilidade no cenário de produção agrícola e urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, p.69-77, 2005.

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; POLITANO, W.; GALBIATTI, J. A. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. Revista Árvore, v. 34, n. 4, p. 669-676, 2010.

SÃO PAULO, Instituto Geográfico e Geológico. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Campinas. Instituto Agrônômico de Campinas, 1974, (Coletânea de Cartas).

4.10 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS MICROBACIAS DO CÓRREGO DO FUNDO E DO CÓRREGO DO GORDURA PERTENCENTES À BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO, JABOTICABAL SP

Luis Guilherme Polizel Libardi¹, Teresa Cristina Tarlé Pissarra², Rogério Teixeira de Faria³, Renata Cristina Araújo Costa⁴, Frederico Luiz Siansi⁵

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP, lgplibardi@gmail.com

² Engenheira Agrônoma, Professora Doutora, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP, teresap@fcav.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP, rogeriofaria@fcav.unesp.br

⁴ Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia, Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP, renata.criscosta@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Departamento de Solos e Adubos, FCAV/UNESP Jaboticabal – SP, siansi.frederico@gmail.com

RESUMO

O conhecimento do ambiente físico é essencial para ações de manejo do uso e ocupação do solo, tanto no aspecto de produção agrícola, quanto na preservação ambiental. As bacias são extensões territoriais drenadas por um determinado curso d'água e limitadas pelos divisores de água. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar as características morfométricas das microbacias do Córrego do Fundo e do Córrego do Gordura, localizadas na bacia hidrográfica do Córrego Rico em Jaboticabal (SP). A partir do processamento de dados na extensão ArcSWAT do programa computacional de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) ArcMap foram geradas informações morfométricas das microbacias estudadas, demonstrando a predominância de declividades inferiores a 8%, presença de Latossolos de textura média a argilosa e uso do solo dominante com cultivo de cana-de-açúcar e solo nu.

PALAVRAS-CHAVE: ArcSWAT, declividade, solo, ocupação

ABSTRACT

Environmental knowledge is essential to management actions and land use for agricultural production and preservation. Basins are territorial extensions drained by rivers and limited by watersheds. Therefore, the study aimed to evaluate morphometric parameters of Córrego do Fundo and Córrego do Gordura micro basins belonging to Córrego Rico basin in Jaboticabal (SP), Brazil. Data processing by ArcSWAT extension of ArcMap computer program has revealed most of declivity under 8%, medium to clayey texture Latossols and sugarcane and barren soil land use predominance as results of morphometric parameters of study micro basins.

KEYWORDS: ArcSWAT, declivity, soil, land use

INTRODUÇÃO

Conhecer o ambiente físico é essencial no processo de ocupação e manejo das bacias hidrográficas, reconhecendo áreas de fragilidade natural e potencializadas pelo antropismo, sendo assim, as características morfométricas e físicas de uma unidade geoambiental permite o planejamento da ocupação do espaço de maneira mais sustentável (ALVES et al., 2014).

As bacias podem ser consideradas unidades físicas caracterizadas como uma terra drenada por um determinado curso d'água e limitada, periféricamente, pelo chamado divisor de águas (ATTANASIO, 2004). Segundo a lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). A microbacia pode ser definida como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, sem consenso de sua área máxima (máximo varia entre 10 a 20.000 ha), que compreende uma área de drenagem dos tributários do curso d'água principal (CECÍLIO E REIS 2006; TEODORO et al., 2007).

As características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre (PISSARRA et al., 2004). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as características morfométricas das microbacias do Córrego do Gordura e do Córrego do Fundo, pertencentes à bacia do Córrego Rico.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo fundamentou-se na avaliação das características morfométricas das microbacias do Córrego do Gordura (microbacia 12) e Córrego do Fundo (microbacia 23), pertencentes à bacia do Córrego Rico (Figura 1), localizada entre as coordenadas 21°10'S e 21°28'S e longitude 48°10'WGr e 48°35'WGr, com extensão de aproximadamente 56.313,7 ha entre altitudes de 497 m e 755 m. Segundo a Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1974), esta bacia está vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi-Guaçu, região administrativa de Ribeirão Preto, compreendendo os municípios de Jaboticabal, Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina e Guariba.



Figura 1. Mapa de delimitações das microbacias pertencentes à Bacia do Córrego Rico e destaque das microbacias do estudo.

As características morfométricas avaliadas foram a área (ha), a altitude (m), a declividade (%), o tipo de solo e o uso do solo. Para tanto, foi utilizado um banco de dados de modelo de elevação digital (MED) do terreno, mapa de delimitações de tipos de solos e imagem de satélite processados na extensão ArcSWAT 2012.10.4.19 do programa computacional de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcMap 10.5. O MED foi utilizado para gerar delimitações de microbacias, classes de altitude e classes de declividade, disponibilizado pela Embrapa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas gerados de classes de altitude, classes de declividade, tipos de solo e uso do solo proporcionam uma melhor visualização da distribuição espacial desses atributos (Figura 2).

Os mapas gerados de classes de altitude, classes de declividade, tipos de solo e uso do solo proporcionam uma melhor visualização da distribuição espacial desses atributos (Figura 2).

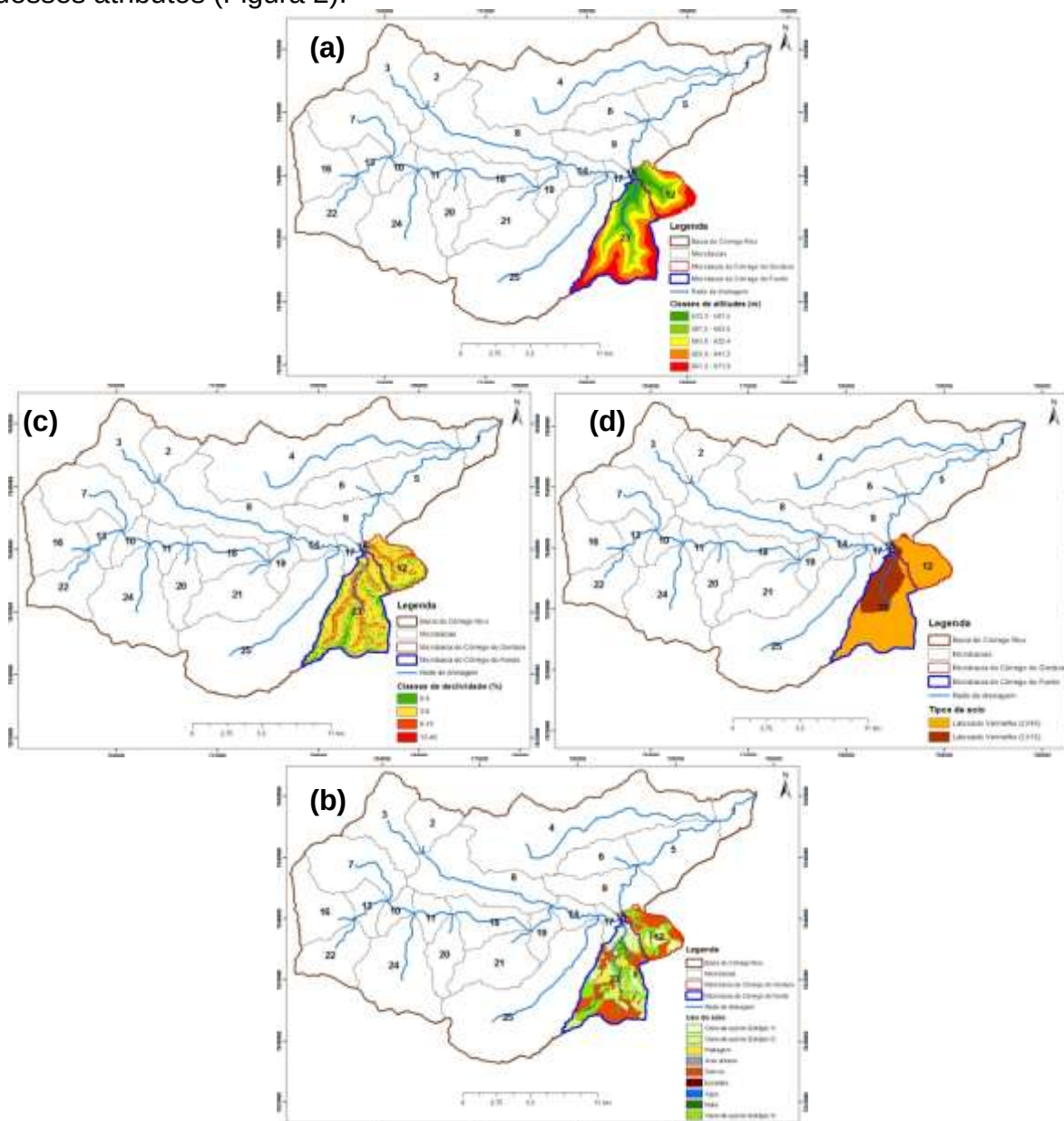


Figura 2. Mapas de (a) classes de altitude, (b) classes de declividade, (c) tipos de solo e (d) uso do solo das microbacias do estudo.

A microbacia 12 apresenta maior ocorrência de classes de menor altitude, quando comparada à microbacia 23 (Tabela 1a).

Observa-se predominância da classe de declividade 3-8% nas microbacias, evidenciando baixo risco de erosão e boa adaptabilidade à mecanização pela

agricultura. A microbacia 12 e 23 representam, respectivamente, 2,2% (1.212,9 ha) e 5,9% (3.314,8 ha) da área de 56.313,7 ha da bacia do Córrego Rico (Tabela 1b).

Há predominância de Latossolo Vermelho LV45 nas duas microbacias, porém, a microbacia 23 também possui 32,2% de Latossolo Vermelho LV15. Sendo assim, esta última apresenta melhor potencial agrícola, visto que o LV15 apresenta textura argilosa e o LV45 apresenta textura média. Tais informações apontam maior risco de erosão na microbacia 12, dada a predominância de solos menos argilosos (Tabela 1c).

No uso do solo, o cultivo de cana-de-açúcar é o predominante (54,4% na microbacia 12 e 56,3% na microbacia 23). Há também intensa presença de solo nu (38,9% na microbacia 12 e 28,5% na microbacia 23), favorecendo a ocorrência de processos erosivos devido à falta de cobertura do solo. Há maior ocorrência de matas (5,5%) e pastagem na microbacia 23 em comparação com a microbacia 12 (Tabela 1d).

Tabela 1. Área, área relativa à bacia e área relativa às microbacias (a) das classes de altitude, (b) das classes de declividade, (c) dos tipos de solo e (d) dos usos do solo.

(a) Classes de altitude (m)	Área relativa à microbacia (%)	
	Microbacia 12	Microbacia 23
533,3 - 581,5	16,6%	10,2%
581,5 - 603,0	24,5%	17,5%
603,0 - 622,4	22,7%	23,9%
622,4 - 641,2	21,6%	26,8%
641,2 - 671,9	14,7%	21,7%
Soma (Σ)	100,0%	100,0%
Média (μ)	20,0%	20,0%
Desvio padrão (σ)	4,2%	6,5%

(b) Classes de declividade (%)	Área (ha)		Área relativa à bacia (%)		Área relativa à microbacia (%)	
	Microbacia 12	Microbacia 23	Microbacia 12	Microbacia 23	Microbacia 12	Microbacia 23
3-8	846,9	2138,9	1,5%	3,8%	69,8%	64,5%
0-3	202,3	772,9	0,4%	1,4%	16,7%	23,3%
8-15	163,7	401,4	0,3%	0,7%	13,5%	12,1%
15-45	-	1,6	-	0,0%	-	0,0%
Soma (Σ)	1212,9	3314,8	2,2%	5,9%	100,0%	100,0%
Média (μ)	404,3	828,7	0,7%	1,5%	33,3%	25,0%
Desvio padrão (σ)	383,8	928,5	0,7%	1,6%	31,6%	28,0%

(c) Tipos de solo	Área (ha)		Área relativa à bacia (%)		Área relativa à microbacia (%)	
	Microbacia 12	Microbacia 23	Microbacia 12	Microbacia 23	Microbacia 12	Microbacia 23
Latossolo Vermelho (LV45)	1155,8	2248,4	2,1%	4,0%	95,3%	67,8%
Latossolo Vermelho (LV15)	57,1	1066,4	0,1%	1,9%	4,7%	32,2%
Soma (Σ)	1212,9	3314,8	2,2%	5,9%	100,0%	100,0%
Média (μ)	606,5	1657,4	1,1%	2,9%	50,0%	50,0%
Desvio padrão (σ)	776,8	835,8	1,4%	1,5%	64,0%	25,2%

(d) Usos do solo	Área (ha)		Área relativa à bacia (%)		Área relativa à microbacia (%)	
	Microbacia 12	Microbacia 23	Microbacia 12	Microbacia 23	Microbacia 12	Microbacia 23

Solo nu	471,4	945,4	0,8%	1,7%	38,9%	28,5%
	374,0	722,1	0,7%	1,3%	30,8%	21,8%
Cana-de-açúcar (Estágio 3)						
Cana-de-açúcar (Estágio 1)	204,3	572,6	0,4%	1,0%	16,8%	17,3%
Cana-de-açúcar (Estágio 2)	82,0	570,2	0,1%	1,0%	6,8%	17,2%
Pastagem	21,8	163,0	0,0%	0,3%	1,8%	4,9%
Eucalipto	20,6	72,1	0,0%	0,1%	1,7%	2,2%
Área urbana	19,0	88,0	0,0%	0,2%	1,6%	2,7%
Mata	18,8	181,2	0,0%	0,3%	1,6%	5,5%
Água	1,0	0,2	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Soma (Σ)	1212,9	3314,8	2,2%	5,9%	100,0%	100,0%
Média (μ)	134,8	368,3	0,2%	0,7%	11,1%	11,1%
Desvio padrão (σ)	176,3	339,1	0,3%	0,6%	14,5%	10,2%

CONCLUSÕES

O presente estudo permite afirmar que a metodologia empregada proporcionou a avaliação das características morfométricas das microbacias do estudo, inferindo sobre informações essenciais ao manejo e ocupação do solo nesta extensão territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, M. T. Análise morfométrica da bacia hidrográfica riacho Namorado, São João do Cariri-PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 31, n. 3, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1974. 149p.
- ATTANASIO, C.M. Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. 2004. 193p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- BRASIL. Palácio do Planalto. Lei n. 9433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 28/04/2017.
- CECÍLIO, R.A.; REIS, E.F. **Apostila didática**: manejo de bacias hidrográficas. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.
- MIRANDA, E.E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 Abr. 2017.
- PISSARRA, T.C.T.; Análise da bacia hidrográfica do córrego rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-Landsat 5 e fotografias aéreas verticais. Jaboticabal, 2002. 132p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- PISSARRA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Bras. Ciências do Solo**, Viçosa, n. 28, p. 297-305, 2004.
- TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B.; O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 136-157, 2007.

4.11 BACIAS DE DETENÇÃO EM LENÇÓIS PAULISTA (SÃO PAULO, BRASIL): UM MÉTODO DE AUXÍLIO À PREVENÇÃO DE ENCHENTES DO RIO LENÇÓIS

Henrique Lopes Peres – Estudante de Engenharia Civil, Pesquisador da Universidade Paulista,

Email: henriqueperesgb@hotmail.com

Juliana Braga Silva – Doutora em Mecânica dos Solos, Professora/ Pesquisadora da Universidade Paulista,

Email: julianabragasilva1@gmail.com

RESUMO

O presente estudo analisou as características do Rio Lençóis da cidade de Lençóis Paulista, Estado de São Paulo, Brasil, visando a prevenção de seu transbordamento na cidade durante os períodos de chuvas fortes. O dimensionamento preliminar de duas bacias de retenção à montante da malha urbana da cidade foi realizado como possível solução para minimizar essas inundações. Os resultados mostraram que o volume de retenção necessário para o controle de inundações na bacia do Rio Lençóis é de 15.641m³ e na bacia do Córrego do Corvo Branco é de 543m³.

Palavras-Chave: Transbordamento, inundações, volume de retenção.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the characteristics of the Rio Lençóis of the city of Lençóis Paulista, State of São Paulo, Brazil, seeking to prevent its overflow in the city during the periods of heavy rains. We present the preliminary sizing of two detention basins upstream of the city, as a possible solution to minimize these floods. Our results showed that the volume of the detention basin necessary for flood control in the Rio Lençóis is 15,641m³ and in the Córrego do Corvo Branco is 543m³.

Keywords: Overflow, flood, volume of detention.

INTRODUÇÃO

Embora fosse necessária a ocupação das cidades nas proximidades dos rios para o próprio desenvolvimento da civilização, tal ação tornou-se um problema nas inundações urbanas. Estas ocorrem devido ao transbordamento das águas dos canais dos rios. Já as inundações em áreas ribeirinhas acontecem naturalmente no rio, pois o mesmo ocupa o seu leito maior, na medida que ocorrem os eventos chuvosos extremos (TUCCI, 2015).

Até a bem pouco tempo, boa parte das cidades do nosso país não possuíam restrições em relação ao loteamento de áreas de risco (SILVA; FOLETO; ROBAINA, 2012). Dentre essas cidades, está a cidade de Lençóis Paulista, estado de São Paulo, Brasil. Essa cidade vem enfrentando um grande problema em relação aos impactos causados pelas enchentes devida à elevação do nível do rio Lençóis em períodos de chuvas mais intensas. Segundo o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Lençóis Paulista (SAAE) (comunicação verbal)⁸ o transbordamento do rio Lençóis está vinculado, principalmente, à quantidade de tributários que o alimentam desde sua nascente, na Serra de Agudos, até que ele atinja a cidade de Lençóis Paulista.

⁸ Entrevista concedida pelo coordenador de Distribuição de Água do SAAE de Lençóis Paulista, Quirino Cochi Júnior, em 16 de março de 2016.

Nessa cidade, essas enchentes já causaram enormes prejuízos financeiros e acarretaram em, ao menos, uma morte (BOGES; GRASIELA, 2016). Diante disso, torna-se clara a necessidade de se combater o problema das enchentes na cidade de Lençóis Paulista.

Uma das soluções que vem sendo amplamente empregada no controle de enchentes urbanas é a chamada bacia de retenção. De acordo com Gribbin (2014) e com a ABCP (2013), uma bacia de retenção é uma estrutura de acumulação temporária das águas de chuva. Ela também é denominada reservatório de retenção, ou “piscinão” (GRIBBIN, 2014; ABCP, 2013).

As bacias de retenção, quando bem executadas, contribuem para a redução das inundações urbanas, uma vez que elas retêm temporariamente o volume excedente de água durante um evento de chuva, liberando-o de maneira controlada para limitar a vazão afluente a uma área ocupada, contribuindo para abrandar ou prevenir os efeitos destrutivos que o mesmo volume de escoamento causaria caso ocorresse de forma natural (GRIBBIN, 2014; ABCP, 2013).

Prevenir as enchentes no município, ocasionadas pelo rio Lençóis, por meio da construção de uma bacia de retenção, é uma solução viável. Portanto, é clara a importância de um estudo de base, prevendo, diante das características do rio e das condições sócio-econômicas da cidade, qual o melhor tipo de bacia de retenção a ser implantado, e qual a melhor área para a sua construção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Foram utilizados os softwares QGis Versão 2.18.6 e AutoCad Versão 2017 Students para as análises geográficas da bacia hidrográfica (área das bacias, Comprimento do Rio, Cotas planialtimétricas, entre outras medições).

Métodos

Para os cálculos hidrológicos desse estudo, foram utilizados, para o tempo de concentração da bacia 1, o método do Professor Kokei Uehara. Já para a bacia 2, utilizou-se a fórmula Califórnia Culverts Practice.

As Vazões de Pico (Q_p ou ip), os Tempos de Ascensão (t_a), os valores da Duração da chuva unitária (D) e os Tempos de Pico do hidrograma afluente (t_p) foram calculados pelo Método do SCS.

O volume de retenção das bacias do Rio Lençóis e do Córrego do Corvo Branco foram calculados pela função Gama do professor Rodrigo de Melo Porto.

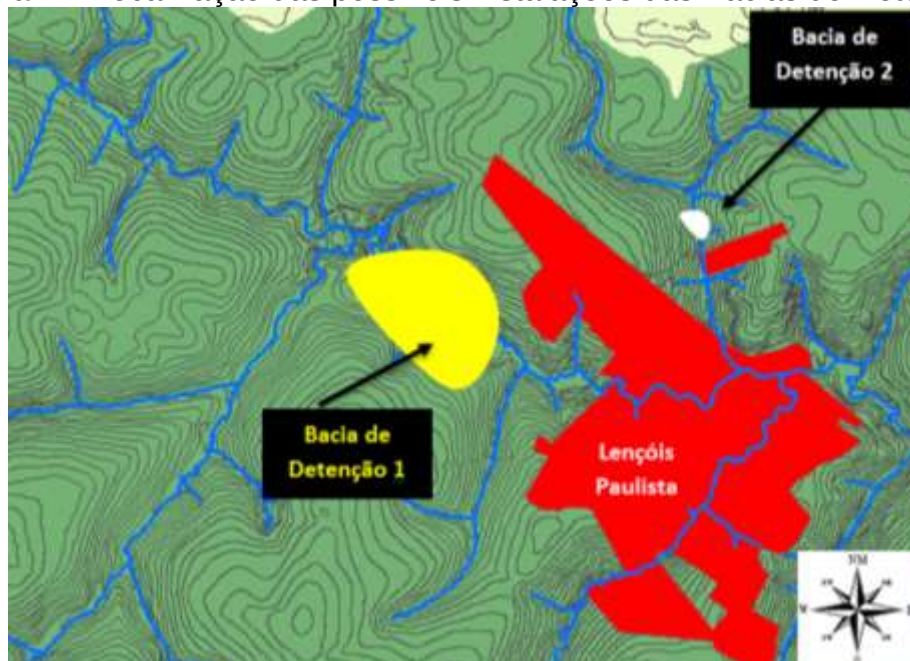
Para a escolha do tipo de bacia de retenção foram levados em consideração as características da bacia hidrográfica do rio Lençóis, as possibilidades de espaço para a construção da bacia dentro da cidade de Lençóis Paulista, a maior ou menor contribuição da área urbana para o transbordamento do rio e as possibilidades de construção da bacia de retenção em um ou mais pontos do percurso do rio à montante da cidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bacias de retenção pré-dimensionadas nesse trabalho para o município de Lençóis Paulista – SP, seriam instaladas a montante do município, o mais próximo possível da área onde há necessidade de proteção e conseguindo captar o maior volume de água possível dos contribuintes do Rio Lençóis antes dele entrar na malha urbana de Lençóis Paulista, conforme recomendam Canholi (2015) e São Paulo (2012), e contariam com todas as estruturas básicas previstas pelo plano diretor participativo do município como, por exemplo: terraplanagem, estrutura e

fundação, acessos para manutenção do dispositivo de controle, operação e manutenção, instalações elétricas e demais propostas inerentes ao projeto. A figura 1 ilustra a possível localização das bacias de retenção do Rio Lençóis (Bacia 1) e do Córrego do Corvo Branco (Bacia 2).

Figura 1 – Localização das possíveis instalações das Bacias de Retenção.



Fonte: Autoria própria (2017).

A escolha da implantação de bacias de retenção a céu aberto foi econômica, pois as obras subterrâneas têm custos bem mais elevados, com cerca de 3 a 5 vezes mais caras que as bacias abertas (PORTO ALEGRE, 2017). Tucci (2015), Canholi (2015) e Tomaz (2002), informam que quanto maior o tempo de permanência da água no reservatório, maior será a retirada de resíduos ou impurezas da mesma. Assim, adotou-se um tempo de permanência de 24 a 60 horas. Optou-se pela instalação em série dos dispositivos de descarga, para que ocupem menor área. Assim a obra envolverá menor área de desapropriação, o que a torna menos onerosa. Outra vantagem é a restituição da água ao curso à jusante por gravidade, devido à topografia do terreno.

Foram obtidos os seguintes dados para as bacias do Rio Lençóis e do Córrego do Corvo Branco:

Tabela 1 – Variáveis hidrológicas, áreas e volumes das bacias de retenção do Rio Lençóis (Bacia 1) e do Córrego do Corvo Branco (Bacia 2).

	tc (min)	ip (m ³ /s)	ta (min)	tp (min)	D (min)	Área (km ²)	Volume (m ³)
Bacia 1	663,73	0,83	442,38	398,24	88,27	199,80	15.641
Bacia 2	65,61	0,29	43,74	39,37	8,73	6,93	543

Fonte: Autoria própria (2017).

As bacias seriam implantadas em linha com o Rio Lençóis e o Córrego do Corvo Branco, situadas no próprio curso d'água. Assim, apesar da necessidade de escavação adicional para obter o volume de armazenamento do dispositivo, a retirada de terra seria a de menor volume possível. Porém este é apenas um resultado parcial, que envolverá mais estudos e que, portanto, pode sofrer alterações para melhoria.

As inundações em Lençóis Paulista ocorrem especialmente em cotas mais baixas do município, em regiões de ocupações inadequadas de áreas de Preservação permanente do Rio Lençóis, como 25 de Janeiro e 15 de novembro e bairros como Bacili e Vila Contente. As obras de canalização do município já não ajudam no combate à essas inundações e, conforme Tucci (2015), apenas transferem o problema para a jusante. Acredita-se, portanto, que a construção dessas bacias de retenção nos locais propostos auxilie a prevenir as inundações do município, em especial nessas regiões.

CONCLUSÃO

Como boa parte da área da malha urbana da Lençóis Paulista invade as áreas de preservação permanente do Rio Lençóis, que cruza a cidade, e como as obras de canalização desse município já não impedem mais as inundações do Rio Lençóis, acredita-se que a solução mais viável para prevenir as inundações nesse município seja a construção de bacias de retenção.

As bacias pré-dimensionadas nesse trabalho conseguiriam reter um volume de 15.641m³ e 543m³ de água no Rio Lençóis e no Córrego do Corvo Branco, amortecendo as cheias do rio Lençóis e prevenindo suas inundações no município de Lençóis Paulista. Essas bacias de retenção seriam instaladas a céu aberto e em série com o curso do afluente do Rio Lençóis e o Córrego Corvo Branco, a montante da malha urbana de Lençóis Paulista. Prevê-se a necessidade de desapropriação para a construção destes dispositivos. Serão previstos dispositivos na entrada do reservatório para controle de sedimentos, além da manutenção e operação da própria bacia.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Projeto técnico: reservatórios de retenção**. 2013.
- BORGES, Ana e GRASIELA, Lilian. **Corpo é encontrado em Lençóis e em Pederneiras buscas por Janilson Duarte continuam**. Disponível em: <<http://www.jcnet.com.br/Regional/2016/01/lencois-paulista-homem-morre-afogado-em-enchente.html>> Acesso em 19 de março de 2016.
- CANHOLI, A. P. 2015. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2ª edição, São Paulo, Editora Oficina de Textos, 384p.
- GRIBBIN, John E. **Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais**. 3ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- PORTO ALEGRE. **Retenção**: as bacias que ficam secas. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2017.
- SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos**. São Paulo: SMDU, 2012.

4.12 SENSORIAMENTO REMOTO E A ANÁLISE DO USO DO SOLO DE TRÊS SUB-BACIAS DO CÓRREGO RICO: REGIÃO DO IBITIRAMA E MONTE ALTO

Pedro de Figueiredo Rocha Barbosa Martins¹; Renata Cristina Araújo Costa²; Silvano Bianco³; Teresa Cristina Tarlé Pissarra³

¹-Acadêmico de doutorado em Produção Vegetal, FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP, Brasil. martins.pfrb@gmail.com; ²-Doutoranda em Ciência do Solo, FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP, Brasil. renata.criscosta@gmail.com. ³-Doutor(a), professor(a) da FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP, Brasil. sbianco@fcav.unesp.br; teresap@fcav.unesp.br.

RESUMO

A água é um bem público e limitado, sendo importante conhecer uma área para poder manejar adequadamente o sistema. Para isso, são realizados levantamentos das características geomorfológicas através de sensoriamento remoto. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e manejo de três sub-bacias pertencentes à bacia do Córrego Rico, estado de São Paulo. Foram obtidas imagens da região próxima a Monte Alto e Ibitirama e utilizado o programa ArcSWAT para determinar as sub-bacias e quantificar parâmetros para análise. A altitude varia com uma possibilidade de alteração na temperatura média de 0,6 °C. A declividade em algumas partes pode impedir o uso de maquinário agrícola, principalmente para cana-de-açúcar. O uso predominante é de agricultura geral, cana-de-açúcar e matas nativas, sendo que a região próxima à cidade tem prioridade de agricultura geral, devido às áreas cultivadoras de hortifrútiis. Não foram encontrados usos ou manejo inadequados no sistema a partir das informações obtidas.

Palavras-chave: Manejo Agrícola; Uso de Solo; Declividade

ABSTRACT

Water is a public asset and it is limited, being important to know a given area to perform its management in an adequate way. To do so, geomorphological characters are found through remote sensing. The aim in this work was to evaluate use and management of three sub-basins belonging to the Córrego Rico basin, state of São Paulo. Images from Monte Alto and Ibitirama regions were obtained and analyzed through ArcSWAT software for sub-basin determination and parameter quantification. The altitude varies to cause up to 0.6 °C change in mean temperature. Declivity, in some areas, may refrain from mechanical usage, especially for sugarcane machines. The predominant soil usage is general agriculture, sugarcane and native forests, in which the nearest to urban perimeter is used for general agriculture, due horticulture areas. There were no usage or management issues given acquired data.

Key words: Agricultural management, Soil Usage; Declivity

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9433 de 8 de janeiro de 1997, estipula que a água é um bem público e limitado, e também adota princípios e normas para gerir bacias hidrográficas, sendo importante então saber o conceito de bacia e suas subdivisões (BRASIL, 1997). Segundo Borsato e Martoni (2004), uma bacia hidrográfica é uma determinada área limitada pelo divisor de áreas, sendo que este capta a água das chuvas pela sua superfície, e que por meio de uma rede de drenagem, constituída de cursos de água, escoar para um único ponto de saída.

Lima (1976) afirma que a bacia hidrográfica é afetada pelas características geomorfológicas, como forma, relevo, solo, dentre outros, e a cobertura existente naquela área. Isso afeta os diversos fatores existentes para o fluxo de água, as relações de evapotranspiração e como essa água se comporta no sistema.

As características morfométricas do padrão de drenagem e relevo refletem algumas propriedades do terreno, tais como a infiltração e o deflúvio da água precipitada, havendo uma correlação com a litologia, estrutura geológica e formação terrestre (PISSARA et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o atual uso e manejo de três sub-bacias dispostas na região de Monte Alto e Ibitirama, situada na bacia do Córrego Rico, estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a partir de técnicas de sensoriamento remoto, com imagens Landsat8 – sensor OLI, da bacia do Córrego Rico, localizada na região centro-norte do estado de São Paulo. A região de estudo é composta de um conjunto de três sub-bacias dispostas na região hidrológica da nascente do córrego do Tijuco e do córrego do Gambá, pertencente às regiões de Ibitirama e Monte Alto, respectivamente (coordenadas UTM: Longitudes 755.936,00 mE e 770.557,00 mE; Latitudes 7.640.994,00 mN e 7.651.901,00 mN; meridiano central 51°W Gr.)

Para a análise do uso e manejo das sub-bacias, foram utilizados dados de modelo de elevação digital de Miranda (2005), modelo de tipos de solo e uso de solo de Pissarra (2002). Os dados (layers) foram cruzados no programa ArcGIS, utilizando o módulo ArcSWAT, para determinar as bacias existentes e quantificar os parâmetros de uso do solo obtidos por classificação supervisionada.

O solo da região é um Argissolo Vermelho-Amarelo, de relevo suave ondulado ou ondulado. Segundo Zaroni e Santos (2006), são solos que possuem acúmulo de argila no horizonte B, pela mobilização da argila nas camadas superficiais, sendo naturalmente ocorrentes em terrenos mais acidentados e possuem limitações de uso devido à baixa fertilidade, à acidez e a fragilidade ao eventos erosivos.

O mapa de declividade foi elaborado a partir da classificação de trabalhos realizados por Embrapa (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas gerados para este trabalho podem ser visualizados na Figura 1. Com isso, observa-se a distribuição da altitude, da declividade e do uso do solo na região de estudo.

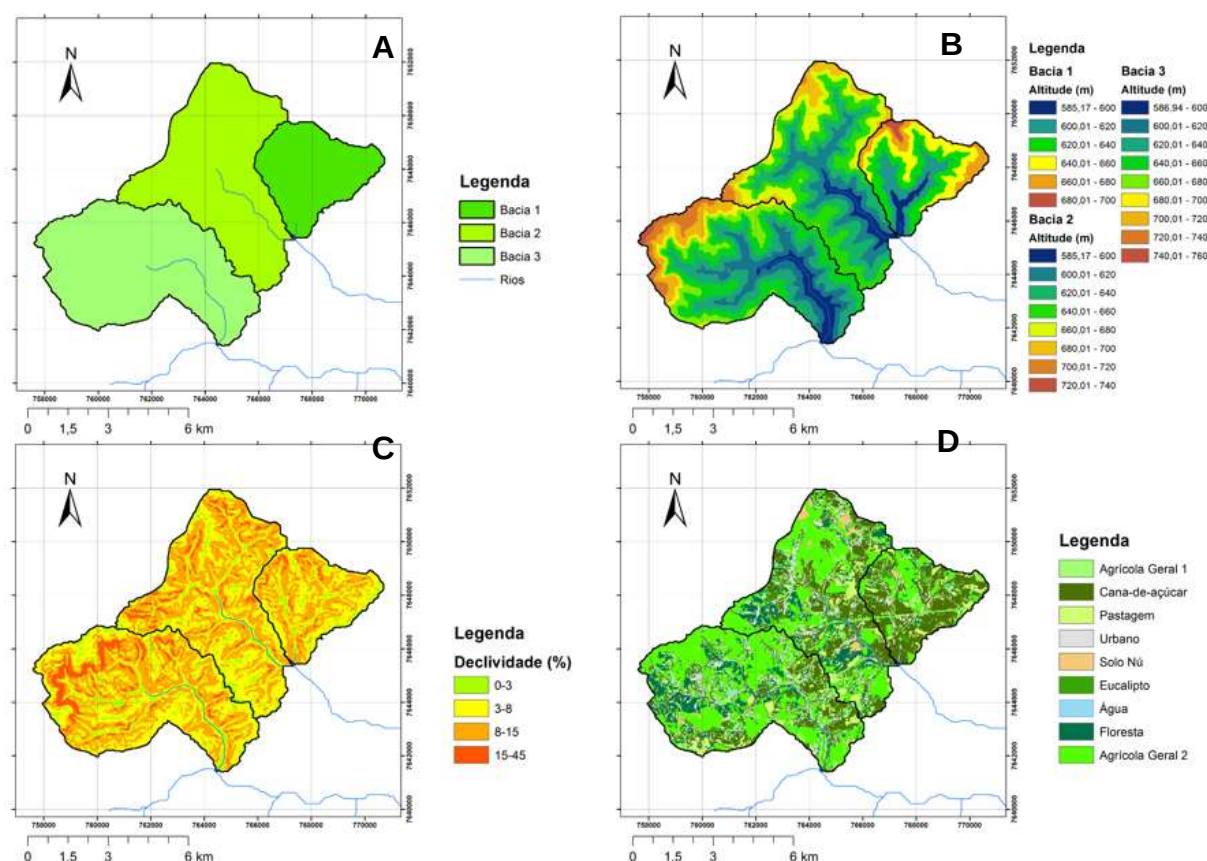


Figura 1. Mapas das sub-bacias analisadas no trabalho; A: Delimitação das bacias; B: Mapa de altitudes; C: Mapa de declividade; D: Mapa de uso do solo.

A altitude do conjunto varia de 109,5 m a 166,5 m, aproximadamente (Tabela 1). A altitude influencia nos fatores de precipitação, evaporação e transpiração, sendo que variações altas podem alterar a temperatura média e a média de precipitação no local (TEODORO et al., 2007). Mendonça et al. (2007) afirma que a cada 100m de elevação, existe uma queda de 0,6 °C, causando então uma leve diferença de temperatura entre as diferentes partes destas sub-bacias.

Tabela 1 – Distribuição das altitudes no sistema das sub-bacias analisadas.

	Sub-bacia 1	Sub-bacia 2	Sub-bacia 3	Total
Máximo	694,664	722,142	753,392	753,392
Mínimo	585,165	585,165	586,933	585,165
Média	635,466	642,061	648,359	669,2785
Desvio Padrão	23,046	25,928	36,81	--

A declividade predominante nas três sub-bacias é entre 3-8, seguida de 8-15, como pode ser visualizado na Tabela 2. Isso corrobora os dados de classificação do solo em suave ondulado a ondulado. Não há grande extensão de áreas com declividade acima de 15%, sendo aproximadamente 9% da área.

Segundo Lemos e Santos (1982), declividades acima de 20% possuem alta restrição agrícola geral. Já Lepsch et al., (1996) consideram que áreas com 12-20% constituem uma classe de forte restrição à mecanização agrícola.

Isso implica na dificuldade de implantação de culturas com alta necessidade de mecanização, como a cana-de-açúcar, que deve instituir a colheita mecanizada pela Lei Estadual 11.421 de 19 de Setembro de 2002, sendo que declividade superior a 12% não permitem o uso de colhedoras (AGUIAR et al., 2010).

Tabela 2. Classes de declividade do solo das sub-bacias analisadas.

Declividade (%)	Sub-bacia 1		Sub-bacia 2		Sub-bacia 3		Total	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
0-3	139,14	11,47	288,16	10,61	325,06	11,26	752,36	13,40
3-8	489,81	40,36	1039,97	38,29	1083,34	37,53	2613,12	46,54
8-15	532,79	43,90	1225,17	45,10	0,24	0,01	1758,19	31,31
15-45	51,46	4,24	161,51	5,95	278,04	9,63	491,01	8,75

Os três usos de solo predominantes nas três sub-bacias (Tabela 3) são a agricultura geral 2, a cana-de-açúcar e as florestas de mata nativa, porém a cana-de-açúcar possui área extensa apenas na sub-bacia 1, sendo responsável por 47,5% da área.

A região de Monte Alto possui várias áreas com produção de olerícolas e frutíferas, que entram nas duas classes de agricultura geral, sendo por isso seus valores maiores nas sub-bacias 2 e 3, mais próximas do perímetro urbano.

O argissolo é um solo que requer alta tecnificação e manejo cuidadoso, devido à sua baixa a média fertilidade natural (EMBRAPA, 1999). Filgueira (2008) consta que o uso de terras com problemas de fertilidade e próximas a centros urbanos costumam ser encaminhadas para o cultivo de hortifrúti. A necessidade de insumos para retificar esse tipo de solo faz necessário a proximidade a centros urbanos, e também para a comercialização de produtos de baixo tempo de conservação.

A baixa fertilidade também pode ser associada às áreas cujas matas nativas não forma desmatadas, além da necessidade de presença de áreas de reserva legal e de preservação permanentes instituídas pela Lei 12.651, chamado de código florestal brasileiro (BRASIL, 2012), sendo que próximas às regiões de rios existem áreas de mata, conservando o sistema de escoamento hidrológico.

Tabela 3. Classes de uso do solo das sub-bacias analisadas.

Tipos de uso	Sub-bacia 1		Sub-bacia 2		Sub-bacia 3		Total	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Agricultura Geral 1	105,93	8,73	209,41	7,71	232,70	8,06	548,04	8,04
Agricultura Geral 2	211,97	17,47	831,68	30,62	1131,85	39,21	2175,49	31,92
Água	1,68	0,14	0,56	0,02	11,81	0,41	14,05	0,21
Cana-de-açúcar	576,33	47,49	641,08	23,60	443,63	15,37	1661,03	24,37
Eucalipto	60,39	4,98	132,82	4,89	171,31	5,94	364,52	5,35
Floresta	62,75	5,17	362,36	13,34	408,10	14,14	833,20	12,22
Pastagem	101,84	8,39	164,83	6,07	152,23	5,27	418,90	6,15
Solo Nú	10,68	0,88	82,24	3,03	33,25	1,15	126,17	1,85
Urbano	81,64	6,73	289,84	10,67	302,77	10,49	674,25	9,89

CONCLUSÕES

O uso do solo das sub-bacias é adequado, não havendo nenhuma implicância contra o manejo aplicado nas áreas com as informações utilizadas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; SILVA, W. F. Monitoramento do modo da colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo - Brasil por meio de imagens de sensores orbitais em dois anos-safra. **Revista SELPER**, v. 30, p. 34-43, 2010.

BORSATO, F.H; MARTONI, A.M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, estado do Paraná. **Acta Scientiarum**. v.26, n.2, p 273–285. 2004.

BRASIL Leis. Lei 12.651 de 25 de Maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Brasília, DF. 2012.

BRASIL Leis. Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. **Política Nacional dos Recursos Hídricos**. Brasília, DF. 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa. UFV. 2008. 421p.

Globalweather, 2012. **NCEP Climate Forecast System Reanalysis (CFRS)**. Disponível em: <<http://globalweather.tamu.edu/>>, acessado em 10 de abril de 2017.

LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBSC-SNLCS, 1982. 45 p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ªAproximação**. SBSC, Campinas-SP. 1996. 175p.

LIMA, W.P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia – Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Editora Oficina e Textos, 2007.

MIRANDA, E. E. de; (Coordenação). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 de Abril de 2017.

PISSARA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.28, n.2, p.297-305, 2004.

PISSARRA, T. C. T. Análise da bacia hidrográfica do Córrego Rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-LANDSAT 5 e fotografias aéreas verticais. 2002. 132f. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Uniara**. v.11, n.1, p. 137-156. 2007.

ZARONI, M.J.; SANTOS, H.G. **Argissolos**. 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2212200611538.html> Acesso em 12 de abril de 2017.

4.13 RECOMPOSIÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO VEGETAL DA MICROBACIA DOS ARAÚJOS – VIÇOSA/MG, NA ABORDAGEM DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL

Gabriel Pontes Bueno Guerra¹, UFV, gpbguerra@gmail.com
Danilo César de Melo², UFV, daniloc.melo@gmail.com
Matheus Amorim Caliman³, UFV, matheusacaliman@gmail.com
Laksme Narayana Oliveira da Silva⁴, UFV, lk.narayana.91@gmail.com
Matheus Roberto Portes⁵, UFV, matheus.portes@ufv.br
Diego Ribeiro Oquendo Carneiro⁶, UNESP, diego.cabrero@gmail.com

RESUMO

A cidade de Viçosa tem enfrentado problemas com à escassez hídrica. Desse modo, são necessárias medidas que visem a diminuição de desperdício e aumento na produção. A Microbacia dos Araújos (MA) é a principal microbacia do campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Esta tem a melhor potencialidade de uso de sua água. O trabalho levantou as características da microbacia, por meio de visitas a campo e por imagens de satélite, para que as áreas de proteção da vegetação, segundo o Novo Código Florestal, fossem avaliadas e recuperadas. Caracterizou-se a microbacia e constatou-se que, a maioria das áreas ciliares, a nascentes e rios (45,4%) e, encostas com declividade maior do que 45° (67,5%) são de pastagens degradadas ou com manejo inadequado. Para as áreas em estágio avançado de degradação e pouca proteção vegetativa foi proposto o plantio em linha com espaçamento de 2 x 3 metros. Para as áreas com melhores condições de restauração, foi proposto o plantio em ilha de diversidade com espaçamento 1,5 x 1,5 metros. O projeto pode ser eficaz, devido aos incentivos governamentais para a sua implantação, corpo técnico presente na universidade, matéria prima existente e futuros benefícios socioambientais.

Palavras-chave: escassez hídrica, produção de água, recuperação de áreas degradadas

ABSTRACT

The Viçosa city has been experiencing problems with water scarcity. Therefore, measures aimed at reducing waste and producing water are necessary. Microbacia dos Araújos is the main microbasin of the campus of the Universidade Federal de Viçosa (UFV). This has the best potential of use of its water. The research studied the characteristics of the microbasin through field visits and satellite images. So the vegetation protection areas, according to the New Forest Code, were evaluated and recovered. The micro basin was characterized by the fact that most of the riparian areas at springs and rivers (45.4%) and with slopes greater than 45° (67.5%) are degraded or unmanaged pastures. For the areas in advanced stage of degradation and poor vegetative protection, the planting in line with spacing of 2 x 3 meters was proposed. For the areas with the best restoration conditions, it was proposed the planting on diversity island with spacing 1,5 x 1,5 meters. The project proves to be effective, having seen the governmental incentives for these projects, the technical staff present at the university, the existing raw material and the future benefits to the community.

Key words: recovery of degraded areas, water production, water scarcity

INTRODUÇÃO

O município de Viçosa-MG, nos últimos anos esta sendo afetado por problemas de escassez hídrica, assim como uma grande parte do Brasil. Os impactos negativos gerados por este problema, podem ser minimizados através de duas vertentes: a redução do consumo, através de racionamento e programas que incentivem o uso racional da água e, aumento na produção de água, isto é, técnicas que favoreçam os processos de infiltração, redistribuição hídrica no solo, recarga do lençol freático e recomposição da vegetação ciliar.

A recuperação e recomposição vegetal das áreas protegidas pela lei nº 12.651/2012 com alteração pela lei nº 12.727/2012, intitulado “Novo Código Florestal”, é de fundamental importância para o funcionamento adequado das etapas do ciclo hidrológico que ocorrem na microbacia. A presença de cobertura vegetal, resulta no aumento da macroporosidade do solo e, conseqüente aumento da condutividade hidráulica. Além disso, reduz o encrostamento superficial, causado pelas chuvas, diminui o escoamento superficial e a erosão hídrica que provoca assoreamento dos corpos d'água (Brandão et al., 2006).

O Código Florestal estabelece normas gerais para a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal (RL), assim como fatores à exploração florestal e outros instrumentos de proteção aos biomas brasileiros. Em especial para as APP, o possuidor, proprietário ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação destas áreas (BRASIL, 2012). Sendo assim, é responsabilidade da UFV, como ocupante do terreno da União, a proteção, manejo e recomposição destas áreas, haja visto que se considera infração administrativa ambiental toda omissão que viole a jurisdição de recuperação do meio ambiente (BRASIL, 1998).

O Código Florestal é claro ao definir as áreas de proteção à vegetação. Com a caracterização da bacia, pelo seu uso e ocupação do solo e declividade, estabelecem-se as áreas vegetativas necessárias de recuperação ou recomposição vegetal.

O trabalho foi executado com a finalidade de se identificar as áreas passíveis de recuperação, baseando-se no novo código florestal, para melhoria das condições ambientais da MA.

MATERIAL E MÉTODOS

A MA, localiza-se em Viçosa/MG, tem sua área contemplada praticamente na totalidade no campus universitário da Universidade Federal de Viçosa – UFV. A área de estudo possui coordenadas UTM SAD69 zona 23S: N 7699976 – 7698957 E 721436 – 722360, foi diagnosticada por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG), através dos softwares *ArcMap 10.2.1* e *Google Earth Pro*, e por análises de campo. Através de técnicas consolidadas para a área de recuperação de áreas degradadas, destacando Castro et al. (2012), Kageyama et al. (2008) e Martins (2014), e pela metodologia inovadora de Brancalion et al. (2015). Focou-se na restauração ecológica das áreas, dando ênfase para estabelecer grupos funcionais para cada período da restauração. Assim, o projeto se estabelece na construção da floresta e na manutenção da mesma. Ressalta-se ainda, a utilização inicial de espécies de recobrimento, dando a área, no menor prazo possível, uma estrutura de floresta para que os processos sucessionais naturais transcorram.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se o mapa de uso e ocupação do solo e de declividade da microbacia. Intercalou-se os dois mapas, para a classificação da capacidade de uso da terra, em função da declividade. Áreas com declividade superior a 45° possuem limitação quanto a seu uso e devem ser delimitadas como Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012). A Figura 1 mostra o uso e ocupação das áreas com declividade maior que 45° , 100,7 ha.



Figura 1 – Áreas da microbacia com declividade superior a 45°

Constatou-se que, a pastagem degradada ou em algum estágio de degradação, ocupa maior área (68 ha), seguida de mata nativa (30 ha).

O bioma da MA é o de Mata Atlântica, pertencente à Zona da Mata Mineira. Para este bioma, são necessárias a recuperação das matas ciliares a corpos d'água e nascentes para recuperação de áreas de proteção vegetal. Os topos de morro com declividade superior a 100 metros estão de acordo com a legislação. Os reservatórios artificiais estão em concordância com o licenciamento ambiental previsto. Outros biomas ou áreas citadas como APP, RL, uso restrito, entre outras, não estão presentes na MA, conforme constatado por Brasil (2012).

As matas ciliares, conforme o Código Florestal, estão correlacionadas com a largura dos cursos d'água. Sendo assim, são faixas de mata ciliar 30 metros para cada borda lateral dos rios e de 50 metros de raio para as nascentes, dada a situação da microbacia, como ilustra a Figura 2 (a presença de mata nativa deveria ser de 41,9 ha, caso não houvesse intervenção antrópica).

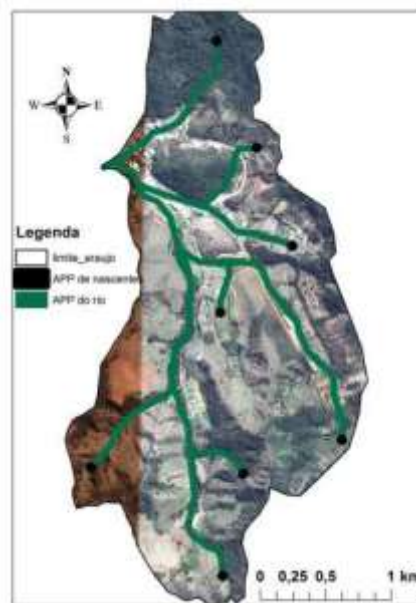


Figura 2 – Áreas de Preservação Permanente com largura de 30 metros às matas ciliares dos rios e de 50 metros de raio para as nascentes

A pastagem, sem manejo e degradada, tem a maior representatividade novamente (45,4%), seguida de mata nativa (32,3%). A área urbanizada e edificações representam aproximadamente 18,1%. Sendo assim, o projeto visou transformar toda a área de pastagem em APP, através da restauração e recomposição com espécies nativas, haja visto que as pastagens não realizam a real função das APP tais como : promover maior infiltração e manutenção da água no solo, proteção contra assoreamento e poluição da água, redução da erosão hídrica e atuarem como corredores ecológicos (Kageyama et al., 2008).

Inicialmente instituiu-se a limpeza e o cercamento das áreas. Isto para que fatores internos e nem externos ao projeto implicassem em problemas a efetividade do mesmo. Após esta etapa, a adubação verde deve ser iniciada. Baseando-se em Castro (2012), as gramíneas e leguminosas serão plantadas na época inicial de chuvas, a partir da segunda quinzena de setembro. Configuram o mix de sementes, as espécies *Carnavalia ensiformis*, *Cajanus cajan*, *Stizolobium spp.*, *Sorghum bicolor*, *Pennisetum americanum*, entre outras para este bioma e época de plantio. Após o primeiro ano de projeto, há a avaliação do crescimento das espécies de adubação verde. Em concordância com o planejado, estabelece-se a segunda fase do projeto - a introdução de espécies pioneiras, secundárias e climácias as áreas.

O sistema de recomposição com plantio projetado é o plantio linha, para as áreas com declividade superior a 45°, margens dos córregos e para as nascentes com pouca ou nenhuma proteção vegetativa. O espaçamento é de 2 x 3 metros no plantio em linha, intercalando plantas pioneiras e não-pioneiras. Já para as áreas ciliares a córregos e nascentes com algum remanescente florestal, mas que não estejam em conformidade com a lei, o sistema dotado foi o de plantio em ilha de diversidade. O espaçamento é de 1,5 x 1,5 metros entre as espécies, plantando as pioneiras na parte mais externa, as secundárias na segunda camada e as climácias mais ao centro, baseando-se em Castro (2012). As espécies vegetativas para plantio são nativas da Zona da Mata Mineira e por terem ótimos resultados estatísticos de trabalhos para situações similares e do mesmo bioma (Sobrinho et al., 2009; Junior

et al., 2016). Após o plantio, tem-se a etapa de monitoramento das áreas para avaliação da efetividade do projeto.

CONCLUSÕES

Existem áreas de proteção vegetal em concordância com a legislação nacional na MA. Entretanto, outras áreas devem ser recuperadas para melhoria das condições físicas da microbacia, melhoria da oferta e de proteção dos recursos hídricos, e ainda para estar de acordo com o previsto nas legislações ambientais vigentes.

O projeto para recuperação é uma excelente alternativa e possibilidade para universidade, haja visto os incentivos do governo para estes projetos, o corpo técnico da própria instituição, a matéria prima existente e os benefícios futuros para a comunidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BRANCALION, PEDRO S.; Gandolfi, Sergius ; RODRIGUES, R. R. . **Restauração Florestal**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. v. 1. 432p.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605/1998. **Lei de Crimes Ambientais** Brasília, 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: Março. 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651/2012. **Novo Código Florestal Brasileiro** Brasília, 25 de maio de 2012. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: Março, 2017.

CASTRO, Dilton (org); MELLO, Ricardo Silva Pereira (org); POESTER, Gabriel Collares (org). **Práticas para restauração da mata ciliar**. 60p. Porto Alegre.2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10ª Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro: 1979. 83p.

JUNIOR, V. T. M. de M. et al. ***Sobrevivência e desenvolvimento de espécies nativas em plantio de recuperação de Mata Atlântica aos vinte meses de idade em Viçosa, Minas Gerais***. *Revista Enciclopédia Biosfera*, v.12, n 23, 2016.

KAGEYAMA, P.Y.; Oliveira, R.E; Moraes, L.F.D. et al. (Coord.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fepaf, 2008. 2a ed. 340 p.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de Matas Ciliares: no contexto do novo Código Florestal**. 3. Ed. – Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 220p.

SOBRINHO, F. de A. P., CHRISTO, A. G., GUEDES-BRUNI, R. R., SILVA, A. F. **Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em Viçosa (MG)**. *Revista Floresta*, Curitiba, PR, v. 39, n. 4, p. 793-805.

4.14 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRAFICA ÁGUA DO BREJÃO – ANHEMBI, SP

*Letícia Duron Cury – Mestranda da Faculdade de Ciências Agronômicas (Unesp/FCA),
le.cury@hotmail.com*

*Amanda Aparecida de Lima - Mestranda da Faculdade de Ciências Agronômicas (Unesp/FCA),
aalima2603@gmail.com,*

*Ana Clara de Barros - Mestranda da Faculdade de Ciências Agronômicas (Unesp/FCA),
anaclara_inha@hotmail.com*

*Guilherme Inoue Nascimento - Engenheiro Florestal da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de
Itapeva (FAIT), guilinoue@hotmail.com*

*Sérgio Campos - Professor da Faculdade de Ciências Agronômicas (Unesp/FCA),
seca@fca.unesp.br*

RESUMO

O trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Ribeirão Água do Brejão no município de Anhembi-SP, a partir do levantamento de alguns parâmetros físicos. Por meio dos resultados obtidos, foi possível concluir que a microbacia apresenta formato circular, apontando uma tendência mediana a enchentes. O relevo plano a ondulado direciona o uso potencial da terra para agricultura, com o uso de pastagens e culturas anuais. Com base no exposto, a microbacia apresenta boas condições em relação à conservação ambiental, porém é necessário realizar um controle do plano de monitoramento.

Palavras-chaves: morfometria. Sistemas de Informação Geográfica. microbacia hidrográfica.

ABSTRACT

The objective of this work was to perform the morphometric characterization of the watershed of Ribeirão Água do Brejão in the county of Anhembi-SP, based on the survey of some physical parameters. By means of the obtained results, it was possible to conclude that the microbasin presents a circular format, indicating a medium tendency to floods. The flat to corrugated relief directs the potential use of land for agriculture, with the use of pastures and annual crops. Based on the above, the microbasin presents good conditions in relation to environmental conservation, but it is necessary to carry out a control of the monitoring plan.

Keywords: morphometry. Geographic Information Systems. hydrographic microbasin.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica fundamental da superfície terrestre, considerada como principal unidade fisiográfica do terreno, porque suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. A noção de bacia obriga, naturalmente, a existência de divisores d'água, cabeceiras ou nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, bem como, uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos solos predominantes (TUCCI, 2004).

As bacias hidrográficas são uma das principais unidades de gerenciamento territorial e são áreas importantes para a conservação dos recursos naturais. Deste modo, o manejo racional desses recursos é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável, notadamente quando se pensa em utilizar

racionalmente as reservas de água para diversos fins, principalmente para o consumo humano, animal e para a irrigação (SILVA et al., 2010).

As características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e os escoamentos superficial e subsuperficial (TANELLO, 2005). Antonelli e Thomaz (2007) citam que por meio da análise morfométrica é possível encontrar alguns indicadores específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais, através do uso de parâmetros calculados, como: densidade de drenagem, declividade, coeficiente de compacidade, coeficiente de rugosidade, índice de forma, índice de circularidade, coeficiente de manutenção, razão relevo e extensão de percurso superficial.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Ribeirão Água do Brejão no município de Anhembi-SP, a partir do levantamento de alguns parâmetros físicos, realizado através do Sistema de informação Geográfica, Idrisi e *software* CartaLinx, permitindo identificar a tendência de conservação ambiental da microbacia.

MATERIAL E METÓDOS

A microbacia Água do Brejão no município de Anhembi-SP está situada entre as coordenadas geográficas 22° 52' 21" a 22° 54' 33" de latitude S, e 48° 56' 55" a 48° 53' 16" de longitude W Gr. A caracterização morfométrica da área foi realizada utilizando a carta planialtimétrica do IBGE datada de 1991, em escala 1:50.000. O georreferenciamento da carta foi desenvolvido no Sistema de Informação Geográfica, Idrisi Selva 17.0 e para a vetorização das curvas de nível, rede de drenagem, divisor de água e nascentes foi utilizado o *software* CartaLinx.

Com a delimitação da área da microbacia foi possível obter as características dimensionais da rede de drenagem, conforme os parâmetros para o cálculo do comprimento do curso de água principal (C), comprimento total da rede de drenagem (Cr), perímetro (P), área (A) e comprimento das curvas de nível (Cn), definidos por Oliveira e Ferreira (2001).

Para determinação do coeficiente de compacidade (Kc) e índice de forma (If) foi utilizada a metodologia proposta por Villela e Mattos (1975).

Em relação à caracterização da composição e padrão de drenagem foram analisados a densidade de drenagem (Dd), extensão do percurso superficial (EPS) baseados em Horton (1945), razão de relevo (Rr) proposto por Schumm (1956) e coeficiente de manutenção (Cm) por Christofletti (1969).

Segundo França (1968), a densidade de drenagem $Dd = Cr/A$ (Dd – densidade de drenagem em km/km²; Cr – comprimento da rede de drenagem total em km; A – área da bacia hidrográfica), pode ser classificada como baixa (< 1,5), média (1,5 a 2,5) e alta (> 2,5).

Segundo Mota (1981) a declividade média é um parâmetro essencial para estudar os picos de enchentes e infiltração de água no solo, sendo $H = (H.Cn/A).100$ (H – declividade média em %; D – distância entre as curvas de nível em km; Cn – comprimento total das curvas de nível em km; A – área da bacia hidrográfica em km²), classificada por Chiarini e Donzelli (1973), considerando (0 a 12) plano ondulado, (12 a 20) forte ondulado, (20 a 40) acidentado e (> 40) montanhoso.

Segundo Rocha (1997) o coeficiente de rugosidade $RN = Dd \cdot H$ (RN – coeficiente de rugosidade sendo adimensional; Dd – densidade de drenagem em km/km²; H – declividade média em %) direciona o uso potencial da terra, onde A

(menor valor de RN) - terras apropriadas à agricultura, B – terras apropriadas à pastagem, C – terras apropriadas à pastagem e florestamento e D (maior valor de RN) – terras apropriadas à florestamento, segundo (Deamo, 2009).

A avaliação do risco de enchentes ocorre pelo índice de circularidade $I_c = 12,57 (A / P^2)$ (I_c – índice de circularidade sendo adimensional, A – área de bacia hidrográfica em km^2 , P – perímetro da bacia hidrográfica em km), quanto maior for o valor do I_c , maior será o risco de enchentes (Christofolletti, 1980) e pelo índice de forma $I_f = A/C^2$ (I_f – índice de forma sendo adimensional, A – área da bacia hidrográfica em km^2 , C – comprimento do rio principal em km) quanto maior o valor do I_f , mais circular será a bacia, portanto maior a possibilidade de enchente (Villela e Mattos, 1975). Os valores obtidos pelo índice de forma e circularidade foram interpretados a partir da tabela adaptada por Villela e Mattos (1975).

Segundo Villela e Mattos (1975) o coeficiente de compacidade $K_c = 0,28.P/\sqrt{A}$ (K_c – coeficiente de compacidade sendo adimensional; P – perímetro em km; A – área da bacia hidrográfica em km^2), pode variar de acordo com a forma da bacia, pois quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, menos sujeita às enchentes, considerando $K_c = 1 - 1,25$ (redondas para ovaladas); $1,25 - 1,50$ (ovaladas); $1,50 - 1,70$ (oblongas). Com isso o índice de forma e o coeficiente de compacidade são os parâmetros mais utilizados para verificar a suscetibilidade da bacia a inundações (Villela e Mattos, 1975).

Segundo Schumm (1956), a razão de relevo $R_r = H_m/C$ (R_r – razão de relevo em km/km , H_m – amplitude altimétrica máxima em km, C – comprimento do canal principal em km) demonstra que quanto maiores os valores, mais acidentado será o relevo e maior a declividade geral da bacia, portanto maior será a velocidade da água a escoar no sentido do seu comprimento (Carvalho, 1981). Piedade (1980) utilizou os seguintes valores para quantificar a razão de relevo, sendo: $0,00 - 0,10$ (baixa), $0,11 - 0,30$ (média), $0,31 - 0,60$ (alta).

Segundo Horton (1945) a extensão de percurso superficial (EPS) é a distância média percorrida pelas águas pluviais, onde $EPS = (1/2.D_d).100$ (EPS – extensão de percurso superficial em m; D_d – densidade de drenagem em km/km^2).

O coeficiente de manutenção $C_m = (1/D_d).100$ (C_m – coeficiente de manutenção km/km^2 ; D_d – densidade de drenagem km/km^2), calcula o mínimo necessário de área para a manutenção dos canais presentes na bacia. Segundo Lana et al. (2001) quanto menor for o resultado obtido para o coeficiente de manutenção, de uma maneira geral, maior é a riqueza da microbacia em cursos d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo dos parâmetros morfométricos da microbacia Ribeirão Água do Brejão, foi possível obter os resultados relacionados à dimensão, características do relevo e padrões de drenagem.

De acordo com a análise dos parâmetros dimensionais, seguem os valores:

Tabela 1. Parâmetros dimensionais da microbacia Ribeirão Água do Brejão

Parâmetros dimensionais da microbacia				
A	P	C	Cr	Cn
19,29	18,6	5,67	18,43	96,34

A – área (km^2); P – perímetro (km); C – comprimento do rio principal (km); Cr – comprimento da rede de drenagem total (km); Cn – comprimento das curvas de nível (km).

Analisando os valores referentes às características do relevo, o índice de forma 0,60 e o coeficiente de compacidade 1,19 indicam formatos ovalados e redondos para ovaladas, respectivamente, apontando uma tendência mediana a enchentes devido ao seu formato circular, pois quanto mais próximo de 1, mais próximo do formato circular. O índice de circularidade 0,70 ressaltou o formato da bacia.

A declividade média de 10% pode ser classificada como um relevo plano a ondulado de acordo com Chiarini e Donzelli (1973) ocasionando menor tendência ao escoamento superficial, consequentemente, os riscos a erosão serão menores (Mota, 1981). O parâmetro do coeficiente de rugosidade 9,54 confirma menor probabilidade de erosão, indicando solos apropriados para agricultura, com o uso de pastagens e culturas anuais.

Tabela 2. Características do relevo da microbacia Ribeirão Água do Brejão

Características do relevo								
Kc	If	Ic	H	Hm	MA	mA	Ha	RN
1,19	0,6	0,7	10	542	624	460	164	9,54

Kc – coeficiente de compacidade; If – Índice de forma; Ic – índice de circularidade; H – declividade média (%); Hm – Altitude média (m); MA – maior altitude (m); mA – menor altitude (m); Ha- amplitude altimétrica (m); RN – coeficiente de rugosidade (Obs: Kc, If, Ic e RN adimensional).

As características dos padrões de drenagem da microbacia mostra que a densidade de drenagem 0,96 km/km² é baixa de acordo com França (1968) indicando que a microbacia encontra-se associada com rochas resistentes, solo muito permeável, cobertura vegetal densa ou relevo suave. A razão relevo 0,03 segundo Carvalho (1981) é classificada como baixa o que indica menor velocidade da água a escoar a bacia, possibilitando melhor infiltração de água no solo. Os valores da Dd e Rr, certamente estão associados à presença de rochas permeáveis, o que indica facilidade de infiltração da água no solo, dificultando o escoamento superficial e risco de erosão e degradação ambiental (Rodrigues et al., 2008).

O valor da extensão de percurso superficial indica que a água das enxurradas percorrem 477,71 m e o coeficiente de manutenção de 1,05 km/km², ou seja, a área necessária para a manutenção dos canais presentes na bacia (1 km² para manter 1,05 km de rio), o que segundo Lana et al. (2001) é considerado de uma maneira geral um coeficiente alto, indicando baixa riqueza da microbacia em cursos d'água.

Tabela 3. Padrões de drenagem da microbacia Ribeirão Água do Brejão

Padrões de drenagem da microbacia			
Dd	EPS	Rr	Cm
0,96	477,71	0,03	1,05

Dd – densidade de drenagem (km/km²); EPS – extensão de percurso superficial (m); Rr – razão relevo (km/km); Cm – coeficiente de manutenção (km/km²).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores encontrados para o índice de forma e coeficiente de compacidade indicam que a microbacia possui uma tendência mediana a enchentes devido ao seu formato circular, sendo ressaltado pelo índice de circularidade.

A densidade de drenagem e razão relevo indicou facilidade de infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e degradação ambiental.

A declividade média demonstrou um relevo plano a ondulado e através do coeficiente de rugosidade foi possível identificar o melhor uso potencial da

microbacia, sendo solos apropriados para agricultura, como pastagens e culturas anuais.

Com base no exposto, pode-se concluir que a microbacia Ribeirão Água do Brejão encontra-se em boas condições em relação à conservação ambiental de acordo com o uso potencial da terra e facilidade de infiltração de água no solo, porém o formato circular indica tendência a enchentes, sendo necessário controle do plano de monitoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELI, Valdemir; THOMAZ, Edivaldo Lopes. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guamirangua - PR. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 8, n. 21, p.46-58, jun. 2007.

CARVALHO, W. A. **Relações entre relevos e solos da bacia do rio Capivara - município de Botucatu, SP**. Botucatu, (Tese de Livre-Docência) - FCA/UNESP, 1981. 193f.

CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Bol. Tec. Inst. Agron.**, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícias Geomorfológicas**. Campinas, v.9, 1969, p.35-64.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DEAMO, J.C.M. et al. Diagnóstico Físico-Conservacionista da microbacia dos córregos Pindaíba, Marimbondo e Tenda, Uberlândia-MG. In: II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Uberaba, MG, 2009. **Anais...** Uberaba: IFTM, 2009.

FRANÇA, G. V. **Interpretação de bacias e redes de drenagem aplicados a solos da região de Piracicaba (SP)**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. In: **Geological Society of America Bulletin**. Colorado, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio Tanque, MG - Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, vol. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981.

OLIVEIRA, A., FERREIRA, E. Caracterização de sub-bacias hidrográficas. 2001. Textos acadêmicos. **Revista Brasileira de Geografia e Física**. v. 3, p. 112 – 122, 2010.

PIEDADE, G. C. R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP.** Botucatu, (Tese de Livre Docência) - FCA/UNESP, 1980. 161f.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais.** 1 ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997, p.446.

SILVA, L. et al. Caracterização geomorfométrica e mapeamento dos conflitos de uso na bacia de drenagem do açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física.** v. 3, p.112-122, 2010.

SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. In: **Geological Society of America Bulletin.** v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1956.

TONELLO, Kelly Cristina. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões, MG.** 2005. 69 f. Dissertação (*Magister Scientiae* - Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia: Ciência e aplicação.** 2. ed. 2. reimpressão. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2001. 943 p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: **McGraw-Hill do Brasil**, 1975, p.245.

4.15 CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIBEIRÃO DO FAXINAL, LENÇÓIS PAULISTA - SP

Victor Costa Leda, Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia / Energia na Agricultura – FCA / UNESP / Botucatu / SP, victorleda@gmail.com
Vanessa Durante Polonio – Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia / Energia na Agricultura – FCA / UNESP / Botucatu / SP, van_polonio@hotmail.com;
Aline Kuramoto Gonçalves, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia / Energia na Agricultura – FCA/UNESP/Botucatu/SP, aline587@gmail.com;
Natália da Silva Lima, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia / Energia na Agricultura – FCA/UNESP/Botucatu/SP, nataliadslima@gmail.com;
Célia Regina Lopes Zimback, Profª. Adjunta do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA/UNESP/Botucatu/SP, czimback@gmail.com

RESUMO

Para que se diminua a degradação do solo e do meio ambiente, é necessário a conservação dos recursos naturais, e é primordial que em cada área a ser explorada seja respeitado suas limitações e aptidão. O objetivo do trabalho foi classificar o uso das terras da bacia do Ribeirão do Faxinal de acordo com sua capacidade de uso. Foi utilizado um modelo digital de elevação produzido a partir das curvas planialtimétricas para a produção da declividade, o mapa de solos da bacia do Ribeirão do Faxinal e foi empregado o "Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso" para a elaboração do trabalho. A bacia apresentou quatro classes de capacidade, sendo elas: II, III, IV e VI. A classe II foi a predominante na bacia, com aproximadamente 57% de toda área, e a classe IV foi que de menor destaque, com aproximadamente 1% da área da bacia.

Palavras-chave: Aptidão Agrícola, Declividade, Classes de uso.

ABSTRACT

In order to reduce the degradation of the soil and the environment, it is necessary to conserve natural resources, and it is main that in each area to be exploited their limitations and aptitude are respected. The objective of this work was to classify the use of the land of the watershed Ribeirão of the Faxinal according to capacity of use. It was used a digital elevation model produced from the planialtimetric curves for the slope production, the soil map of the watershed Ribeirão of the Faxinal and the "Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso" for the elaboration of the work. The watershed presented four classes of capacity: II, III, IV e VI. The Class II was the predominant one in the basin, with approximately 57% of the whole area, and class IV was that of less prominence, with approximately 1% of the area of the watershed.

Keywords: Agricultural Aptness, Slope, Land use classes.

INTRODUÇÃO

A adequada forma de exploração agrícola das terras depende da utilização racional deste recurso. Sistemas de manejo que destacam pouca atenção a conservação dos solos podem provocar alterações nas relações solo-água-fauna-flora-atmosfera, comprometendo este delicado equilíbrio (MARQUES et al., 2003).

Para que o risco de degradação do solo e do meio ambiente seja reduzido, visando a conservação dos recursos naturais, é necessário que em cada área a ser explorada seja respeitado suas limitações e aptidão. Dessa forma, é extremamente

necessário o conhecimento dos atributos dos solos e as variáveis físicas do ambiente, para o adequado planejamento de seu uso (ALVARENGA; PAULA, 2000).

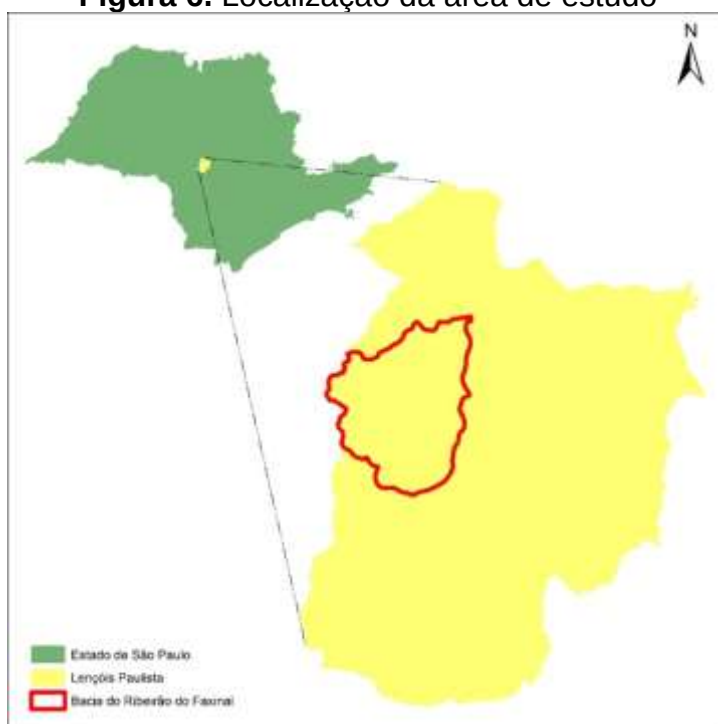
Para essa análise é possível utilizar o sistema de capacidade de uso da terra, que é uma classificação técnico-interpretativa, que foi originalmente criado nos Estados Unidos, e é utilizado para agrupar solos em classes de capacidade de uso semelhantes, e foi adaptado para o Brasil por Lepsch et al., (2015). Este sistema tem como foco identificar limitações de determinadas áreas e definir a máxima capacidade de uso, sem que aconteça a degradação do solo (LEPSCH et. Al., 2015).

A bacia do Ribeirão do Faxinal é de grande importância para o município de Lençóis Paulista, pois a localização é favorável para captação de água para abastecimento da população, pois ela se encontra próximo a área urbana. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, classificar o uso das terras da bacia do Ribeirão do Faxinal e, de acordo com sua capacidade de uso, recomendar práticas de conservação do solo nessa unidade hidrográfica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Ribeirão do Faxinal está inserido no município de Lençóis Paulista e faz parte da bacia do Rio Lençóis, que é um tributário primário do Rio Tietê. A bacia do Ribeirão do Faxinal (Figura 1) abrange uma área de 10328 ha entre os paralelos 22°34'34,38" e 22°42'20,49" latitude sul e os meridianos 48°58'37,89" e 48°49'22,49" longitude oeste de Greenwich.

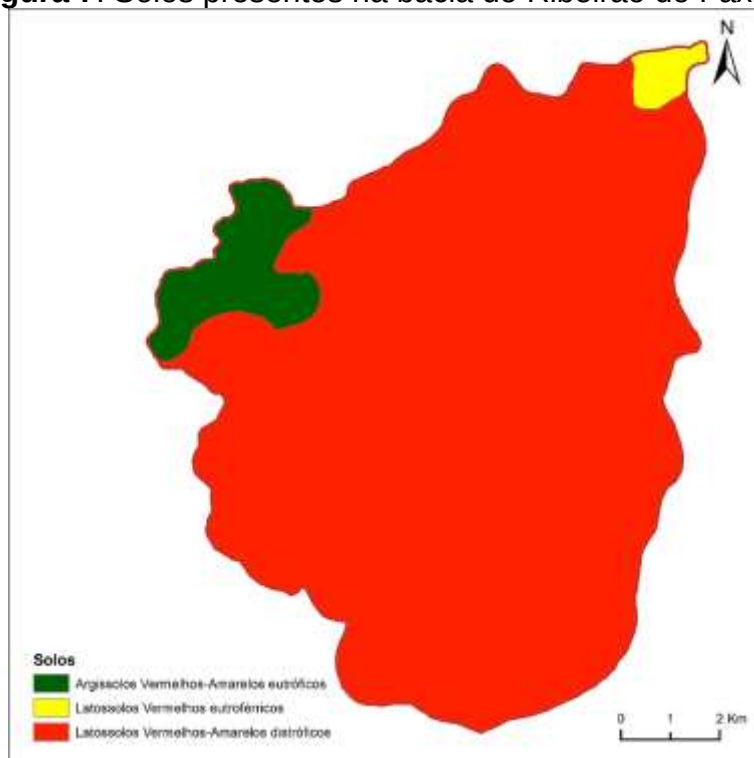
Figura 6. Localização da área de estudo



O clima do município na classificação de Köppen é Aw, clima tropical com estação seca de inverno. A precipitação média anual é em torno de 1300 mm, com temperatura média anual próxima de 21,8° C (CEPAGRI, 2017).

De acordo com Oliveira et al. (1999), a bacia do Ribeirão do Faxinal apresenta os Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelhos-Amarelos e Argissolos Vermelhos-Amarelos, como apresentado na Figura 2.

Figura 7. Solos presentes na bacia do Ribeirão do Faxinal



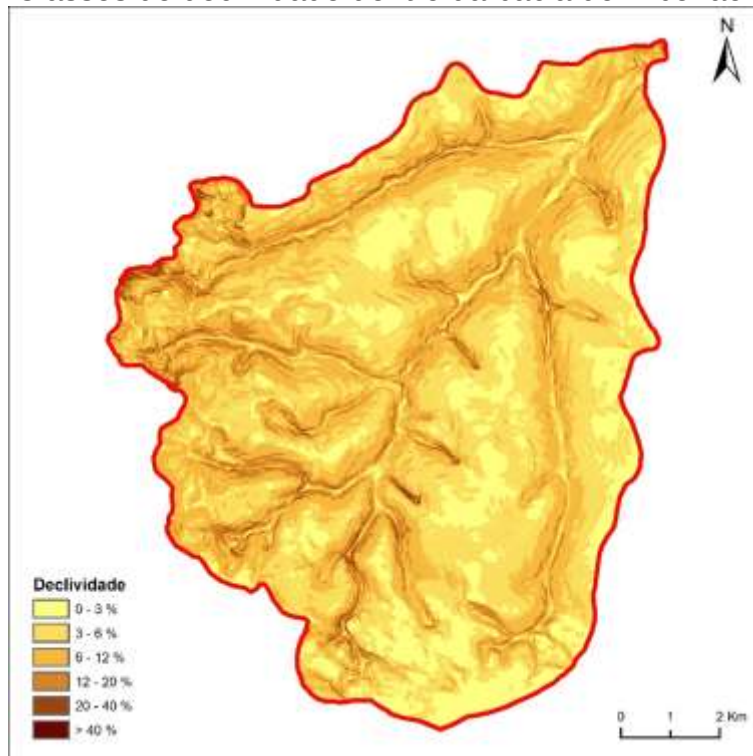
Os solos na bacia do Ribeirão do Faxinal (Tabela 1) estão distribuídos de forma distinta: a porção oeste da bacia possui a presença de Argissolos, que é constituído por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou horizonte E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa, e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B (EMBRAPA, 2006), e já o restante da bacia, incluindo a foz, é constituída por Latossolos que é composto por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2006).

Tabela 6. Tipos de solos presentes na bacia e suas áreas

Tipo de solo	Área (ha)
Latossolo Vermelho Eutrófico	130,69
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	612,10
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	9585,85

Para a produção de informações digitais de altimetria e declividade, foram utilizadas cartas planialtimétricas do Instituto Geográfico Cartográfico (IGC), disponíveis no Geoportal, com escala 1:10000 e equidistância vertical entre curvas de 5 metros. A partir dessas cartas produziu-se o mapa de declividade (Figura 3) da bacia.

Figura 8. Classes de declividade dentro da bacia do Ribeirão do Faxinal



A maior parte da bacia do Ribeirão do Faxinal possui declividades de até 6%. As maiores declividades estão presentes na proximidade dos córregos, onde as áreas de preservação permanente estão inseridas. Nas áreas com Argissolos apresentam, também, valores altos de declividade.

Foram utilizados os dados anteriormente citados para elaboração do mapa de capacidade de uso das terras para fins agrícolas, utilizada a versão nacional do sistema de capacidade de uso da USDA, intitulada “Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso” (LEPSCH et al., 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação metodológica de Lepsch et al., (2015), a bacia do Ribeirão do Faxinal apresenta quatro classes de uso (Figura 4):

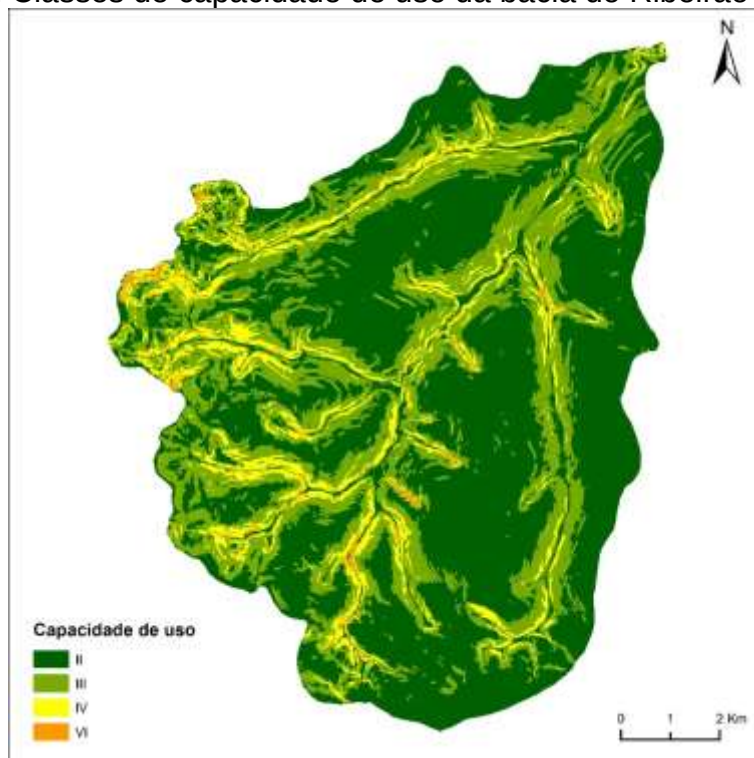
Classe II – Terras cultiváveis com problemas simples de conservação e/ou manutenção de melhorias;

Classe III – Terras que, se cultivadas sem os necessários cuidados, podem sofrer degradação rápida e requerer medidas complexas de conservação para produção de culturas anuais climaticamente adaptadas;

Classe IV – Terras cujas limitações permanentes são muito severas, se utilizadas com culturas anuais. Os solos não são adequados a cultivos intensivos e podem apresentar sérios obstáculos a mecanização.

Classe VI – Terras impróprias para culturas anuais, porém, aptas a culturas permanentes como pastagens e reflorestamentos. É necessário saber-se que são solos suscetíveis à erosão e deve-se aplicar técnicas de proteção e conservação;

Figura 9. Classes de capacidade de uso da bacia do Ribeirão do Faxinal



Observa-se (Tabela 2) que as classes II e III são as que representam maiores áreas dentro da bacia, sendo 5893,48 ha e 3435,26 ha respectivamente. As classes II e III constituem um total de 90,32 % da bacia, ou seja, necessitam de poucos cuidados de conservação se utilizadas de forma racional.

Tabela 7. Classes de usos e suas áreas

Classe de uso	Área (ha)
II	5893,48
III	3435,26
IV	893,05
VI	106,85

Segundo Hudson (1995), recomenda-se o cultivo em contorno e, em casos de longos comprimentos de rampa, a construção de terraços de absorção para as áreas com classes de aptidão II e III. Ainda recomenda-se a construção de terraços de base larga em nível, e manejo do solo com semeadura direta ou cultivo mínimo.

Áreas com classes de uso IV e VI representam apenas 9,68% da bacia, e estão localizadas nas proximidades dos córregos, nas áreas de preservação permanente.

Para áreas cultiváveis com a classes IV, Hudson (1995) recomenda cultivos anuais com pousios ou cultivo de pastagens. O autor também destaca que áreas com classe VI não são recomendadas para cultivos de ciclo curto, sendo áreas limitadas inclusive para pastagens, sendo que as maiores limitações dessa classe são o relevo e a facilidade de erosão.

CONCLUSÕES

Os latossolos são os mais frequentes dentro desta bacia, influenciando e simplificando as classes de capacidade de uso das terras, assim como as classes de capacidade de uso das terras variam de acordo com os conjuntos de atributos dos solos e ambiente.

A averiguação das classes de capacidade de uso permite estabelecer recomendações de uso e manejo dos solos e de práticas conservacionistas na área.

De toda a área da bacia, a classe de uso II foi a mais presente, com 57% de toda área e a classe de uso VI foi a de menor participação, com apenas 1% da área da bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M.I.N.; PAULA, M.B. Planejamento conservacionista em microbacias. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, p.55-64, 2000.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos municípios paulistas – Lençóis Paulista. 2017. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_086.html>. Acesso em: 01 mai. 2017.

IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo. GeoPortal IGC. 2017. Disponível em: <<http://geoportal.igc.sp.gov.br:8080/GeoPortallGC/Internet/>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il.

LEPSCH, I.F.; et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 170p.

MARQUES, J.F. et al. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281p.

HUDSON, N.W. **Soil conservation**. 3. ed. Ames: Iowa State University, 1995. 391p

4.16 GEOTECNOLOGIA APLICADA NA ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA PARA FINS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA

Aline Kuramoto Gonçalves- Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: aline587@gmail.com

Yara Manfrin Garcia- Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: yaramanfrin@hotmail.com

Felipe de Souza Nogueira Tagliarini- Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: felipe_tagliarini@hotmail.com

Gabriel Rondina Pupo da Silveira- Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: gabrielrondina@hotmail.com

Sérgio Campos- Docente do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: seca@fca.unesp.br

Zacarias Xavier de Barros- Docente do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Email: zacariasxb@fca.unesp.br

RESUMO

Estudos sobre o uso e ocupação da terra associados às características naturais das bacias hidrográficas são fundamentais para o planejamento e gerenciamento dos recursos naturais. Desta forma, este trabalho teve como objetivo a análise do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, Pederneiras/SP. Na metodologia adotou-se o uso de geotecnologias, como o Sistema de Informação Geográfica e o sensoriamento remoto por meio da imagem do satélite Sentinel 2A, de janeiro de 2017. Com base nos resultados obtidos constatou-se a predominância da cultura da cana-de-açúcar, reflorestamento, pastagem e de área urbana na bacia hidrográfica em estudo. Esses resultados são importantes para o planejamento ambiental e fornecem informações visando o manejo adequado dos recursos hídricos e do solo e consequentemente proporcionar manutenção da qualidade ambiental e de vida da população.

Palavras-chave: Geoprocossamento. Mapeamento. Meio ambiente.

ABSTRACT

Studies on the use and occupation of land associated with the natural characteristics of watersheds are fundamental for the planning and management of natural resources. In this way, this work had the objective of analyzing the use and occupation of land in the catchment area of the Pederneiras stream, Pederneiras / SP. The methodology adopted was the use of geotechnologies, such as the Geographic Information System and remote sensing by means of the Sentinel 2A satellite image, from January 2017. Based on the results obtained, it was verified the predominance of the sugarcane - sugar, reforestation, pasture and urban area in the study basin. These results are important for environmental planning and provide information for the proper management of water and soil resources and consequently provide maintenance of environmental quality and life of the population.

Keywords: Geoprocessing. Mapping. Land use. Environment.

INTRODUÇÃO

O homem é considerado o principal agente modificador do meio natural, já que este faz uso dos recursos naturais para o desenvolvimento das mais diversas atividades. Consequentemente, tais atividades proporcionam algum tipo de impacto ao meio ambiente, como por exemplo, a degradação do solo, erosão, assoreamento dos rios, interferência na qualidade e quantidade da água, inundação, entre outros. Acontecimentos como estes mencionados anteriormente, deixam ainda mais em evidência, a importância de estudos em busca de medidas para minimizar esses impactos.

Por isso, tem-se a bacia hidrográfica como unidade de estudo e de gerenciamento de recursos hídricos, esta pode também ser tratada como unidade geográfica, onde os recursos naturais se integram.

O estudo do espaço geográfico e dos aspectos ambientais nele inseridos pressupõe uma série de conhecimentos e informações que precisam ser trabalhados de maneira mais ágil, fácil e rápida, destacando assim as novas tecnologias. Assim, para Fitz (2008), as geotecnologias trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos.

Dentre as geotecnologias, destacam-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o sensoriamento remoto. Estes são técnicas essenciais quando refere-se ao levantamento do uso e ocupação do solo que é imprescindível para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado.

O levantamento do uso da terra permite avaliar as alterações provocadas e fornecer informações essenciais para o manejo dos recursos naturais e, essas informações adquiridas podem revelar o grau de conservação, preservação ou artificialização de uma determinada localidade (VIERA; ROVANI, 2009).

Desta forma, a presente pesquisa foi desenvolvida na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, localizada nos municípios de Agudos e Pederneiras, no estado de São Paulo, tendo como objetivo mapear e avaliar os diferentes usos e ocupações da terra e contribuir para o planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos além de subsidiar informações para futuros trabalhos realizados nesta área.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras está localizada entre 22°20' e 22°26' de latitude S e 48°44' e 48°56' de longitude W Gr., abrangendo áreas pertencentes aos municípios de Agudos e Pederneiras, com uma área de aproximadamente 14918.28 hectares. Esses municípios estão distantes cerca de 320 km da capital do estado de São Paulo. E, está inserida na bacia hidrográfica do Tietê - Jacaré que pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI - 13) do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo.

A bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras geologicamente faz parte da unidade geotectônica denominada Bacia do Paraná que, segundo Almeida e Melo (1981), refere-se a uma vasta superfície formada num grande geossinclinal pela deposição de sedimentos e derrames de lavas basálticas.

O clima da região é classificado, conforme *Köppen*, como do tipo Aw sendo definido como clima tropical, com inverno seco e frio e predominância de chuvas no verão. A temperatura média anual é de 22,5°C e a precipitação média anual de 1322,39mm (CEPAGRI, 2017).

O SIG utilizado para a criação do banco de dados georreferenciado, tratamento, análise dos dados espaciais e visualização de imagem foi o ArcGis 10.3. Utilizou-se para o apoio cartográfico, as cartas planialtimétricas editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em formato digital, na escala 1:50.000, com equidistância das curvas de nível de 20 metros, referente às Folhas de Agudos (SF-22-Z-B-II-3) e de Jaú (SF-22-Z-B-II-4) (IBGE, 1973).

Imagem de satélite utilizada foi do Sentinel-2A, sensor *Multi Spectral Instrument* (MSI), de janeiro de 2017, com resolução espacial de 10 metros (referente as bandas 2, 3 e 4) que foi obtida gratuitamente através do catálogo de imagens do Departamento do Interior dos EUA/ Pesquisa Geológica dos EUA.

A primeira etapa consistiu, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, no georreferenciamento das cartas planialtimétricas do IBGE e por estas estarem no *datum* Córrego Alegre converteu-se para ao *datum* atual, Sirgas 2000. Na sequência, delimitou-se a bacia hidrográfica e vetorizou a rede de drenagem.

Na sequência, fez-se o download das bandas (já georreferenciadas) 2, 3 e 4 do satélite Sentinel -2 e adicionou-se ao SIG ArcGis/ArcMap e, por meio da ferramenta *Composite Bands* realizou-se o processo de composição colorida em RGB (*Red, Green, Blue*) com as bandas 4, 3, 2 respectivamente.

Dando continuidade, criou-se uma *Feature Class* denominada uso do solo e delimitou-se os elementos referente ao uso e ocupação. Este processo é conhecido como classificação em tela. A classificação é o processo de extração de informações em imagens para identificar objetos homogêneos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A criação dos municípios de Agudos e Pederneiras, bem como toda a região, tiveram seu desenvolvimento relacionado ao cultivo de café e a expansão da ferrovia para escoamento dessa produção. Esses municípios estão localizados próximo ao centro geográfico do estado de São Paulo e integram a região administrativa de Bauru.

Por meio do mapa de uso e ocupação atual da terra da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneira de 2017, foi possível identificar quatorze (14) classes de uso que são: área urbana, mineração, mata ciliar, mata, reflorestamento, pastagem, cana-de-açúcar, represas, Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), solo exposto, moradias e barracões, Floresta Estadual de Pederneiras, uso não identificado e campo sujo.

A cultura de cana-de-açúcar com 6286,26ha é a classe que representa o maior uso da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras. Essa cultura tem sua exploração com alto nível tecnológico e a produção é designada para indústrias da região.

A área de reflorestamento é de 5605,56ha. Deste valor, 5539ha estão localizados na porção sudoeste da área de estudo (município de Agudos) e pertencem a uma empresa que utiliza a madeira na produção de Medium Density Fiberboard (MDF) e outros derivados.

As áreas de pastagem (298,65ha) compreendem as áreas cobertas por gramíneas, plantas graminóides, arbustos e árvores dispersas, onde a pastagem foi sendo introduzida artificialmente com plantações de forrageiras, sendo que, a atividade mais frequente é a criação extensiva de gado.

Na Figura 1 tem-se o mapa de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras de 2017 e na Tabela 1, os valores obtidos de cada uso.

Figura 1 - Mapa do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

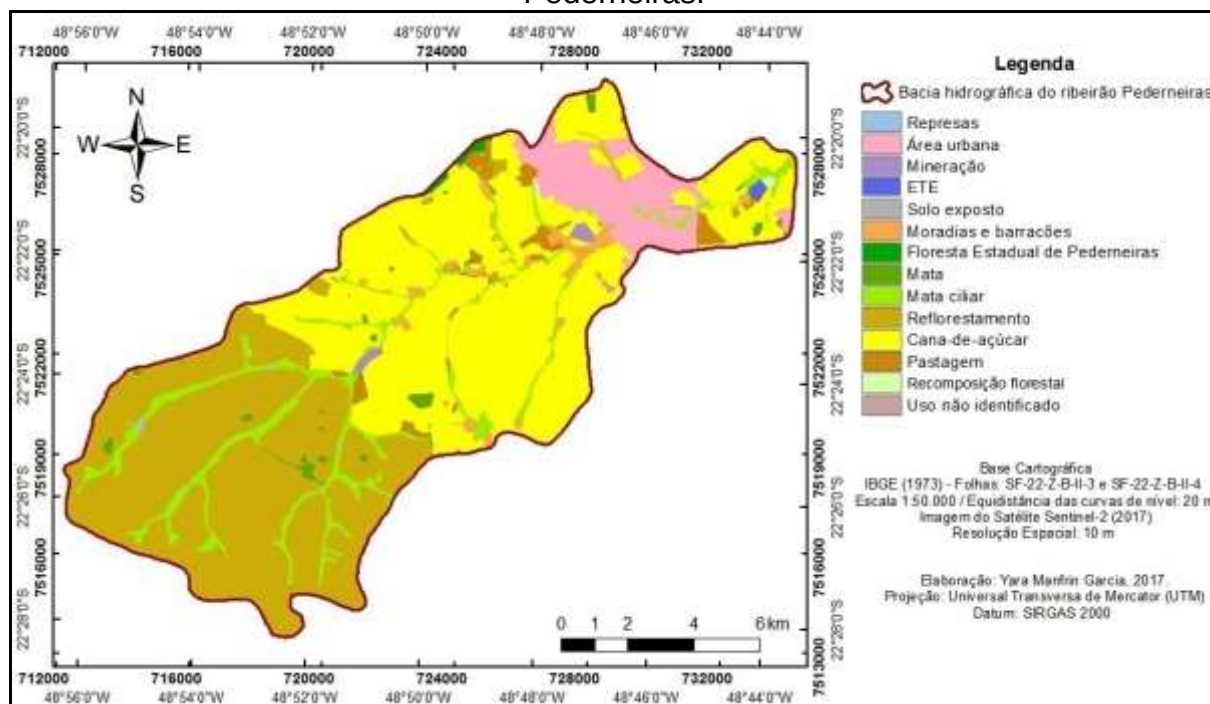


Tabela 1 - Uso da terra da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras

Uso e cobertura da Terra	Área	
	ha	%
Área Urbana	1111,54	7,45
Mineração	57,21	0,39
Mata ciliar	1010,51	6,77
Mata	162,29	1,09
Reflorestamento	5605,56	37,57
Pastagem	298,65	2,0
Cana-de-açúcar	6286,26	42,14
Represas	15,22	0,1
ETE	22,47	0,15
Solo exposto	8,65	0,06
Moradias e barracões	267,52	1,8
Floresta Estadual de Pederneiras	45,02	0,3
Uso não identificado	7,62	0,05
Recomposição florestal	19,76	0,13
Total	14918,28	100

Quanto a categoria "mata" (162,29ha) foram considerados fragmentos de vegetação nativa em proporções pequenas e dispersos. Já "mata ciliar" refere-se as áreas ao entorno dos cursos d'água e nascentes, sendo que esta categoria corresponde a 1010,51ha, 6,77% da área de estudo.

A categoria "moradias e barracões" com 267,52ha engloba as mais variadas construções na área rural, sejam elas, casas, barracões de equipamentos, galpões para frango de corte e demais construções tendo seu entorno arbóreo ou limpo.

A Floresta Estadual de Pederneiras ocupa uma área de 45,02ha sendo variada sua vegetação que é representada por plantio de pinus e eucalipto e também fragmentos de cerrado e floresta estacional semidecidual (Mata Atlântica).

Desta forma, com base no exposto, pode-se afirmar que na área de estudo tem a predominância de áreas agrossilvipastoris, pois apresentam combinações de agricultura, silvicultura e pecuária. E devido as atividades antrópicas que podem causar problemas ambientais, enfatiza-se a adoção de medidas preventivas e corretivas.

CONCLUSÕES

A utilização das geotecnologias (Sistema de Informação Geográfica e sensoriamento remoto) contribuem para que seja possível identificar, caracterizar e mapear diferentes tipos de uso e ocupação da terra. Nesta perspectiva, a adoção de uma bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental e gerenciamento dos recursos hídricos, permite avaliar as atividades antrópicas e seus impactos que podem vir a ocorrer.

Os usos e ocupações da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras são predominantemente agrícolas, sendo que sua dinâmica apresenta-se muito ligada ao contexto regional onde predomina a cultura da cana-de-açúcar e da pastagem.

Espera-se que esta pesquisa possa colaborar com futuros trabalhos realizados nesta bacia hidrográfica e fornecer subsídios para tomadas de decisões visando a melhoria ambiental não somente da área de estudo mas sim de toda a região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Energia na Agricultura e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M.; MELO, M. S. A bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: SÃO PAULO (Estado). In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, v.1, p.46-81, 1981.

CEPAGRI. Unicamp. **Clima dos Municípios Paulistas**. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Carta topográfica**: folha de Agudos (SF-22-Z-B-II-3) e de Jaú (SF-22-Z-B-II-4). Serviço gráfico do IBGE, 1973.

VIERA, E. G.; ROVANI, F. F. M. O uso da terra em Silveira Martins: uma nova perspectiva ou possibilidade por meio das geotecnologias. In: Encontro de Geógrafos de América Latina. Montevideo: Uruguai. 2009. **Anais...** 2009.

4.17 O USO DO SIG NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA LOCALIZADA EM ÁREA DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO GUARANI

Joyce Reissler – Bióloga, Mestra e Doutoranda em Agronomia (Programa em Irrigação e Drenagem) da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –

UNESP, Botucatu-SP. Email: joyce_reissler@hotmail.com

Rodrigo Lilla Manzione - Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Tupã-SP. Email: manzione@tupa.unesp.br

RESUMO

A análise da morfometria de uma bacia é a base de compreensão de suas condições fisiográficas naturais e seus resultados oferecem indicadores de suscetibilidade à degradação ambiental e auxiliam no planejamento para o manejo e fomentação de ações mitigadoras para a conservação e uso dos recursos naturais. O objetivo do estudo foi a caracterização morfométrica em área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) para gerar informações para o melhor planejamento e conservação da água subterrânea em áreas vulneráveis. A área de estudo foi a Bacia do Ribeirão do Jacú, Tejupá, SP, localizada integralmente em região de recarga do SAG. Ferramentas de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) foram utilizadas para a avaliação morfométrica. Os resultados apontaram que ocorre uma menor tendência de escoamento superficial e maior capacidade de infiltração do solo, o que remete um maior cuidado com o uso e manejo do solo local.

Palavras-Chave: SAG, Planejamento Ambiental, Água Subterrânea.

ABSTRACT

The basin morphometry analysis is the basis for understanding the natural physiographic conditions. The results provide susceptibility indicators to environmental degradation and assist in planning for the management and of actions mitigating for the conservation and use of natural resources. The objective of this study was the morphometric characterization in an outcrop area of the Guarani Aquifer System (GAS) and generate information for better a planning for groundwater resources conservation. The study area was the Ribeirão do Jacú, Tejupá, SP, entirely in the outcrop area of GAS, a high vulnerability region. Geographic Information System (GIS) were used for morphometric evaluation. The results indicated that there is a lower surface runoff trend and greater soil infiltration capacity, which leads to greater care with the land use and local management.

Keywords: GAS, Environmental Planning, Groundwater.

INTRODUÇÃO

A caracterização e avaliação ambiental de uma região permite a identificação da complexidade do ecossistema diante da dinâmica de sua ocupação e vulnerabilidade, permitindo, assim, um melhor proveito do uso da terra de forma sustentável e a gestão de oportunidades de acordo com a realidade local. Desta maneira, torna-se imprescindível compreender a dinâmica local para tornar possível a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção e recuperação da zona de afloramento do SAG, através da adequação e implantação de atividades compatíveis com a proteção e recuperação do manancial.

As áreas de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) constituem importantes entradas de água no sistema hídrico, sendo de fundamental importância para sua recarga. Diante disso, é necessário compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção e recuperação de áreas de afloramento do SAG por meio da adequação e implantação de atividades compatíveis com a proteção e recuperação do manancial. Adequar a atividade humana em função da capacidade de suporte do meio é fazer uma parceria com as características naturais do terreno para uma ocupação ambientalmente responsável.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais com o objetivo de elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental e analisar as tendências da degradação ou conservação ambiental de bacias.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a Bacia do Ribeirão do Jacú, afluente à margem esquerda do Rio Paranapanema à jusante da Represa Jurumirim. A bacia está localizada no município de Tejuapá, região sudoeste do Estado de São Paulo e está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 14 (UGHRI-14), correspondente à Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (ALPA). O município está localizado na latitude 23°20'34" Sul e na longitude 49°22'35" Oeste, a uma altitude de 765 metros, classificado como tipo climático tropical úmido e pluviosidade média de 1.200 mm/ano. Conforme o Relatório Síntese do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani (PDPA-SAG), proposto por Albuquerque Filho et al. (2011), o município de Tejuapá está inserido em área delimitada como de proteção ao afloramento do Aquífero Guarani.

Para a delimitação do divisor de águas da Bacia do Ribeirão do Jacú, com suas marcações de entorno e rede de drenagem, bem como todas as medições relativas ao comprimento dos canais de drenagem ou distâncias, foram utilizadas ferramentas de medição de um software livre de Sistema de Informações Geográficas (SIG), o SPRING via geoprocessamento da rede hidrográfica digitalizada tomando como referência as cartas topográficas do IBGE em escala de 1:50.000.

A ordem da bacia foi obtida segundo o sistema de Strahler (1957). Para os parâmetros dimensionais da bacia, foram utilizados os seguintes atributos: comprimento do rio principal (HORTON, 1945), comprimento total da rede de drenagem, perímetro da bacia e área da bacia.

Com os parâmetros dimensionais da bacia foram calculadas as variáveis relacionadas à forma e à drenagem da bacia: composição da rede de drenagem e fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compactidade, razão de ramificação ou de bifurcação, relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem e relação entre o comprimento de cada ordem (HORTON, 1945; VILLELA e MATTOS, 1975).

As variáveis relativas à drenagem foram: densidade de drenagem (HORTON, 1945; FRANÇA, 1968; RODRIGUES et al, 2013), densidade hidrográfica e extensão do percurso superficial da enxurrada (CHRISTOFOLETTI, 1969) e índice de sinuosidade dos canais (HORTON, 1945; ALVES e CASTRO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características da rede de drenagem e dos parâmetros dimensionais do Ribeirão do Jacú permitiram constatar que a área da Bacia foi de 36,74 km², seu perímetro calculado de 37,21 km, comprimento do canal principal de 16,64 km e com uma rede de drenagem total de 54,03 km (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas da Bacia do Ribeirão do Jacú.

Características Físicas	Unidade	Resultados
Área da Bacia (A)	km ²	36,74
Perímetro da Bacia (P)	km	37,21
Comprimento da drenagem total (Cr)	km	54,03
Comprimento do canal principal (Cp)	km	16,64
Fator de forma (Ff)	-	0,13
Índice de circularidade (Ic)	-	0,33
Coefficiente de compacidade (Kc)	-	1,72
Ordem (W)	-	4
Densidade hidrográfica (Dh)	-	1,28
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	1,47
Coefficiente de manutenção (Cm)	m/m ²	0,68
Extensão do percurso superficial (Eps)	m	340
Índice de sinuosidade (Is)	-	1,28

Os resultados (Tabela 1) apresentam Ff= 0,13, Ic= 0,33 e Kc = 1,72. Esses índices indicam que o formato da Bacia do Ribeirão do Jacú apresenta-se como comprida e com tendências à conservação e baixa suscetibilidade à degradação. Para todos esses índices, quanto mais próximos ao valor 1, mais próxima a sua correspondência a uma bacia circular (GANDOLFI, 1971, citado por SILVA et al, 2006). No caso dos parâmetros Ff e Ic, quanto maior for este fator mais circular ou redonda será a bacia, conseqüentemente, maior serão os riscos de rápida concentração de água da chuva no canal principal. Desta forma, aumentarão também as inundações, os assoreamentos e a degradação ambiental. Já para Kc, quanto maior for o fator, mais alongada será a bacia, diminuindo assim os riscos de concentração rápida da água das chuvas para o canal principal, os assoreamentos, inundações e degradação ambiental.

A Dh indica a frequência de cursos de água existentes na área da bacia, representando seu comportamento hidrográfico e sua capacidade de gerar novos cursos de água (CHRISTOFOLETTI, 1969), sendo o valor de Dh= 1,28 apresentado na Bacia do Ribeirão do Jacú. Assim, este valor indica que há 1,28 canais por km² da bacia.

Esta bacia possui uma Dd de 1,47 km de rios/km² de área, o que permite inferir que o substrato da bacia possui um baixo escoamento superficial e maior infiltração da água, o que confere características de funcionamento estável, com alta relação infiltração/deflúvio. O Cm, que representa a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (CHRISTOFOLETTI, 1969), foi

de 0,68 m²/m na bacia de estudo. Já a Eps representa que a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente é de 340 m.

O Is, que indica a relação entre o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal), com a sua distância vetorial (comprimento em linha reta), é de 1,28. Valores próximos a 1 (um) indicam que o canal tende a ser retilíneo com elevado controle estrutural ou alta energia, como é o caso do Ribeirão do Jacú (RODRIGUES et al, 2013). A sinuosidade dos canais também pode ser influenciada pela carga de sedimentos, pela sedimentação litológica, estruturação geológica e declividade dos canais (LANA et al, 2001).

Segundo o sistema de classificação de Strahler (1957), o Ribeirão do Jacú apresenta-se como uma bacia de 4ª ordem e indica consideráveis ramificações. O seu padrão de drenagem é dendrítico apresentando um grande número de nascentes. Esse aspecto configura uma grande ocorrência de segmentos de primeira ordem e um relevo consideravelmente recortado. A Tabela 2 mostra que a bacia apresenta a ocorrência de 65 canais de primeira ordem, 19 canais de segunda ordem, 12 canais de terceira ordem e 13 canais de quarta ordem. Com um total de 109 canais, a bacia apresenta uma rede de drenagem de aproximadamente 15,7 km de comprimento.

Tabela 2. Ordem, quantidade e comprimento dos segmentos de rios da Bacia do Ribeirão do Jacú.

w	Nw	Lw (km)	Rb	Lmw (km)	RLm
1ª	65	30,74	2,37	0,68	1,02
2ª	19	8,84	1,58	0,46	1,24
3ª	12	6,88	0,92	0,57	0,68
4ª	13	7,57	-	0,58	-
Nt / Lt	109	54,03	-	-	-
Média	-	-	1,62	0,57	0,98

w: canais de cada ordem; Nw: número total de canais de cada ordem; Lw: comprimento total dos canais de cada ordem (em km); Rb: razão de bifurcação dos canais; Lmw: comprimento médio dos canais de cada ordem (em km); Rlm: relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem; Nt: número total de Nw, Lt: número total de Lw.

A Rb apresentada pela bacia foi de 1,62, considerada baixa, segundo Horton (1945). Quanto menor a razão de ramificação ou bifurcação da bacia, desde que conservada, menor será a tendência do escoamento superficial das águas pluviais e, conseqüentemente, maior será a capacidade de infiltração da água no solo, resultando em alta relação entre infiltração e deflúvio.

A maioria dos tributários do Ribeirão do Jacú encontram-se em sua margem esquerda. Isso se deve ao fato da formação geológica do terreno, em sua margem esquerda, caracterizar-se por formações de basalto que, pela menor infiltração da água precipitada para o subsolo, há maior ocorrência de cursos superficiais. Em contrapartida, a margem direita do Ribeirão do Jacú caracteriza-se pela presença de arenitos finos por onde a água precipitada, bem como qualquer insumo agrícola utilizado em superfície, infiltra-se e percola mais facilmente com conseqüente maior ocorrência de corpos d'água subterrâneos.

CONCLUSÃO

Apesar da tendência à conservação da bacia pela baixa suscetibilidade à degradação natural sem grandes problemas com inundação, assoreamento e degradação, na Bacia do Ribeirão do Jacú ocorre uma menor tendência de escoamento superficial e maior capacidade de infiltração do solo, o que remete um maior cuidado com o uso e manejo do solo local. Considerando que as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas estão relacionadas ao uso do solo, e neste caso em especial a agricultura, boas práticas de manejo, uso controlado de agrotóxicos e descarte correto de resíduos sólidos são imprescindíveis.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE FILHO, J. S. et al. Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. São Paulo. IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: CPLA – Coordenação de Planejamento Ambiental, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, n. 18, p. 35-64, 1969.

FRANÇA, G. V. Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba. 1968. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1968.

GANDOLFI, P. A. Investigações sedimentológicas, morfométricas e físico-químicas nas bacias do Mogi-Guaçu, do Ribeira e do Peixe. Tese (Livre Docência) - Departamento de Geologia e Mecânica dos Solos, EESC-USP, São Carlos, 1971.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*. v. 56, n.3, p. 275-370, 1945.

LANA, C. L; ALVES, J. M. P; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da Bacia do Rio Tanque, MG – Brasil. *Revista da Escola de Minas*. v.54, n. 2, p. 121-126, 2001.

RODRIGUES, V. A. et al. Morfometria da microbacia Ribeirão das Araras. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*. Garça, SP. Ano XI. V.21. N1, 2013.

STRAHLER, A. N. Quantitative analyses of watershed geomorphology. *Transactions of American Geophysical Union*, Washington, v.38 p. 913-920, 1957.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p.

4.18 MORFOMETRIA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS EM ÁREAS DE CONFLITO DE USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SERTÃOZINHO - SP

Gabriela Ferracini de Pina¹, Renata Cristina Araújo Costa², Teresa Cristina Tarlé Pissarra³
(1) Estudante de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Departamento de Engenharia Rural, Laboratório de Geomática; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal; Rodovia de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, São Paulo/ gabifpina@yahoo.com.br; (2) Estudante de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Departamento de Ciências Exatas; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal; Rodovia de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, São Paulo, renata.criscosta@gmail.com; (3) Professora Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Laboratório de Geomática; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal; Rodovia de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, São Paulo, teresap1204@gmail.com

RESUMO

O uso inadequado da terra gera prejuízos à conservação do solo e gestão dos recursos hídricos. Pensando nisso, o trabalho objetivou caracterizar morfometricamente as microbacias hidrográficas, destacando aquelas que se encontram em áreas de conflito de uso da terra na zona rural do município de Sertãozinho – SP. Pelo software ArcGIS foram identificadas 23 microbacias, estando 9 dessas situadas em áreas de conflito. As áreas conflitantes por microbacia em cada classe foi de 47,113 km² para conflito 1, 8,373 km² para conflito 2 e 7,585 km² para conflito 3. O Sistema de Informação Geográfica se torna uma aliada no planejamento de políticas públicas para a conservação ambiental municipal.

Palavras-chave: SIG, gestão ambiental, conflito de uso e ocupação.

ABSTRACT

Inadequate land use causes damage to soil conservation and management of water resources. The objective of this work was to characterize morphometrically the hydrographic basins, highlighting those found in areas of land use conflict in the rural area of the municipality of Sertãozinho - SP. Through the ArcGIS software, 23 subbasins were identified, 9 of them located in conflict areas. The conflicting areas by subbasin in each class were 47,133 km² for conflict 1, 8,373 km² for conflict 2 and 7,585 km² for conflict 3. The Geographic Information System becomes an ally in the planning of public policies for municipal environmental conservation.

Key words: GIS, environmental management, conflict of use and occupation.

INTRODUÇÃO

O uso inadequado dos recursos naturais bem como a falta de manejos adequados leva a rápida degradação do solo e da água, tal processo vem se intensificando nos últimos anos. A falta de política de uso do solo colabora para que o uso atual esteja acima da capacidade de suporte do ambiente (Valle Junior et al., 2015), aumentando o impacto sobre os ecossistemas naturais e diminuindo a área agricultável de solo ao longo da paisagem (Montgomery et al., 2016).

O uso inadequado da terra gera prejuízos à conservação do solo e gestão dos recursos hídricos (Tagliarini; Rodrigues, Campos, 2014). A identificação das áreas de conflito ambiental nas microbacias hidrográficas auxilia os tomadores de decisão sobre a gestão do território municipal.

Considerando a importância da bacia hidrográfica como unidade territorial para o planejamento do manejo dos recursos hídricos e para o manejo e a conservação do solo e da água em áreas agrícolas e florestais (Pissarra, 2013) e o aumento do conhecimento e caracterização dessas bacias, o estudo utilizou a caracterização das áreas utilizando a análise morfométrica. Tal análise possibilita a avaliação do potencial de suporte para grandes áreas auxiliando na tomada de decisão sobre a zonas mais frágeis (Melton, 1957; Rocha; Kurtz, 2001).

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas compreende uma análise quantitativa, que consiste na caracterização de parâmetros fisiográficos. Estes dados correspondem em indicadores físicos da bacia, levando em consideração parâmetros como densidade de drenagem, coeficiente de rugosidade, comprimento da rede de drenagem entre outros.

Os softwares do Sistema de Informação Geográfica (SIG) auxilia no processamento destas informações e na avaliação do uso e ocupação do solo, além de facilitar a análise das bacias hidrográficas (Kearns et al., 2005).

Sendo assim, o trabalho objetivou caracterizar morfometricamente as microbacias hidrográficas, destacando aquelas que se encontram em áreas de conflito de uso da terra na zona rural do município de Sertãozinho – SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Área do estudo

O Município de Sertãozinho está localizado na porção Centro-Norte do Estado de São Paulo, no Planalto Ocidental Paulista, tendo como referência as coordenadas geográficas 21° 08' 16" Latitude Sul e 47° 59' 25" Longitude Oeste de Greenwich. Apresenta área territorial de aproximadamente 403,89 km² (IBGE, 2010).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw- tropical úmido e seco. A temperatura média anual na região é de 22,8 °C, a precipitação média anual está ao redor de 1.588,5 mm (Cepagri). O relevo apresenta-se em grande extensão como suave-ondulado e ondulado, com altitude variando de 310 m a 610 m. O Município está vinculado a ABAGH/RP (Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto) e faz parte da UGRHI – 9 da Bacia Mogi-Guaçu, com parte de sua área na UGRHI – 4 (Rio Pardo) (ABAGH/RP).

Morfometria de microbacias e elaboração do mapa de conflito de uso da terra

A delimitação das microbacias hidrográficas foi gerada automaticamente utilizando a ferramenta *Basin* da pasta *Hydrology*. A rede de drenagem foi processada de forma automática utilizando como base de dados o modelo digital de elevação do terreno (MDE) da Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, resolução espacial 30 metros (TOPODATA) no programa “ArchHydro” do software ArcGis 10.1.

A delimitação da rede de drenagem foi processada pela ferramenta *ArchHydro* que é feita pela aplicação sequencial de diferentes processos: *Fill Sinks* - *Flow Direction*- *Flow Accumulation* - *Stream Definition* - *Stream Segmentation* - *Watershed Delimitation*, responsáveis por ver a direção do fluxo, calcular a vazão e acumulação da água para dar forma a microbacia. A declividade foi gerada a partir da ferramenta *slope*, utilizando a categoria *percent rise*.

Cada microbacia foi caracterizada utilizando os parâmetros morfométricos dimensionais: área (A – km²), comprimento da rede de drenagem (Cr - km), declividade (D - %) e os parâmetros morfométricos derivados: densidade de drenagem (Dd – CR/A), coeficiente de rugosidade (RN/UP – Dd*D). A determinação

desses parâmetros foi feita tendo em consideração os critérios estabelecidos por Horton (1945) e Strahler, (1957). O coeficiente de rugosidade (RN, siglas em inglês de *Rudgness Coeficient*) foi utilizado para classificar a aptidão das terras (uso potencial).

O conflito de uso do solo (C) é gerado pela álgebra de mapas determinada pela Equação 1 utilizando os pesos para cada Uso Potencial (UP) conforme metodologia proposta por Valle Junior (2008) e Uso do Solo Atual (UA).

$$\text{Classe de conflito (C)} = \text{PesoUPi} * \text{Peso UAj} \quad \text{Eq.(1)}$$

Somente os valores positivos são considerados conflito de uso, os valores negativos e zeros são considerados áreas de expansão agrícola. As classes de conflitos valores positivos em graus 1, 2 e 3 de acordo com Valle Junior (2008) com limitações e riscos diferenciados.

Para determinar o Uso Atual (UA) foi utilizado como base o mapa do IBGE Cerrado do ano de 2013, obtido pelo do Soma Brasil. Ele foi reclassificado em três classes agricultura (agricultura e solo exposto), floresta (mata, silvicultura e água) e pecuária. A área urbana foi vetorizada e retirada da classificação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas e caracterizadas 23 microbacias no município. A Tabela 1 descreve a análise morfométrica de cada uma.

Tabela 1. Análise morfométrica das microbacias do município de Sertãozinho – SP.

Microbacias	Área (km ²)	Declividade	CR (km)	Dd (km)	RN/UP (ad.)
1	0,52	3,28	0,6	1,154	3,785
2	15,96	2,06	9,45	0,592	1,220
3	3,46	1,77	2,12	0,613	1,085
4	47,01	1,78	27,81	0,592	1,053
5	3,04	1,26	5,91	1,944	2,450
6	6,61	1,26	2,34	0,354	0,446
7	88,48	2,56	54,09	0,611	1,565
8	57,7	1,83	28,21	0,489	0,895
9	20,31	1,96	11,33	0,558	1,093
10	1,97	1,61	1,13	0,574	0,924
11	8,77	2,05	4,55	0,519	1,064
12	3,92	1,88	3,18	0,811	1,525
13	5,05	1,77	1,2	0,238	0,421
14	2,25	2,42	1,75	0,778	1,882
15	17,79	2,47	9,09	0,511	1,262
16	1,95	2,81	1,98	1,015	2,853
17	9,32	2,34	3,04	0,326	0,763
18	6,92	3,88	5,32	0,769	2,983
19	2,65	2,37	2,12	0,800	1,896
20	5,74	2,19	1,98	0,345	0,755
21	5,8	2,11	4,63	0,798	1,684
22	21,95	2,28	21,38	0,974	2,221
23	5,48	2,65	10,43	1,903	5,044

O mapa de conflito de uso do solo por microbacia é apresentado na Figura 1. Em uma extensão considerável do Município não existe conflito de uso, sendo 18,41% do total da área sem contar a zona urbanizada distribuídos em conflitos de classe 1 (47,113 km²), conflito de classe 2 (8,373 km²) e conflito de classe 3 (7,585 km²) – Tabela 2.

Figura 1. Mapa de conflito de uso da terra por microbacias do município de Sertãozinho – SP.

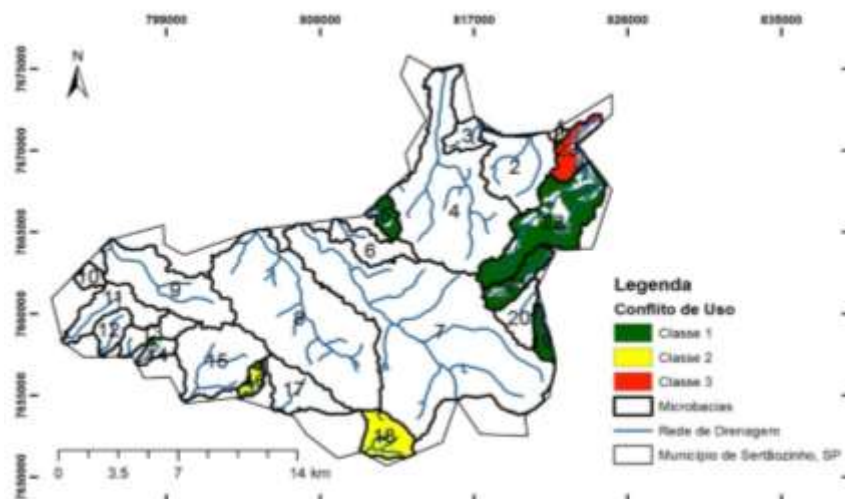


Tabela 2. Microbacias e suas percentagens de áreas conflitantes no município de Sertãozinho – SP.

Microbacias	Conflito 1 (km ²)	C/A (%)	Conflito 2 (km ²)	C/A (%)	Conflito 3 (km ²)	C/A (%)
1			0,286	55		
5	2,584	85				
14	0,382	17				
16	0,433	22	1,424	73		
18	0,235	3	6,599	95		
19	2,592	98				
21	18,969	100				
22	21,919	100			3,711	17
23			0,063	1	3,874	71
Total	47,114	93	8,372	17	7,585	15

C/A = conflito dividido pela área da microbacia

Ocorre conflito de classe 1 devido, principalmente, a áreas com uso potencial para pastagem destinadas para uso agrícola e áreas com potencial para uso do consorcio pastagem/floresta utilizadas para pastagem. Por outro lado, áreas com classe de conflito 2 ocorrem devido a que áreas com potencial para floresta e pastagem floresta são utilizadas para exploração pecuária e agrícola. Segundo o mencionado por Pacheco et al., (2014) quando o conflito de uso do solo estiver presente, ele pode ser responsável pela metade da perda de solo em uma bacia hidrográfica. Assim, além das perdas de solo por erosão, outros problemas ambientais podem ocorrer, como a contaminação dos recursos hídricos e o empobrecimento das terras agriculturáveis. Valera et al., (2016), estudando a bacia hidrográfica do Rio Uberaba em Minas Gerais, mencionam que quando áreas de pastagem são convertidas para áreas agrícolas, ocorre considerável diminuição do carbono orgânico do solo.

Para Santos et al. (2016) a observação da paisagem permite o desenvolvimento de um modelo teórico com aplicações práticas o que aumenta a chance de ações conservacionistas, auxiliando na tomada de decisão sobre o uso e ocupação do solo do município.

CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica é uma excelente unidade territorial de estudos para a análise ambiental de um município. A área do município de Sertãozinho apresentou conflito de classes 1, 2 e 3 em 9 das 23 microbacias. O mapa de conflito indica as áreas prioritárias para potenciais práticas conservacionistas a fim de preservar a qualidade da água e do solo, melhorando o meio ambiente municipal e da região.

REFERÊNCIAS

ABAG/RP, Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto. Disponível em < <http://www.abagr.org.br> >. Acesso em: 06 abr. 2017.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em: 3 nov.2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2015. Brasil em relevo: Imagem SRTM, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Fotografia aérea. Escala 1: 250.000.

HORTON, R. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hidro-physical approach to quatitative morphology. Geological Society of American Bulletin, New York, v. 56, n. 3, p.275-370.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em < www.ibge.gov.br >, Acesso em 06 de abril 2017.

KEARNS, F. R., KELLY, N. M.; CARTER, J. L.; RESH, V. H. A method for the use of landscape metrics in freshwater research and management. Landsc. Ecol. 20, 113-125, 2005.

MELTON, M. A. 1957. An analysis of the relations among climate, surface properties and geomorphology. New York: Columbia University, Department of Geology. Technical Report Nº. 11. 69p.

MONTGOMERY, B.; DRAGIĆEVIĆ, S.; DUJMOVIĆ, J.; SCHMIDT, M.; 2016. A gis-based logic scoring of preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture. Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 124. Pages 340–353.

PACHECO, F. A. L.; VARANDAS, S. G. P.; FERNANDES, L. S.; JUNIOR VALLE, R. 2014. Soil losses in rural watersheds with environmental land use conflicts. Science of the total environment. Vol. 485. Pages 110-120.

PISSARRA, T.C.T. et al. Environmental adaptation of the source of the subbasin of Rico Stream, Monte Alto, SP, Brazil. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 33, n.2, pp. 303-311, 2013.

ROCHA, J. S. M. 2001. Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. In: Rocha, J. S. M, Kurtz, S. M. J. M. (org.) Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. Ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 302 p.

SANTOS, J. F. C.; MENDONÇA, B.A. F.; ARAÚJO, E. J. G.; DELGADO, R. C.; GLERIANI, J. M. 2016. Potential areas for the formation of ecological corridors between remnants of Atlantic Forest. *Revista Árvore*, Viçosa - MG, v. 40, n. 5, p. 803 – 813.

STRAHLER, A, N. 1952. Dynamic basis of geomorphology. *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 63, n, 9. Pages 923-938.

TAGLIARINI, F. S. N.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, S. 2014. Geoprocessamento de variáveis morfométricas para caracterização da microbacia Córrego do Petiço. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*. Vol. 10, n. 2.

VALERA, C. A., VELLE JÚNIOR, R. F., VARANDAS, S. G. P., SANCHES FERNANDES, L. F. PACHECO, F. A. L. 2016. The role of environment land use conflicts in soil fertility: A study on the Uberaba River basin, Brazil. *Science of the Total Environment* 562 (2016) 463–473.

VALLE JUNIOR, R. F. 2008. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal. 220p.

VALLE JUNIOR, R. F.; VARANDAS, S. G. P.; FERNANDES, L. S.; PACHECO, F. A. L. 2015. Multi criteria analysis for the monitoring of aquifer vulnerability: a scientific tool in environmental policy. *Environmental science & policy*, Vol. 48, pages 250-264.

4.19 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARANAPANEMA UGRHI 17: ÁREA, PERÍMETRO, COEFICIENTE DE COMPACIDADE, FATOR DE FORMA E DENSIDADE DE DRENAGEM

Cledir Mendes Soares – Cientista Econômico Especialista em Economia Ambiental, discente do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos ProfÁgua, UNESP/FEIS, cledir.mendes@hotmail.com.

Drº Edson Luís Piroli – Docente do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos ProfÁgua, UNESP/FEIS,piroli@ourinhos.unesp.br.

Artur Bonini do Prado, discente do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos ProfÁgua, UNESP/FEIS,artur.bonini@fibonacci.eng.br.

RESUMO

O trabalho aqui apresentado visou o levantamento de informações físicas da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema UGRHI-17, inserida na Bacia Federal do Paranapanema, rio de domínio federal que passa pelos estados de Paraná e São Paulo. Esta necessidade surgiu da observação de que estas informações não estão disponíveis em documentos ou publicações oficiais, e também da necessidade de que estes dados sejam disponibilizados para a validação pelas Câmaras Técnicas do Comitê da bacia e posteriormente para a inserção nos sistemas de informação de recursos hídricos.

Palavras-Chave: água, recursos hídricos, comitês de bacias, sistema de informação, bacias hidrográficas, validação de informações.

ABSTRACT

The present work aimed at the physical information survey of the Paranapanema Basin, located in the Federal Basin of Paranapanema, a federal river that passes through the states of Paraná and São Paulo. This need arose from the observation that this information is not available in official documents or publications, and also on the need for these data to be made available for validation by the Technical Chambers of the Basin Committee and later for insertion into the water information systems.

Keywords: water, hydrographic resources, basin committees, hydrographic basin, validation of information.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica é a unidade territorial utilizada para a implantação das ferramentas do Plano e do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (instrumento também criado pela Lei Federal nº 9.433/1997). Desta maneira, a avaliação das características de cada unidade territorial, criada de acordo com as necessidades em cada estado (pautadas no Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos) é importante para subsidiar ações de prevenção e remediação com o objetivo de garantir a segurança hídrica das regiões em análise, tanto na questão de quantidade quanto de qualidade dos recursos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos sítios digitais oficiais do Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Paranapanema e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema, após a observação de que estes dados não estão disponíveis nos documentos oficiais, foi realizada uma busca em materiais acadêmicos com a temática relacionada.

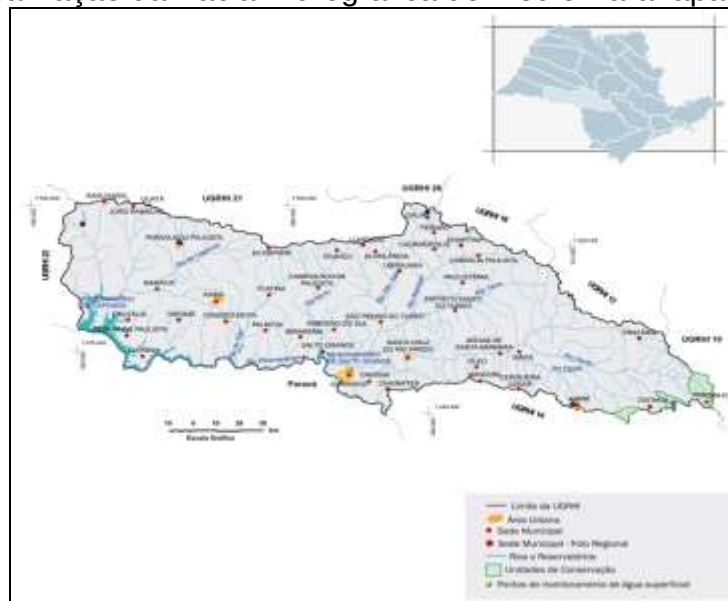
Após o levantamento bibliográfico, foi utilizada como parâmetro a base de dados do DATAGEO – Sistema da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, no formato “.klm” exportado para o Software Livre “Google Earth”, sendo utilizada a ferramenta “régua” com a opção “caminho” para a delimitação do perímetro da área. O mesmo procedimento foi utilizado para a definição das extensões dos rios secundários da bacia.

RESULTADOS PARCIAIS

A Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema, doravante BH-MP, está localizada no centro- sudoeste do estado de São Paulo, na divisa com o estado do Paraná. Segundo o Plano da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (2007), a área total da Bacia é de 16.763 km² e o perímetro total é de aproximadamente 794 km. A BH-MP conta ainda como um Comitê de Bacia, que:

“Atendendo às exigências da Lei Estadual nº 7.663/91, foi criado, em 02 de dezembro de 1994, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CBH-MP), com a competência, estabelecida, em seu Estatuto, de gerenciar os recursos hídricos, visando à recuperação, preservação e conservação (SIGRH, 2017, acessado em 28/03/2017)”.

FIGURA 01: Localização da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema:



FONTE: SIGRH, 2017.

O Médio Paranapanema é composto pelos Rios Pardo, com 264,25 km de extensão (RIO PARDO VIVO, 2017); Turvo com 352,50 km de extensão, Novo com 264,25 km de extensão dentro do estado de São Paulo (RIO PARDO VIVO, 2017), Pari com 60 km de extensão e Capivara com 76,86 km, sendo estes os principais rios de segunda ordem de acordo com o Relatório Zero (1999).

Figura 02: Divisões de Unidades de Gestão Hidrográfica da BH-MP:



FONTE: SIGRH, 2017.

A partir destas características, é possível definir o coeficiente de compacidade e o fator de forma da bacia, sendo o K_c (coeficiente de compacidade) definido como a relação entre a área de circunferência da bacia e o perímetro da mesma, sendo expressa por:

$$K_c = \frac{P}{2\pi\sqrt{\frac{A}{\pi}}}, \text{ sendo a área do círculo definido por: } r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}.$$

Logo:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}, \text{ sendo } K_c \text{ o coeficiente de compacidade, } P \text{ o perímetro da área e } A \text{ a área da bacia (ELOI e SANTOS, 2015).}$$

Aplicando-se os dados, para a BH-MP, obtém-se o coeficiente de compacidade:

$$K_c = 1,71$$

Definindo desta maneira a BH-MP como não susceptível a enchentes, sendo o K_c uma relação entre perímetro da bacia e a circunferência da área da bacia, este valor estima a probabilidade de ocorrências de enchentes na bacia, desta maneira, quanto mais próximo a um valor unitário, maior a probabilidade de ocorrência de enchentes e quanto maior este número, menos a probabilidade da ocorrência mencionada. (ELOI & SANTOS, 2015).

Outro importante parâmetro para avaliação de probabilidade de enchentes na bacia é o fator de forma, que é expresso por K_f , sendo a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (ELOI e SANTOS, 2015), expressa por:

$$K_f = \frac{A}{L^2}, \text{ sendo } K_f \text{ o fator de forma, } A \text{ a área da bacia e } L \text{ o comprimento axial.}$$

Tendo estes itens em análise, chega-se a:

$$K_f \text{ BH-MP} = 0,02$$

Desta maneira confirmando-se a não susceptibilidade a enchentes (ELOI e SANTOS *apud* LIMA *et al*, 2015) na BH-MP.

A BH-MP se caracteriza como uma bacia de tamanho grande, de acordo com ELOI e SANTOS *apud* CAMPUS (2015) e com disponibilidade de canais de escoamento e controle exercido pelas estruturas geológicas sendo expressa pela densidade de drenagem:

$$D_d = \frac{L_{tot}}{A}, \text{ sendo } D_d \text{ a densidade de drenagem, } L \text{ o comprimento total de canais e } A \text{ a área da bacia. Considerando a extensão do rio principal e dos rios secundários, obtém-se a } D_d \text{ de:}$$

$$D_d = 0,12$$

Este dado indica ser esta uma bacia com drenagem pobre segundo ELOI e SANTOS *apud* DORTZBACH (2015). No entanto, salienta-se que foram considerados no presente estudo apenas os canais do rio principal e dos rios secundários, não sendo inserida a extensão de todos os canais de acordo com a metodologia apresentada pelos referidos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que os dados gerados na análise indicam ser a bacia do Médio Paranapanema pouco suscetível a enchentes severas, havendo assim baixo risco de inundações. Porém, recomenda-se a ampliação da revisão bibliográfica para validação dos dados aqui apresentados, sendo necessário ainda o contato oficial com as Bacias Hidrográficas correspondentes para a apreciação dos mesmos pelas Câmaras Técnicas cabíveis, desta maneira podendo passar a integrar as informações do Sistema Integrado de Informações de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo e o Sistema de Informação Nacional de Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS PARANÁ, Instituto de Águas do Estado do Paraná. Disponível em < <http://www.recursoshidricos.pr.gov.br/arquivos/File/anexo1-4or2002.pdf>>. Acessado em 29 de Março de 2017.

BRASIL, Lei Federal nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1.997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 29 de mar. 2017.

CARRERA-FERNANDEZ, José; RAYMUNDO-JOSÉ, Garrido. Economia dos Recursos Hídricos. Salvador: EDUFBA, 2002, p. 458.

ELOI, Waleska Martins e SANTOS, José Sérgio dos. Princípios de Hidrologia Ambiental. Curso de Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão de Projetos Municipais de Recursos Hídricos. Fortaleza – CE, 2015.

RIO PARDO VIVO, 2017. Disponível em < <http://riopardovivo.org/historico-do-rio-pardo/>>. Acessado em 27 de Março de 2017.

SIGRH, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhmp/apresentacao>>. Acessado em: 26 de Março de 2017.

SIGRH, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhmp/caracterizacao>>. Acessado em: 28 de Março de 2017.

4.20 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO SAUDADE, UBERABA-MG

Nathalia Barbosa Vianna, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UFTM Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil. - nathaliavianna.uftm@hotmail.com

Camila Luzia Gullo, Graduanda em Geografia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil. - camilagulloffs@gmail.com

Carlos Alberto Araújo Campos, Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal-SP Brasil. - caubeara@hotmail.com

Hygor Evangelista Siqueira, Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal-SP Brasil. - hygorsiqueira@yahoo.com.br

Mauro Ferreira Machado, Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal-SP Brasil. - maurofmachado25@gmail.com

RESUMO

A análise de bacia hidrográfica, com ênfase nos parâmetros morfométricos, em ambiente SIG é muito utilizada devido à agilidade dos cálculos e à combinação das variáveis, proporcionados pelas técnicas de geomática, que subsidiam estudos de suscetibilidade e potencialidade a erosão, dentre outros elementos para o planejamento e gerenciamento ambiental em bacias hidrográficas. O objetivo deste trabalho foi determinar a caracterização da morfometria através de técnicas de geoprocessamento para se conhecer a dinâmica e funcionamento da bacia do ribeirão Saudade, no município de Uberaba-MG. As características dos padrões de drenagem foram obtidas por meio da análise quantitativa do coeficiente de compactidade, fator de forma, índice de circularidade, densidade de drenagem, hierarquia, etc. Os resultados indicaram que a bacia do ribeirão Saudade possui um formato alongado, com baixo risco de enchentes em latossolos, com alta taxa de permeabilidade, além de relevo suave ondulado. Estes fatores integrados justificam a baixa densidade de drenagem da bacia do ribeirão Saudade.

Palavras-chave: Drenagem; Hierarquia; Parâmetros

ABSTRACT

The watershed analysis, with emphasis on morphometric parameters, in the GIS environment is widely used due to the agility of the calculations and the combination of the variables provided by the geomatics techniques, which support studies of susceptibility and potential erosion, among other elements for the planning and environmental management in watershed. The objective of this work was to determine the characterization of morphometry through geoprocessing techniques to know the dynamics and functioning of the Ribeirão Saudade, in the city of Uberaba-MG. The characteristics of the drainage patterns were obtained through the quantitative analysis of the coefficient of compactness, shape factor, circularity index, drainage density, hierarchy, etc. The results indicated that the Ribeirão Saudade watershed has an elongated shape, with low risk of flooding latosols, with a high permeability rate, besides smooth undulating relief. These integrated factors justify the low drainage density of the Ribeirão Saudade watershed.

Keywords: Drainage; Hierarchy; Parameters

INTRODUÇÃO

Para Christofolletti (1980, p.106), os trabalhos em bacias hidrográficas iniciados por Horton (1945) sobre o desenvolvimento dos rios e de suas bacias de drenagem, em uma abordagem de caráter quantitativo, contribuíram

significativamente para estudos mais recentes de morfometria, baseado nas leis principais da composição da drenagem. No geral, a análise morfométrica objetiva estabelecer as relações entre os parâmetros mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes. Para tanto, a própria bacia hidrográfica pertence a análise somado a rede de drenagem e o modelado do relevo que correlacionados geram os denominados parâmetros morfométricos.

Com isso, o trabalho realiza a caracterização morfométrica da sub-bacia do ribeirão Saudade, pertencente a Área de Proteção Ambiental do rio Uberaba, na qual possibilita quantificar os parâmetros selecionados, conhecer as interações que ocorrem entre os elementos da paisagem, descrever as características sobre o sistema fluvial e a modelagem do relevo, que em associação com a dinâmica de uso da terra permite identificar os principais fatores que atuam sobre as transformações das paisagens locais, mediante as alterações antrópicas e naturais (PISSARRA, 2002; TAGLIARINI, RODRIGUES, CAMPOS, 2014).

Caracterização física da área:

A sub bacia do ribeirão Saudade representa a borda superior da Área de Proteção Ambiental – APA do rio Uberaba, localizada no município de mesmo nome. A sub bacia do ribeirão Saudade encontra-se entre as coordenadas 19°32'43" e 19°35'10" sul e 47°57'22" e 47°50'43" oeste, com área de 129,44km², representando a maior bacia da APA do rio Uberaba. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL, 2012).

Clima: temperatura média anual entre 20°C a 22°C. Classificação de Köppen, Aw - tropical quente úmido, com chuvas no verão e seca no inverno. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL, 2012).

Geologia: Bacia Sedimentar do Paraná, assentada sobre o Complexo Basal Goiano (RADAM, 1983). Na bacia do ribeirão Saudade são encontradas a formação Serra Geral, pertencente ao grupo São Bento, e as formações Uberaba e Marília pertencentes ao grupo Bauru. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL, 2012).

Geomorfologia: Grandes chapadas e áreas de relevo mais suaves representam a bacia do ribeirão Saudade somado a áreas de cabeceiras de drenagem encaixadas. (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL, 2012).

Solos: De acordo com a classificação de solos (EMBRAPA, 1999), a bacia do ribeirão Saudade tem predomínio dos Latossolos e Argissolos de textura média a arenosa (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL, 2012).

MATERIAIS E MÉTODOS

Elaboração de um banco de dados geográficos com informações disponibilizadas em órgãos oficiais, como a carta topográfica e o Modelo Digital de Elevação (MDE), ambos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Todos os dados foram projetados cartograficamente no Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, Datum ajustado no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000 e fuso 23 sul, no software ArcGis® versão 10.1 disponível no Laboratório de Geomorfologia, Clima e Solos (Lagecs), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

Os elementos morfométricos analisados foram:

- Área (A) e Perímetro (P) da bacia:

A área e perímetro da bacia foram calculados no SIG utilizando a ferramenta “zonal geometria” calculada em km²⁻¹ e em quilômetros (km) respectivamente.

- Ordem da Bacia

A ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação, neste estudo utilizou-se a classificação apresentada por Strahler (1957).

- Coeficiente de Compacidade – kc

$$Kc = 0,28 \cdot \frac{PBH}{\sqrt{ABH}} \quad Kc = 0,28 \cdot \frac{PBH}{\sqrt{ABH}} \quad (1)$$

Em que, ABH é a área da bacia e PBH, o perímetro da bacia hidrográfica. Normalmente, PBH e ABH são dados em km e km², respectivamente.

Classifica-o da seguinte forma: 1,00 – 1,25 = bacia com alta propensão a grandes enchentes; 1,25 – 1,50 = bacia com tendência mediana a grandes enchentes; > 1,50 = bacia não sujeita a grandes enchentes.

- Circularidade da bacia/ Índice de Conformação (Ic)

$$Ic = \frac{ABH}{L^2_{ax}} \quad Ic = \frac{ABH}{L^2_{ax}} \quad (2)$$

Este índice expressa a capacidade da bacia em gerar enchentes. Quanto mais próximo de 1, maior a propensão às enchentes. No entanto, pode assumir valores acima e abaixo de 1.

- Sinuosidade do Curso d'água principal (S)

$$Dd = \frac{L}{L_t} \quad Dd = \frac{L}{L_t} \quad (3)$$

Quanto mais próxima de 1, significa que o curso principal tende a ser retilíneo, sendo um fator controlador da velocidade de escoamento das águas.

- Densidade de Drenagem (Dd)

$$Dd = \frac{\sum L}{ABH} \quad Dd = \frac{\sum L}{ABH} \quad (4)$$

Baixa densidade: 5 km km⁻²; Média densidade: 5-13 km km⁻²; Alta densidade: > 13 km km⁻².

- Densidade Hidrográfica

$$Dd = \frac{N}{ABH} \quad Dd = \frac{N}{ABH} \quad (5)$$

- Declividade da Bacia

$$I (\%) = \frac{D}{ABH} \sum (CNI) \cdot 100 \quad I (\%) = \frac{D}{ABH} \sum (CNI) \cdot 100 \quad (6)$$

Em que, I é a declividade média da bacia (%), D é a equidistância entre as curvas de nível (m) e $\sum(CNI)$ é o comprimento total das curvas de nível (m). A área da bacia deve estar em m².

- Coeficiente de Rugosidade (RN)

Também conhecido como *Ruggedness Number* (RN), é obtido pelo produto da densidade de drenagem da sub bacia e declividade média da sub bacia.

$$RN = \frac{Dd}{D} \quad RN = \frac{Dd}{D} \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, apresentamos em termos comparativos as unidades: sub bacia Saudade e sub bacia Borá. Após a individualização morfométrica das sub bacias citadas, concluiu-se que as duas apresentam similaridades, por isso, a discussão fora feita de forma geral, abrangendo toda bacia do ribeirão Saudade (figura 1), com área igual á 129,489km² e perímetro de 88,126km.

Tabela 1. Índices morfométricos calculados para as denominações sub bacia Saudade, sub bacia Borá e bacia do ribeirão Saudade.

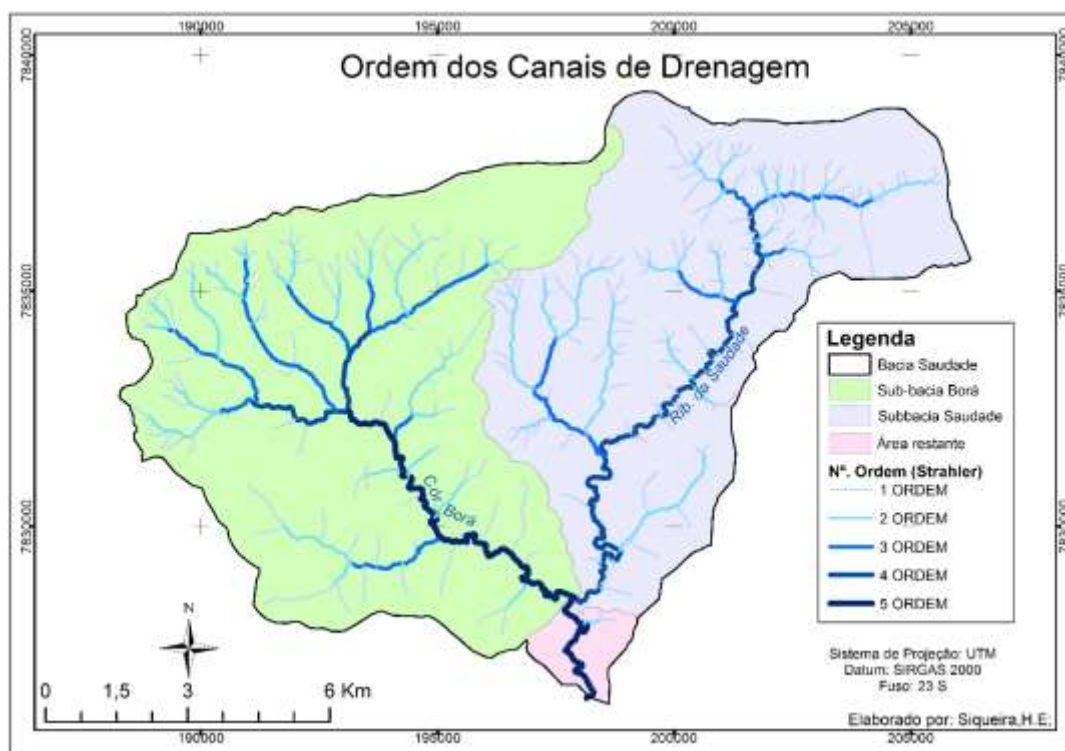
Índices Morfométricos	Unid.	Sub bacia Saudade	Sub bacia Borá	Ribeirão Saudade
Área	km ²	57,906	68,855	129,489
Perímetro	km	38,309	42,511	88,126
Comprimento do curso principal	km	18,924	14,818	22,321
Comprimento total dos canais de drenagem	km	103,606	99,034	194,827
Comprimento talvegue	km	7,581	32,316	13,475
Ordem da bacia	----	4 ^a	5 ^a	5 ^a
Número de canais de 1 ^a ordem	----	140	99	239
Comprimento 1 ^a ordem	km	55,332	47,09	102,422
Número de canais de 2 ^a ordem	----	25	25	50
Comprimento 2 ^a ordem	km	23,217	21,391	44,608
Número de canais de 3 ^a ordem	----	6	8	14
Comprimento 3 ^a ordem	km	10,833	17,081	27,914
Número de canais de 4 ^a ordem	----	1	2	4
Comprimento 4 ^a ordem	km	14,224	4,414	18,638
Número de canais de 5 ^a ordem	----	0	1	1
Comprimento 5 ^a ordem	km	0	9,058	1,245
Maior largura	km	8,472	8,059	16,532
Largura média	km	5,143	6,191	9,804
Maior comprimento	km	10,213	9,043	11,768
Comprimento médio	km	5,744	6,338	7,251
Coeficiente de compacidade (Kc)	----	1,40	1,43	2,16
Índice de circularidade (Ic)	----	0,49	0,47	0,20
Densidade de drenagem	km/km ²	1,78	1,43	1,50
Densidade de drenagem	Km/ha	0,017	0,014	0,015
Densidade hidrográfica	km/km ²	2,97	1,96	2,37
Sinuosidade do curso principal	----	1,58	1,95	1,65
Amplitude altimétrica	m	210	220	230
Somatório dos comprimentos das curvas de nível	km	520.207,598	629.208,904	1.149.416,503
Equidistância entre curvas	m	10	10	10
Declividade média da bacia	%	8,9	9,1	8,8
Coeficiente de rugosidade	----	16,07	13,14	13,35

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler, apresentou grau de ramificação de 5^a ordem o que reflete os efeitos diretos do uso da terra, pois quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem. Já a forma da bacia, através do coeficiente de compacidade (Kc) e o índice de circularidade (Ic) apresentar valores afastados da unidade (2,16) e do seu índice de circularidade apresentar um baixo valor (0,20) respectivamente, indicando assim, que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, aproximando-se de uma bacia alongada.

O ribeirão Saudade apresenta baixo valor de sinuosidade do canal principal igual a 1,65. Quanto mais próximo de 1 mais retilíneo é o curso d'água, o que possibilita maior velocidade na dispersão de poluentes. A densidade de drenagem também se classifica como baixa, com valor de 1,5km/km², na qual a água escoar de forma lenta em um relevo pouco acidentado com amplitude altimétrica de 230 metros e predomínio da infiltração/deflúvio. Vale destacar também, que através da declividade média da bacia com valor igual a 8,8% classifica-se o relevo como suave ondulado.

Figura 1. Mapa bacia do ribeirão Saudade.



Fonte: Dos autores, 2017.

CONCLUSÃO

A densidade de drenagem da sub bacia do ribeirão Saudade foi de 1,202, com textura de drenagem considerada espessa. A sub bacia do ribeirão Saudade apresenta forma alongada com área total de 129,489 km² e comprimento de seu canal principal de 22,321 km.

O coeficiente de rugosidade do ribeirão Saudade é 13,35 (baixo). Esse valor tem uma relação importante com os parâmetros hidrológicos, favorecendo à maior infiltração da água e maior umidade do solo, resultando em menor possibilidade de erosão, o que favorece as práticas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2^a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin p. 275-370, 1945.
- PISSARRA, T. C. T. Análise da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico na sub-região de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-LANDSAT 5 e Fotografias aéreas verticais. 2002. 136 f. Tese Doutorado – UNESP, Jaboticabal, 2002.
- Prefeitura Municipal de Uberaba – Plano de Manejo Emergencial da Área de Proteção Ambiental Municipal do rio Uberaba. Uberaba-MG, 2012.
- STRAHLER, A.N. Hypsometric analyses of erosional topography, 1957. Soc. América Bulletin, 63, pp 597-646.
- TAGLIARINI, F. S. N.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, S. Geoprocessamento de variáveis morfométricas para caracterização da sub bacia córrego do petiço. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 2, 2014.

4.21 RELAÇÃO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS E A QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMANDUCAIA, MG E SP

Maria Lucia Zuccari, Embrapa Meio Ambiente, lucia.zuccari@embrapa.br
Ricardo de Oliveira Figueiredo, Embrapa Meio Ambiente, Ricardo.Figueiredo@embrapa.br
Fabio Enrique Torresan, Embrapa Monitoramento por Satélite, fabio.torresan@embrapa.br
Daniel Gomes dos S. W. Loebmann, Embrapa Meio Ambiente, daniel.gomes@embrapa.br
Lucas de Camargo Reis, CENA/USP, lucas.camargo.reis@usp.br
Jessica Jordão Vieira, Embrapa Meio Ambiente, jessica.jordao92@hotmail.com
Maurício Pinto Carvalho Conceição, Embrapa Meio Ambiente, mauricio.mpcc@gmail.com
Cristiane Formigosa Gadelha da Costa, CENA/USP, cristianeformigosa@usp.br

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia, que integra as bacias PCJ, possui nascentes no sul do Estado de Minas Gerais e foz no município de Jaguariúna, SP, e recentemente foi alvo de estiagem que causou grande crise hídrica na região. Dada a crescente pressão antrópica sobre essas bacias foi realizado estudo sobre o efeito do uso da terra sobre a biogeoquímica do rio Camanducaia. Durante um ano foram monitorados oito pontos de amostragem ao longo do rio principal, distribuídos desde a área das nascentes até a foz, e de um ponto na foz do seu principal tributário, o rio do Mosquito. As variáveis estudadas foram Oxigênio Dissolvido, Saturação do Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Temperatura da água, pH e Condutividade Elétrica. Para relacionar a qualidade da água com o uso da terra foi produzido mapa de uso e cobertura das terras com a utilização de imagens Landsat 8. Os resultados mostraram que a qualidade da água do rio na maior parte das estações ainda se mantém em equilíbrio entre os processos de produção de oxigênio e degradação aeróbica da matéria orgânica, mas em três das estações já acontecem flutuações no O₂, DBO e condutividade elétrica sugerindo aporte pontual de substâncias de áreas urbanas e também em menor proporção uma poluição difusa advinda da agricultura.

Palavras-chave: pressão antropogênica, biogeoquímica, metabolismo de ecossistema aquático.

ABSTRACT

The Camanducaia River Basin, which is part of the PCJ basins, has its headwaters in the south of the State of Minas Gerais and its outlet located in the municipality of Jaguariúna, State of São Paulo, and recently suffered a drought that caused the major water crisis in the region. Given the increasing anthropogenic pressure on these basins, a study was carried out to evaluate the effects of land use on the biogeochemistry of the Camanducaia River. During one year eight in-place sampling stations were selected along the main river, from its headwater areas to its mouth, and another station at the outlet of its main tributary, the Mosquito river. The studied variables were Dissolved Oxygen Concentration, Dissolved Oxygen Saturation, Biochemical Oxygen Demand, Water Temperature, pH and Electrical Conductivity. In order to relate water quality with land use, a land use and land cover map was produced using Landsat 8 images. The results showed that the water quality of the river in most of the stations is still in balance between the processes of oxygen production and aerobic degradation of organic matter, but in three of the stations there are already fluctuations in O₂, BOD and electrical conductivity suggesting

punctual contribution of substances from urban areas and also to lesser extent a diffuse pollution from agriculture.

Key words: anthropogenic pressure, biogeochemistry, aquatic ecosystem metabolism.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia integra as bacias PCJ (Piracicaba, Corumbataí, Jundiaí), com suas nascentes no sul do Estado de Minas Gerais e foz no rio Jaguari no município de Jaguariúna, SP. No extremo sul do Estado de Minas Gerais a vegetação natural, originalmente Cerrado e Mata Atlântica, foi substituída em sua maior parte por usos agrícolas, predominando principalmente as pastagens, pequenos cultivos familiares e plantações de eucalipto. Dessa maneira é de grande importância, diante do quadro acima exposto referente às cabeceiras dos rios Camanducaia e Jaguari que sejam realizados estudos sobre os impactos das atividades antrópicas dessas áreas terrestres sobre os recursos hídricos, dada a crescente pressão antrópica em toda a Bacia do Rio Piracicaba (Filoso et al., 2003).

O manejo inadequado das terras, via de regra, ocasiona o descumprimento da legislação ambiental brasileira no que diz respeito às Áreas de Proteção Permanente – APPs, como nascentes, florestas ripárias, encostas e topos de morros (Dessa maneira, torna-se imprescindível o monitoramento hidrogeoquímico de bacias para aferir-se a qualidade da água para as comunidades e para a manutenção das funções e serviços ecossistêmicos, visando a sustentabilidade nos processos de desenvolvimento. O objetivo desse trabalho foi o de avaliar os efeitos do uso da terra sobre a qualidade da água do rio Camanducaia, a partir de algumas variáveis físico-químicas, como apoio a gestão, uso racional e sustentável de seus recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia (Fig. 1) tem suas nascentes nos municípios de Toledo (MG) e Socorro (SP). Recentemente foi alvo de uma crise hídrica sem precedentes na região. O Rio Camanducaia adentra o leito do Rio Jaguari, próximo a foz deste, que unindo-se ao Rio Atibaia, forma o Rio Piracicaba, importante fonte de abastecimento das cidades e campos agrícolas a jusante da grande bacia hidrográfica do Rio Paraná. Nesta comunicação, apresentamos os dados preliminares (não validados) de uso e cobertura das terras da bacia do

Camanducaia, que nesta versão, possui área de 103890,12 ha. Mapeamos o uso e cobertura das terras utilizando imagens do satélite Landsat 8, produzindo um mapa com 10 classes de uso, de acordo com IBGE (2013), reduzidas para nove classes Temporária neste trabalho. As oito estações de amostragens para qualidade da água foram definidas como C1 a C8 ao longo do rio principal e em um tributário (rio do Mosquito) codificado como CT. Para a realização da análise integrada do uso e cobertura das terras e a qualidade da água, utilizamos os modelos digitais de elevação ASTGTM2 (NASA; METI, 2015) para delimitar as áreas de contribuição para cada estação de amostragem, utilizando a metodologia de Elschlaeger (1989). Isto permitiu a elaboração de respectivos quadros com os valores de área das classes de uso ao longo da bacia. As variáveis físico-químicas da água foram medidas com sonda multiparamétrica in-loco e a DBO 5 dias foi realizada em laboratório.

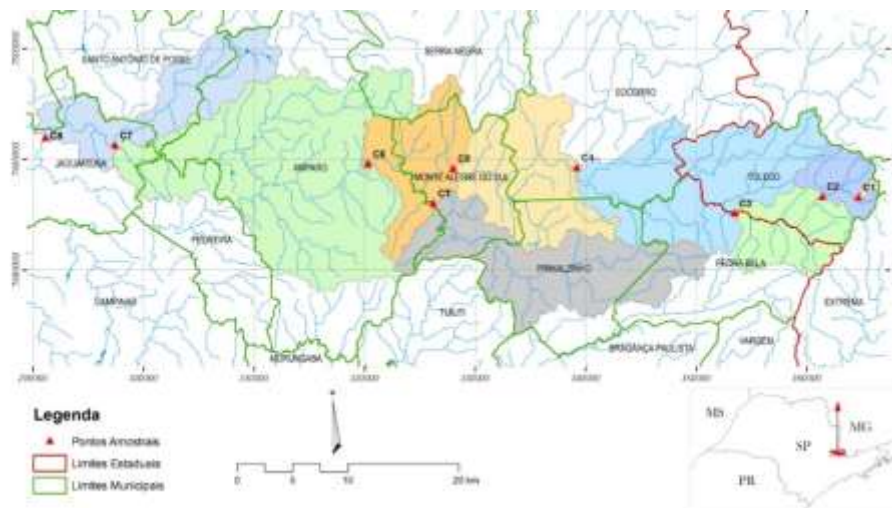


Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Camanducaia (SP e MG), com destaque para o canal do rio principal (C1 a C8) e seu afluente rio do Mosquito (CT) e áreas de influência de cada estação de amostragem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 2 apresenta as classes de uso e cobertura das terras para cada área de contribuição de cada estação de amostragem. A estação C8 representa 99,2% do território da bacia do rio Camanducaia, que incluindo a pequena área a jusante de C8 (Fig. 1) possui área total de 103890,12 ha. As pastagens predominam com 42090,13 ha (40,51% da área total da bacia), seguidas por vegetação natural florestal, com 25522,82 ha (24,57%), e a silvicultura com 14825,81 ha (14,27%).

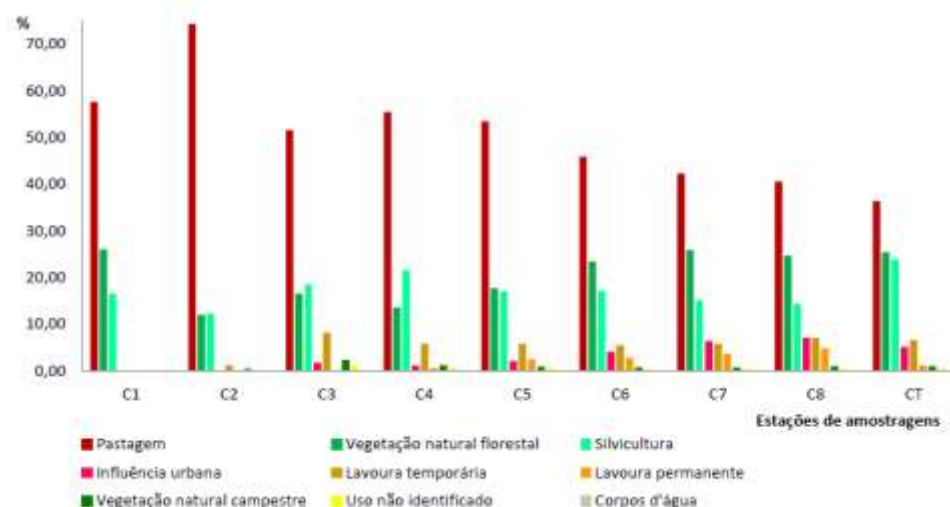


Figura 2. Uso e cobertura das terras da área de influência de oito estações do rio Camanducaia, de domínio Federal (SP e MG), denominado como Guardinha, em sua porção superior em Minas Gerais, e uma estação em seu tributário rio do Mosquito (CT).

A temperatura da água assim como todas as outras variáveis estudadas, foram medidas mensalmente, mas em horários diferentes, em cada uma das estações de amostragens ao longo do ano de 2015 (Figura 3). Os valores de pH variaram entre 6,10 e 8,00, valores compatíveis com a legislação para rios de Classe 1 (Brasil, 2005). Existe um gradiente de tendência do aumento do pH de montante para jusante, que pode ser atribuído a diminuição da influência das águas

drenadas de solos florestais menos abundantes na porção inferior da bacia estudada (Figueiredo et al., 2010). Observa-se maior amplitude de variação apenas na estação CT, que sofre impacto de piscicultura na área de influência desta estação.

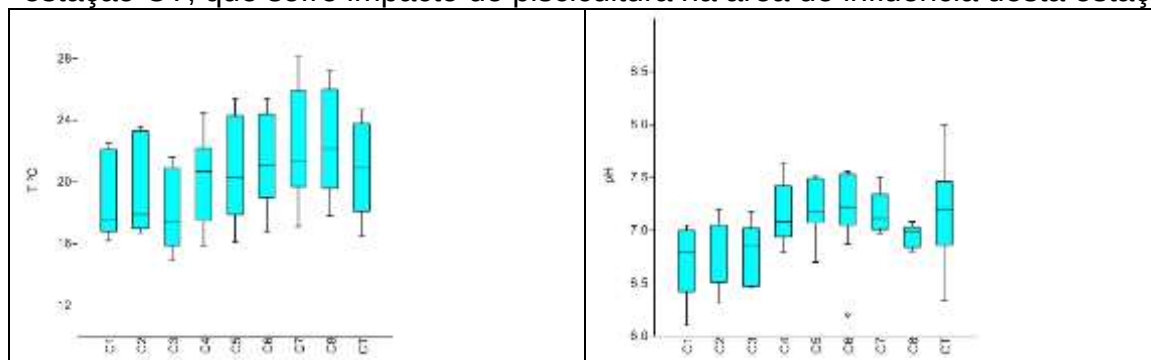


Figura 3. Gráficos de caixas para T°C e pH da água para as nove estações de amostragens estabelecidas no rio Camanducaia

A condutividade elétrica revela o acúmulo do impacto causado pelos diferentes usos do solo (Fig. 4). Percebe-se que os valores da condutividade elétrica aumentam conforme a influência urbana vai aumentando a partir do ponto C3 (Fig. 2), definindo quatro patamares, C1 e C2 com valores entre $26,2 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ a $44,7 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$; C3, C4 e C5 de $41,6 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ a $76,2 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, C6 intermediário com dados mais dispersos entre $46,9$ e $130,6 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ sugerindo o aporte pontual de substâncias advindas da área urbana, despejos domésticos ou industriais. Observa-se valores ainda mais altos nos pontos C7 e C8, em Jaguariúna na área urbana d, respectivamente em área urbana e rural, ambos com valores próximos a $300 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$.

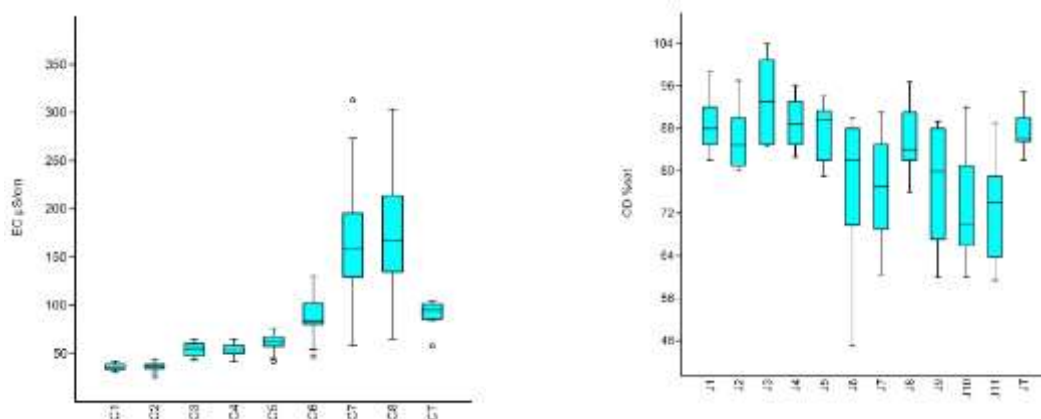


Figura 4. Gráficos de caixas para Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$) e porcentagem de saturação do Oxigênio Dissolvido (OD %) para as nove estações de amostragens estabelecidas no rio Camanducaia.

Comparando os dois gráficos da Figura 5 nota-se que quando o OD é alto, a DBO é baixa na maior parte das estações de forma bastante simétrica. De forma geral os valores de OD não são muito baixos, apenas a estação C8 mostra alguns resultados preocupantes já com déficit de oxigênio em algumas medidas, além de alta dispersão nos dados indicando aqui também a poluição pontual advinda das cidades. As estações C6 e C7 também apresentam alguns valores baixos de OD e altos de DBO indicando que o metabolismo aquático já começa a ser prejudicado em seus processos aeróbicos.

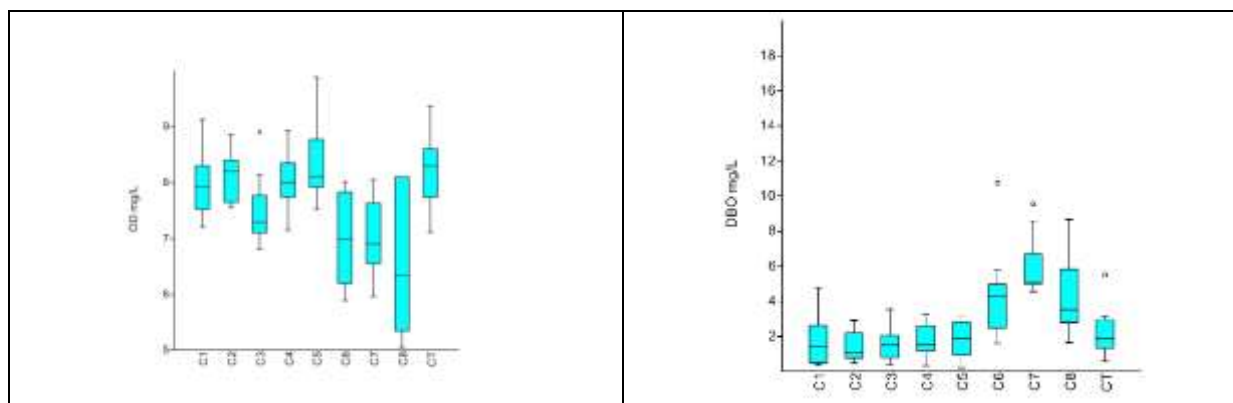


Figura 5. Gráficos de caixas para Oxigênio Dissolvido (OD) e dos valores da determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para as nove estações de amostragens estabelecidas no rio Camanducaia.

À exceção da estação C8 todos os valores de OD encontrados foram acima de $6,00 \text{ mg L}^{-1}$, valores admitidos para águas de Classe 1 no enquadramento das águas pelo CONAMA (Brasil, 2005). Na estação C8 o menor valor chegou a $5,06 \text{ mg L}^{-1}$, e o maior a $8,10 \text{ mg L}^{-1}$ com a correspondente DBO mais alta entre todas as estações e maior dispersão nos dados. Os menores valores de DBO ocorreram nas estações C2 a C5, entre $0,20 \text{ mg L}^{-1}$ a $3,54 \text{ mg L}^{-1}$ com o correspondente OD inversamente proporcional. Entretanto, como os horários de medição das variáveis em campo foram aleatórios, deve-se considerar as medidas de dispersão da Porcentagem de Saturação do Oxigênio Dissolvido (% Sat OD) apresentadas na Fig. 4. Fica evidente que a dispersão dos dados em C8 é ainda mais alta e agora incluindo com maior clareza as estações C6 e C7, semelhante ao comportamento da condutividade elétrica. Pelo CONAMA em relação à DBO apenas as amostras de C2 são compatíveis com a Classe 1; C1, C3, C4 e C5 seriam enquadradas na Classe 2 e C7, C8 e CT na Classe 3. As amostras de C6 apresentaram um valor discrepante ($10,75 \text{ mg L}^{-1}$), que assim deve ser considerado porque nessa mesma amostragem os valores de OD e da % Sat OD não o explicam, respectivamente $7,93 \text{ mg L}^{-1}$ e $83,00 \text{ mg L}^{-1}$.

CONCLUSÕES

A condutividade elétrica indicou o aporte de substâncias ao rio contribuindo para identificar fontes de poluição pontual quando avaliada em conjunto com a OD e DBO. A integração dessas medidas com os dados de uso e cobertura das terras apontou a área urbana como fonte pontual, mas também as lavouras permanente e temporária como fonte difusa de poluição. Na maior parte das estações ainda se mantém em equilíbrio entre os processos de produção de oxigênio e degradação aeróbica da matéria orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U. de 30 julho 1986. Ministério do Meio Ambiente, 23p

FIGUEIREDO, R.O.; MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.A.; SCHULER, A.E.; WATRIN, O.S.; SILVA, P.S Land-use effects on the chemical attributes of low-order streams in the eastern Amazon. Journal of Geophysical Research, v. 115, p. G0400, 2010.

FILOSO, S.; MARTINELLI, L.A.; WILLIAMS, M.R.; LARA, L.B.; KRUSCHE, A.V.; ELSCHLAEGGER, C. Using the AT search algorithm to develop hydrologic models from digital elevation data. INTERNATIONAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (IGIS) SYMPOSIUM. Baltimore, USA 18-19 Mar 1989. Proceedings..., p. 275-281, 1989.

IBGE. Manual técnico de uso da terra. Manuais técnicos em geociências, n.7. 3 ed. 2013, 167 p.

NASA; METI. ASTER Level 1 Precision Terrain Corrected Registered At-Sensor Radiance. Version ASTGTM2. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls , South Dakota , USA (<https://lpdaac.usgs.gov>), Accessed: 12 Apr 2017.

4.22 UTILIZAÇÃO DE DADOS SRTM NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DAS PEDRAS, PARANAPANEMA-SP

Amanda Aparecida de Lima – Mestranda em Agronomia (Energia na Agricultura) na Faculdade de Ciências Agrônômicas/Unesp, Email: aalima2603@gmail.com.

Letícia Duron Cury – Mestranda em Agronomia (Energia na Agricultura) na Faculdade de Ciências Agrônômicas/Unesp, Email: le.cury@hotmail.com.

Ana Clara de Barros – Mestranda em Agronomia (Energia na Agricultura) na Faculdade de Ciências Agrônômicas/Unesp, Email: anaclara_inha@hotmail.com.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar a morfometria da microbacia do Córrego das Pedras no município de Paranapanema-SP. Foram utilizados os dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) fornecido pelo USGS (*U. S. Geological Survey*) para realizar a delimitação do limite da área de interesse, obter a hierarquização dos cursos d'água e também os dados de declividade por meio do provedor TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*). A área da microbacia é de 13,10 km², perímetro de 27,41 km. O relevo é ondulado com declividade média de 9,8% que caracteriza declividade moderada que gera um maior escoamento superficial permitindo inferir que há maior propensão à erosão. A densidade de drenagem encontrada foi de 1,64 km/km² indicando classificação média com tendência de escoamento superficial. Por meio do coeficiente de rugosidade tornou-se possível constatar que a microbacia de interesse encontra-se na classe B com uso potencial da terra para pastagens. Segundo os valores de Kc, If e Ic a microbacia possui formato alongado com tendências à conservação. Concluiu-se que os meios de aquisição das características morfométricas foram suficientes para a obtenção de dados.

Palavras-Chave: Morfometria. TauDEM. Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

The objective of the work was to perform the morphometry of the Córrego das Pedras microbasin in the county of Paranapanema-SP. The SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) data provided by USGS (*U. S. Geological Survey*) To define the boundary of the area of interest, to obtain the hierarchy of watercourses and also the slope data through the TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*). The area of the watershed is 13.10 km², perimeter of 27.41 km. The relief is corrugated with a mean slope of 9.8%, which characterizes a moderate slope that generates a greater surface runoff, allowing to infer that there is a greater propensity to erosion. The drainage density found was 1.64 km / km² indicating an average classification with a tendency for surface runoff. By means of the roughness coefficient it was possible to verify that the microbasin of interest is in class B with potential land use for pasture. According to the values of Kc, If and Ic the microbasin has an elongated shape with conservation tendencies. It was concluded that the means of acquisition of the morphometric characteristics were enough to obtain data

Keywords: Morphometry. TauDEM. Geographic Information Systems.

INTRODUÇÃO

A microbacia hidrográfica é uma unidade de estudo adotada para o levantamento de fatores influenciadores na conservação de recursos naturais. Lima e Zakia (2000) consideram a sensibilidade às chuvas de grande intensidade e as

alterações na cobertura vegetal, ou seja, a quantidade e a qualidade do deflúvio podem apresentar maior sensibilidade nas microbacias. Por conseguinte, em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica), pode-se realizar a estruturação de programas de monitoramento do ambiente no qual é fundamental distinguir, definir e delimitar espacialmente determinando as variáveis da hidrologia, liminológicas, topográficas e cartográficas da microbacia, ou bacias hidrográficas.

O procedimento de caracterização de bacias hidrográficas é comum e objetiva descrever as diversas questões inseridas na ciência da dinâmica ambiental do local e da região (TEDORO et al., 2007).

Neste contexto, dentro do QGIS 2.8.3 manipulou-se dados do SRTM com o objetivo de gerar dados da hidrografia e do relevo da microbacia do Córrego das Pedras para a realização de sua análise morfométrica visando sua conservação ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A microbacia do Córrego das Pedras está situada no município de Paranapanema, região Sudoeste do Estado de São Paulo entre as coordenadas geográficas 23° 30' e 23° 32' de latitude S, e 48° 47' e 48° 43' de longitude W Gr. Ela encontra-se situada na Estação Ecológica de Paranapanema localizada na Depressão Periférica sob o relevo de colinas amplas (CIELO-FILHO, 2009). O município em que a microbacia está inserida apresenta altitude média de 600 m, Cwa de classificação climática segundo Köppen com média de temperatura do ar anual de 21,1°C e chuvas que podem variar de 40,1 mm a 203,8 mm no ano (CEPAGRI, 2016). Apresenta maior incidência nos solos do tipo Latossolo Vermelho Escuro-Orto (AOKI et al., 2001).

Base de dados

Para a localização da área de estudo tomou-se como base duas cartas planialtimétricas do IBGE de Foz do Apiaí-Guaçu, folha SF-22-Z-D-V-2, e Guarizinho, folha SF-22-Z-D-V-1, com escala de 1:50000.

Os dados SRTM foram obtidos com o *download* do raster SRTM1S24W049V3 no site da USGS na plataforma de acesso aos produtos disponíveis <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> apresentando os valores de altitude com resolução espacial de 30 metros. O material foi manipulado no QGIS juntamente à utilização do provedor TauDEM para a realização das análises hidrológicas. Foram utilizados os algoritmos *Pit Remove* para a remoção de pontos de diferença brusca no relevo, *D8 Flow Direction* para a descrição do escoamento da água em cada pixel, *D8 Contributing Area* para definição da área delimitada pelos divisores de água a partir do ponto de escoamento, *Stream Definition by Threshold* onde foi gerada a rede de drenagem dentro da microbacia, *Stream Network Analysis Tools* na qual finalmente gera a hierarquização dos corpos d'água.

Morfometria

A partir da finalização do processamento dos dados SRTM pode-se obter os parâmetros físicos da microbacia que seguem:

a) Área; b) Perímetro; c) Comprimento do rio principal; d) Comprimento da rede de drenagem total; e) Comprimento axial; f) Comprimento das curvas de nível; g) Altitude média; h) Maior altitude; e i) Menor altitude.

A morfometria da microbacia foi representada pelas características e pelos índices apresentados na Tabela 1, sendo que o índice de forma (If) relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. O coeficiente de compacidade (Kc) relacionando a

forma da bacia a um círculo. Constitui a relação entre perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia. O que se considera é a forma da microbacia. O índice de circularidade tende a comparar a bacia ao formato circular, sendo outro fator indicativo ao risco de enchentes (VILLELA e MATTOS, 1975). Os autores ainda afirmam que o If e o Kc são os parâmetros mais utilizados para avaliar vulnerabilidade da bacia à inundações.

As características do relevo podem ser representados pelas classes de declividade propostos pela EMBRAPA (2006) em porcentagem, com classes que variam de 0 a 3 (relevo plano); 3 a 8 (suave ondulado); 8 a 20 (ondulado); 20 a 45 (fortemente ondulado); 45 a 75 (montanhoso); e maiores que 75 (escarpado). Juntamente à declividade utiliza-se os valores mínimo, médio e máximo da altitude da microbacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia do Córrego das Pedras pode ser considerada como uma unidade pequena, pois ela apresenta 13,10 km² de área (A) e 27,41 km de perímetro (P), assim como apresentam os valores na Tabela 1. A declividade média (H) encontrada foi de 9,8% e representa um Relevo Ondulado, segundo a classificação da EMBRAPA (2006). A forma da bacia foi encontrada por meio da análise do If, Kc e Ic, sendo considerada alongada (VILLELA e MATTOS, 1975), pois apresentam um valor de 0,30; 2,12 ; e 0,22 respectivamente.

A Razão de Relevo (Rr) foi encontrada no valor de 0,02 que, segundo Piedade (1980) indica baixa velocidade no escoamento da água na bacia, logo possibilita uma maior taxa de infiltração de água no solo. O coeficiente de rugosidade (Cr), segundo Rocha e Kurtz (2001); Rodrigues et al. (2013), ao apresentar um valor de 16,06 indica o uso potencial da terra para pastagens. Em relação à densidade de drenagem (Dd), o resultado apresentado foi de 1,64 km/km² que, segundo Horton (1945) e adaptado por França (1968), possibilita classificá-la como média, na qual apresenta um escoamento superficial mediano com uma infiltração da água sem muita eficiência.

Tabela 1: Valores quantitativos das características físicas e geométricas da microbacia do Córrego das Pedras.

Características físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros Geométricas		
Área (A)	km ²	13,10
Perímetro (P)	km	27,41
Comprimento do Rio Principal (C)	km	6,57
Comprimento da rede de drenagem total (Cr)	km	21,47
Comprimento axial	km	6,08
Comprimento das curvas de nível (Cn)	km	64,19
Características do Relevo		
Coeficiente de compacidade (Kc)		2,12
Índice de forma (If)		0,30
Índice de circularidade (Ic)		0,22
Declividade média (H)	%	9,8
Altitude média (Hm)	m	633,6
Maior altitude (MA)	m	708

Menor altitude (mA)	m	584
Coeficiente de rugosidade (RN)		16,06
Padrões de Drenagem		
Densidade de drenagem (Dd)	(km/km²)	1,64
Razão de Relevo (Rr)	km/km	0,02

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos parâmetros das características do relevo constatou-se que a microbacia do Córrego das Pedras possui forma alongada, indicando tendência à conservação.

A declividade média constatou um relevo ondulado e o coeficiente de rugosidade demonstrou o uso da terra para pastagens, classificando-o como classe B. Neste contexto, pode-se concluir que a microbacia Córrego das Pedras, encontra-se em boas condições de conservação ambiental em relação à análise morfométrica.

Contudo, a obtenção de dados por meio do SRTM em ambiente SIG foi satisfatória, enfatizando que as análises espaciais levantam dados confiáveis no que se refere a estudos de microbacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

AOKI, H., PASQUAL, A., ESTEVES, R. & NAGY, S.C.S. 2001. **Plano de Manejo da Estação Ecológica de Paranapanema - SP**. IF Série Registros. 23:1-19.

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: >http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_405.html<. Acesso em: 20 dez. 2016.

CIELO-FILHO, R.; BAITELLO, J. B.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T.; SOUZA, S. C. P. M.; TONIATO, M. T. Z.; LIMA, C. R.; RIBEIRO, A. P. Ampliando a densidade de coletas botânicas na região da bacia hidrográfica do Alto do Paranapanema: Caracterização florística da Floresta Estadual e da Estação Ecológica de Paranapanema. **Biota Neotrop**. v. 9, n. 3, p. 255-276.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1968.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of American Bulletin**, New York, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

PIEDADE, G. C. R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP.** 1980. 161 f. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 1980.

QUEIROZ, P. H. B.; SALES, M. C. L.; SILVA, J. M. O. Indicadores Morfométricos como subsídio ao Planejamento Ambiental em um setor do médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Pacoti - CE. **Revista Equador** (UFPI), Vol.3, n.1, p. 03 – 24, 2014.

ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas.** 4. ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120 p.

RODRIGUES, M. T. et al. Análise morfométrica da microbacia do Córrego do Vangasse - Pratânia/SP. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 9, n. 2, p. 475-482, 2013.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara.** n. 20, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p

4.23 REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE TAQUARITINGA – SP

*Teresa Cristina Tarlé Pissarra¹, Renata Cristina Araújo Costa⁴, Mário Augusto Bonetti Fernandes;
Flávia Mazzer Rodrigues; Anildo Monteiro Caldas; Sergio Campos⁶*

*¹ Engenheira Agrônoma, Professora Doutora, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP
Jaboticabal - SP, teresap@fcav.unesp.br*

*² Bióloga, Doutoranda em Agronomia, Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP Jaboticabal –
SP, renata.criscosta@gmail.com*

*³ Estudante do Curso de Engenharia Agrônoma, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP
Jaboticabal – SP. marioabf@hotmail.com*

*⁴ Engenheira Agrônoma, Professora Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais-Montes Claros –
MG. flamazzer@hotmail.com*

*⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife – PE.
anildocaldas@gmail.com*

⁶ Professor Titular, Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP Botucatu – SP.

RESUMO

A coleta de dados hidrológicos de microbacias é realizada para adquirir maior conhecimento da disponibilidade do recurso hídrico de uma região, no intuito de gerenciar e planejar ações empreendedoras agropecuárias e urbanas. O principal objetivo foi coletar dados hidrológicos das redes de drenagem de microbacias hidrográficas do município de Taquaritinga. A área pertence à Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo e está vinculadas ao Comitê de Bacias do Rio Tietê-Batalha. Os dados foram coletados na metodologia de regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. A característica morfométrica de área variou de 2,33 km² a 66,23km², com valor médio de 24,24 km². A vazão média plurianual (Qmp) variou de 0,011 m³/s a 0,476 m³/s, com valor médio de 0,09 m³/s +/- 0,109 m³/s. A vazão firme (Qf), variou de 0,005 m³/s a 0,238 m³/s, com valor médio de 0,048 m³/s +/- 0,055 m³/s. As vazões mínimas anuais de sete dias consecutivos com “10” anos de período de retorno (Q7,10) variou 0,001 m³/s a 0,197 m³/s, com valor médio de 0,035 m³/s +/- 0,044 m³/s.

Palavras-chave: morfometria; vazão; manejo dos recursos hídricos

ABSTRACT

The hydrological data from sub-basins is developed to get greater knowledge of the availability of the water resources of a region, in order to manage and plan agricultural and urban actions. The main objective was to collect hydrological data in drainage networks maps of Taquaritinga's hydrographic basins. The area belonging to the Hydrographic Division of the State of São Paulo and is linked to the Tietê-Batalha River Basin Committee. The data were collected in the hydrological regionalization methodology of the State of São Paulo. The morphometric characteristic of the area ranged from 2.33 km² to 66.23 km², with an average value of 24.24 km². The average multiannual water flow (Qmp) ranged from 0.011 m³ / s to 0.476m³ /s, with an average value of 0.09 m³ / s +/- 0.109 m³ / s. The steady water flow (Qf) ranged from 0.005 m³ / s to 0.238 m³ / s, with an average value of 0.048 m³ / s +/- 0.055 m³ / s. The annual minimum water flows of seven consecutive days with "10" years of return period (Q7,10) varied from 0.001 m³ / s to 0,197 m³ / s, with an average value of 0.035 m³ / s +/- 0.044 m³ / s.

Key words: morphometry; water flow; hydric resources management.

INTRODUÇÃO

No uso sustentável dos recursos hídricos é necessário desenvolver ações para garantir o acesso à água de qualidade e com quantidade para o uso múltiplo nos setores de desenvolvimento econômico e para as populações. Para o monitoramento das águas em bacias hidrográficas é importante estimar os valores de vazão das redes de drenagem, principalmente para o desenvolvimento das atividades agropecuárias e para a implantação dos sistemas de irrigação (Tucci, 2002).

Para estimar a vazão das redes de drenagens em bacias hidrográficas pode ser utilizado o cálculo hidrológico das vazões médias plurianuais e $Q_{7,10}$ das subbacias. A partir da metodologia de Regionalização de Variáveis Hidrológicas do DAEE - Estado de São Paulo pode-se estimar a disponibilidade hídrica de bacias hidrográficas do território paulista que não disponha de dados hidrológicos observados. Este processo tornou possível estimar as variáveis hidrológicas de vazões médias e mínimas, volumes de regularização intra-anual e curvas de permanência (Blainski, 2017; Liazi et al., 1988).

A vazão é o volume de determinado fluido que passa por uma determinada seção de um conduto livre ou forçado, e tem grande importância na unidade territorial de bacia hidrográfica, tendo em vista que este valor representa a resposta desta unidade aos fatores naturais e antrópicos e indica a disponibilidade de água para usos múltiplos (Blainski, 2017; Liazi et al., 1988).

Com os valores de vazão e declividade especializados no território municipal nas unidades de gerenciamento dos recursos hídricos – bacias hidrográficas – é possível; transferir as informações para o Poder Público e auxiliar os gestores no planejamento das ações de desenvolvimento ambiental, econômico e social (Frederice; Brandão, 2016).

Os objetivos deste trabalho foram coletar dados hidrológicos das microbacias hidrográficas do município de Taquaritinga-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de regionalização hidrológica e declividade foi realizado no Município de Taquaritinga – SP, na zona centro norte do Estado de São Paulo, localizado no Planalto Ocidental Paulista. Apresenta uma área de 2039,32 ha e localiza-se entre as coordenadas geográficas de latitudes 21° 18' 23" S e 21° 22' 32" S e longitudes 48° 27' 54" e 48° 31' 51" WGr (Bertelli, 2015). A metodologia para a coleta dos valores de vazão foi definida por valores de referência, elaborados por equações de regionalização baseadas em dados medidos na mesma e em outras regiões de acordo com (LIAZI et al., 1988).

O cálculo das vazões foi realizado online no site: <http://143.107.108.83/cgi-bin/regnet.exe/optutmclick>. Os valores da área (km²) das subbacias e as coordenadas geográficas do ponto de foz foram determinados no sistema de informação geográfica - SIG Arc Gis (ESRI, 2010).

A vazão média plurianual (m³/s), a precipitação média de cada subbacia, o volume, chamado de vazão firme (Qf) e as vazões mínimas anuais de 7 dias consecutivos com "t" anos de período de retorno $Q_{7,t}$ (m³/s), foram calculados de acordo com a metodologia de LIAZI et al. (1988).

O processamento e a elaboração dos mapas e tabelas foram realizados no Sistema de Informações Geográficas – ARCGIS versão 9.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados hidrológicos dos pontos de foz de 48 microbacias hidrográficas localizadas na área predominância do município de Taquaritinga constam na Figura 1.

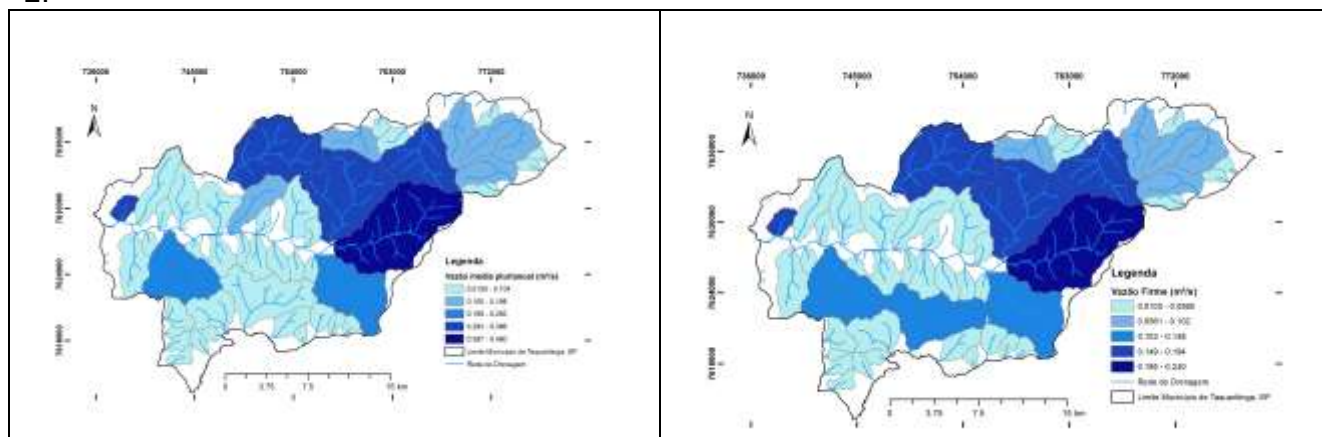


Figura 1. Dados hidrológicos dos pontos de foz de 48 microbacias hidrográficas do município de Taquaritinga-SP.

A vazão média plurianual (Q_{mp}) variou de 0,476 m^3/s e 0,011 m^3/s ; com média de 0,09 m^3/s , mediana de 0,042 m^3/s , com desvio padrão da média de 0,109 m^3/s e coeficiente de variação de 117,7%. A vazão firme (Q_F) variou de 0,238 m^3/s e 0,005 m^3/s ; com média de 0,048 m^3/s , mediana de 0,024 m^3/s , com desvio padrão da média de 0,055 m^3/s e coeficiente de variação de 113,8%. A vazão mínima anual de sete dias consecutivos com “10” anos de período de retorno ($Q_{7,10}$), variou de 0,197 m^3/s e 0,001 m^3/s ; com média de 0,035 m^3/s , mediana de 0,018 m^3/s , com desvio padrão da média de 0,044 m^3/s e coeficiente de variação de 123,4%.

A combinação das variáveis morfométricas de área e da vazão reflete as condições hídricas do município e expressa o potencial de uso deste recurso. Na microbacias ocorrem áreas de interesse com maior desvio em relação a média dos dados de vazão. Nessa região, ocorre maior dissecação da paisagem com um número bem maior de redes de drenagem, de comprimento menor.

CONCLUSÕES

Com estes resultados pode ser planejado ações empreendedoras agropecuárias e urbanas como, por exemplo: abastecimento urbano e projetos de irrigação onde os valores de vazão são parâmetros importantes para a conclusão desses projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTELLI, C. Caracterização do Município de Taquaritinga-SP, ECOPLANS – Ecologia Planejada Sustentável. Franca-SP fev. 2015.

BLAINSKI, E. Calibração e validação do modelo SWAT para simulação hidrológica em uma bacia hidrográfica do litoral norte catarinense. **Revista Ambiente e Água** v.12, n.2, p.226-237, Taubaté, SP, Mar./Abr. 2017.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop, version 10.2. Software. 2010.

FREDERICE, A.; BRANDÃO, J. L. B. Efeito do sistema Cantareira sobre o regime de vazões na bacia do rio Piracicaba. **Revista brasileira de recursos hídricos**, Porto Alegre-RS, v.21, n.4, p. 797-810, out./dez. 2016.

LIAZI, A.; CONEJO, J. L.; PALOS, J. C. F.; CINTRA, P. S. Regionalização Hidrológica no Estado de São Paulo. São Paulo: Revista Águas e Energia Elétrica – DAEE, ano 5, n.14. p.4- 10. 1988. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br0/index.php?option=com_content&view=article&id=745:regionalizacao-hidrologica&catid=43:hidrometeorologia

Pissarra, T. C. T.et al. **Informações básicas para o planejamento ambiental: Município de Jaboticabal**. Jaboticabal: FUNEP (2009).

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de Vazões**. Porto Alegre: UFGRS, 2002. 256p.

4.24 ANÁLISE DA EXPLORAÇÃO DA ZONA DE RECARGA DO AQUÍFERO GUARANI EM BAIRRO DA ZONA RURAL - SÃO CARLOS-SP

Mateus Lanzotti Landgraf, Graduando em Gestão e Análise Ambiental/Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil, Email: mateuslanlan@gmail.com

Marcilene Dantas-Ferreira – Doutora em Geotecnia/Professora da Universidade Federal de São Carlos, E-mail: marcilene.dantas@gmail.com

Augusto Florisvaldo Batisteli – Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil, Email: marcilene.dantas@gmail.com

Daniel Gonçalves Fonseca – Mestre em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil, Email: marcilene.dantas@gmail.com

RESUMO

A gestão adequada dos recursos hídricos está em pauta atualmente, devido aos impactos gerados pelo seu uso inadequado e pelos longos períodos de estiagem em várias regiões do mundo. Diante disso, o presente estudo visou caracterizar o uso do recurso hídrico no loteamento Parque Vale do Uirapuru, em São Carlos-SP, e obter a opinião da população local a respeito da possível industrialização do entorno. Este loteamento está localizado em região de proteção ambiental, pois pertence à microbacia do Macaco, que faz parte da Bacia do Ribeirão Feijão, uma Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do município de São Carlos (APREM-SC, lei nº13.944, de 12/12/2006). Abordamos a situação dos poços existentes na região, bem como as possíveis ações antrópicas incoerentes com a importância da região. A metodologia foi dividida em 2 etapas (1) levantamento de dados pré-existentes, caracterização da área e elaboração do questionário e (2) aplicação do questionário e análise dos dados. Os resultados mostram um número significativo de poços não cadastrados nas bases oficiais DAEE e SIAGAS, com relatos de rebaixamento do nível d'água e poços que secaram. Os proprietários demonstraram poucos cuidados com a manutenção dos poços. 66% dos(as) entrevistados(as) declararam apenas o cultivo de algum tipo de fruta e/ou horta, com predomínio de técnicas orgânicas. Os moradores observam de forma positiva uma possível industrialização em função da rodovia SP-310, que corta a microbacia. Concluimos que são necessárias políticas públicas que efetivamente controlem a exploração das águas subterrâneas e medidas que favoreçam a conservação dos recursos hídricos.

Palavras-Chave: Percepção ambiental. Base de poços. SIAGAS. DAEE.

ABSTRACT

The proper management of water resources is at hand nowadays due to the impacts generated by their inadequate use and by the long periods of drought in several regions of the world. In this context, we assessed the use of hydric resources on the Vale do Uirapuru Park in São Carlos-SP, and obtain the local population opinion about the possibility of surroundings industrialization. This allotment is in an environmental protection region, being part of the Macaco's watershed, which belongs to Feijão watershed and to an area of spring's protection and recovery of São Carlos (APREM - Act No. 13,944, 2006/12/12). We aimed to describe the condition of water wells in the region, as well as the anthropic actions that could be inconsistent with the importance of this region. The methodology consisted of two steps: (1) pre-existing data collection, area characterization and preparation of data collection instrument; and (2) application of the questionnaires and data analysis. The results showed that a significant number of water wells were not registered in the

officials environmental agencies, such as DAEE and SIAGAS bases. There are reports of water level lowering and water wells that dried up. The owners demonstrated poor maintenance of water wells. 66% of the respondents declared only the cultivation of fruit and/or vegetable garden, with a predominance of organic techniques. Residents observe positively a possible industrialization due to the highway SP310, which cross the watershed. We concluded that it is necessary public policies that could effectively control the groundwater exploitation and actions that promote the conservation of hydric resources.

Keywords: Environmental perception. Well base. SIAGAS. DAEE.

INTRODUÇÃO

O planejamento municipal adequado deveria manter o crescimento afastado de áreas de alta fragilidade ambiental. Contudo, o que se observa é o predomínio do modelo urbanístico predatório, motivado por interesses privados sobre os sociais, que não respeita as diretrizes de crescimento do município, normas de loteamento e as Áreas de Preservação Permanente (Rolnik, 2009).

Por exemplo, é frequente a ocupação urbana em áreas de recarga direta de aquíferos e em áreas vetadas como mananciais (Costa, 2010). Essas áreas são ambientalmente sensíveis e, pela proximidade aos centros urbanos, são reservas de água futura. Porém, a ausência ou o não cumprimento da regulação legal de uso e ocupação do solo por parte dos executivos municipal, estadual e federal e o uso indiscriminado dos recursos hídricos estão condenando a qualidade e a quantidade desse recurso para os cidadãos. Assim, diagnosticar previamente áreas de importância para a manutenção dos mananciais, antes que mudanças irreversíveis possam ocorrer, é de grande valia para o planejamento territorial do município. Portanto, este estudo buscou caracterizar o uso dos recursos hídricos subterrâneos no Loteamento Parque Vale do Uirapuru, em São Carlos-SP. Este bairro está localizado em região de proteção ambiental, pois pertence a uma das microbacias onde é realizada a captação de água para abastecimento do município. O estudo buscou abordar a situação dos poços existentes na região, bem como as possíveis ações antrópicas relacionadas a cultivos e técnicas incoerentes com a importância da região. Além disso, as proximidades do bairro foram apontadas na reunião pública do Plano Diretor da cidade como possível área de industrialização. Assim, o estudo buscou também avaliar a opinião da população local em relação ao possível processo de industrialização das proximidades da área, e a compreensão desta população em relação a possíveis prejuízos na qualidade da água na região em decorrência do mesmo.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O município de São Carlos está localizado no Estado de São Paulo, sendo limitado ao norte pelos municípios de Rincão, Luís Antônio e Santa Lúcia; ao sul com Ribeirão Bonito, Brotas e Itirapina; a oeste com Ibaté, Araraquara e Américo Brasiliense e a leste com Descalvado e Analândia. O bairro Parque vale do Uirapuru (Figura 1A) criado em 1998, fica a cerca de 13 km do centro da cidade de São Carlos, e o acesso ao bairro pode ser feito pela rodovia Washington Luís (SP-310) no sentido São Carlos – São Paulo. O bairro fica na bacia do Ribeirão Feijão, Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município de São Carlos (APREM-SC, lei nº13.944, de 12/12/2006). Devido à sua extensão, é o principal manancial de abastecimento de São Carlos. Além disso, o manancial do Ribeirão Feijão situa-se

sobre a franja da Formação Botucatu, fazendo com que essa bacia hidrográfica seja considerada importante área de recarga do Aquífero Guarani (Zuquette, 1981), pertencente à Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí.

No mapa da Microbacia do Macaco (figura 1A) é possível visualizar os pontos de poços oficiais cadastrados no DAEE (nove poços cadastrados na microbacia, sendo quatro deles dentro do Loteamento) e SIAGAS (dois poços cadastrados e nenhum dentro da área de estudo), órgãos oficiais de escala federal e estadual que fazem a gestão dos poços de captação de águas subterrâneas. Considerando a extensão dos três materiais geológicos que ocorrem na microbacia, é possível observar no mapa 1B, que mais de 70% da bacia ocorre em materiais da formação Botucatu.

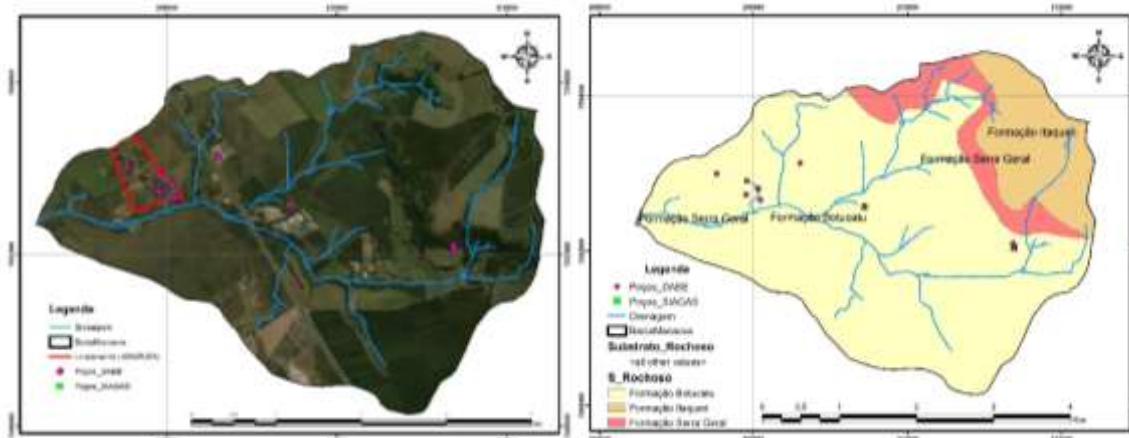


Figura 1- (A) Mapa da localização e (B) Mapa de substratos rochosos da microbacia de estudo.

2.2 Questionário

Foram aplicados questionários à população do bairro Uirapuru, buscando identificar quais as condições dos poços de água e a frequência de doenças de veiculação hídrica. Este instrumento de coleta de dados buscou ainda identificar como a população local interpreta um possível processo de industrialização na área.

Por tratar-se de uma zona de propriedades rurais ou de segunda moradia, em um total de 32 propriedades ocupadas com moradias (alguns lotes foram pelos mesmos moradores, sendo agregados, portanto em uma mesma propriedade), obtivemos respostas de 18 moradores(as) ao questionário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando em casa, todos os moradores mostraram-se dispostos a responder o questionário. Boa parte dos lotes não contém nenhum tipo de construção. Nestes, predomina a vegetação natural – cerrado, com aparência regenerante devido à baixa densidade e baixa altura dos indivíduos arbóreos. Houve dificuldade em determinar a data da primeira ocupação de cada lote, pois muitas das pessoas passaram a residir no local substituindo moradores(as) mais antigos(as).

Os poços artesanais e semi-artesianos foram maioria ($n=15$), com profundidade de $43,62 \pm 14,82$ m (média $\pm$ desvio padrão), variando entre 27 m e 76 m. Dos três poços artesanais ainda funcionais, um possuía profundidade desconhecida pelo morador, e os outros dois mediam 8,5 m e 15 m de profundidade. Dos 18 entrevistados(as), 12 (66%) declararam nunca ter limpado sequer a caixa d'água. No entanto, todos os poços foram declarados como "fechados/tampados", sendo que em cinco dos 18 imóveis há uma construção de alvenaria específica para abrigar o

poço. Apenas um relato de contaminação da água foi registrado, no caso, pela morte de um anfíbio (“perereca”) que conseguiu acessar o interior do reservatório.

Segundo dados declarados pelos(as) moradores(as), a distância entre o poço e a fossa sanitária de cada propriedade é menor que 30 m em 7 (39%) dos 18 imóveis. Em um deles, ela não supera sequer os 20 m. Isso vai contra o exigido pela Instrução Técnica DPO N° 006, que prevê 30 metros de distância para emissão de outorga. Apesar dos moradores terem conhecimento de que as fossas devem estar à jusante dos poços, as dimensões laterais da distância dos poços e das fossas entre propriedades vizinhas nem sempre atendem a um perímetro seguro. Mesmo assim, nenhum dos(as) colaboradores(as) relatou a ocorrência de doenças como diarreia ou outras, que pudessem estar relacionadas com a contaminação da água pelo conteúdo das fossas.

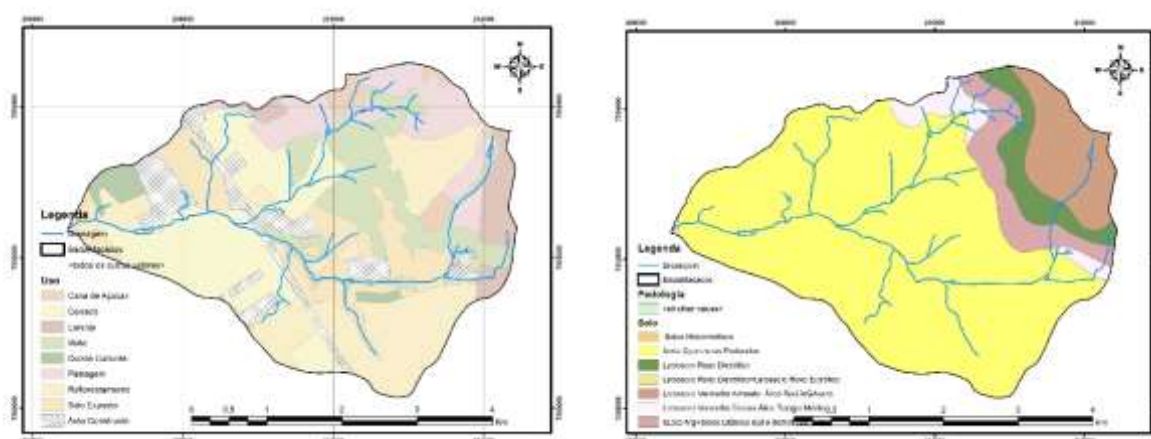


Figura 2- (A) Mapa de uso do solo e (B) Mapa pedológico da microbacia.

Por outro lado, 66% dos(as) entrevistados(as) declararam apenas o cultivo de algum tipo de fruta e/ou horta, com predomínio de técnicas orgânicas de cultivo. Apenas três entrevistados(as) relataram o uso eventual de fertilizante e/ou inseticida. No geral, nenhum morador(a) relatou a presença de gosto ou odor na água, ou associou doenças intestinais com a água. Todos os moradores(as) consideram a qualidade da água de sua propriedade excelente. Mesmo com a proximidade das fossas e poços entre propriedades vizinhas, a presença maciça de poços profundos, assim como a ausência de criações como porcos e galinhas, parecem amenizar a possível contaminação dos poços entre propriedades vizinhas.

A maior parte das pessoas (n=11) mostrou-se favorável ao provável processo de industrialização de uma área próxima. A alegação mais comum em relação ao apoio à industrialização é a questão de empregos mais próximos, evitando deslocamentos até a área urbana. Também foram mencionados como aspectos favoráveis a questão de um provável asfaltamento das ruas do bairro e da valorização dos imóveis. Uma pessoa não soube responder se era a favor ou contra a industrialização e duas outras alegaram ser indiferente. Apenas quatro delas se mostraram contrárias à instalação de indústrias nas proximidades. As principais alegações são temores em relação à perda da tranquilidade, aumento da violência e da poluição, principalmente no caso de “indústrias químicas”. Oito das 18 pessoas alegaram acreditar que a industrialização da área vizinha não interferiria na qualidade da água em sua propriedade; outras três disseram que talvez afetasse, e duas alegaram que a qualidade da água seria prejudicada. Três disseram que essa relação dependerá do tipo de indústria a ser implantada, e duas não souberam responder.

A desinformação fica evidente na falta de questionamentos relacionados aos possíveis impactos ambientais gerados por um processo de urbanização na região. Os moradores(as) mostram falta de conhecimento sobre a dinâmica dos recursos hídricos a nível de bacia hidrográfica, transparecendo a ideia que a delimitação de sua propriedade também ocasiona a delimitação do lençol, garantido a qualidade de água para sua propriedade independente da ocupação do entorno.

CONCLUSÃO

De maneira geral, nosso estudo permite concluir que o Bairro Parque Vale do Uirapuru apresenta predomínio de propriedades residenciais. Poucos são os cultivos encontrados nesta região e a utilização de fertilizantes e agrotóxicos é mínima. O processo de industrialização é visto com bons olhos pelos moradores(as) locais, que o interpretam como aumento na disponibilidade de emprego e melhoras infraestruturais. Ainda prevalece a desinformação e a desvalorização dos recursos ambientais. Foi pouquíssimo perceptível nos entrevistados a preocupação com a possível contaminação do mais importante manancial de abastecimento da cidade, e suas possíveis consequências para o município no futuro. Mais que isso, não observamos a preocupação em como um processo de industrialização poderia interferir na qualidade de água dentro da propriedade do(a) entrevistado(a).

REFERÊNCIAS

COSTA, C. W. **Expansão da mancha urbana e suas consequências sobre os mananciais do rio do Monjolinho e do ribeirão do Feijão da cidade de São Carlos, SP.** 2010.127f. Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática – NEPA. Universidade Federal de Itajubá, MG.

PELLIZZARO, P.C., HARDT, L.P.A., BOLLMANN, H.A. & HARDT, C. – **Urbanização em áreas de mananciais hídrico: estudo de caso em Piraquara, Paraná.** Cadernos Metrôpoles (19) 221-243p. 2008.

ROLNIK, R. - **La democracia em el filo de la navaja: limites y posibilidades para La implementación de una agenda de reforma urbana en Brasil.** Eure, Sección Artículos, vol.XXXV, n. 104p. 2009.

4.25 RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES DO POLO REGIONAL CENTRO NORTE APTA - PINDORAMA, SP

Maria Conceição Lopes¹, Antonio Lucio Mello Martins¹, Mariana Bárbara Lopes Simedo², Teresa Cristina Tarlé Pissarra²

APTA - Polo Regional Centro Norte Pindorama- SP

conceicao@apta.sp.gov.br;lmartins@apta.sp.gov.br

*Universidade Estadual Paulista (UNESP), FCAV, Câmpus de Jaboticabal-SP
,mariana_blopes@hotmail.com.teresap1204@gmail.com*

RESUMO

As matas ciliares desempenham importante papel na geração do escoamento direto da microbacia hidrográfica nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram implantar reflorestamentos em áreas de preservações permanentes-APP em seis nascentes, recuperar áreas de pastagens, enriquecer reflorestamentos e revitalizar nascentes perenes e intermitentes, situadas em áreas da Microbacia do Córrego da Olaria, situada no Polo Regional Centro Norte - APTA, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos integrante da Bacia Hidrográfica Turvo e Grande, no município de Pindorama, SP. As atividades tiveram início em 2011. A implantação de reflorestamento beneficiou a recomposição florestal e o monitoramento da vazão originou uma série histórica de cinco anos que gerou dados para estudo hídrico do local em nascentes situadas em mata nativa e agrícola.

Palavras-chave: recurso hídrico, conservação do solo, mata ciliar.

ABSTRACT

Riparian forests play an important role in the generation of direct drainage of the river basin in this context. The objectives of this work were to implement reforestation in areas of permanent preservation-APP in six springs, to recover pasture areas, to enrich reforestation and to revitalize perennial and intermittent springs. Located in the areas of the Córrego do Olaria microbasin, located in the Regional Center North - APTA, belonging to the Hydrographic Basin of the São Domingos River, part of the Turvo e Grande Hydrographic Basin, in the municipality of Pindorama, SP. The activities began in 2011. The implementation of reforestation benefited the forest restoration and the flow monitoring resulted in a historical series of five years that generated data for water study of the place in springs located in native and agricultural forest.

Key words: Water resources, soil conservation, riparian forest.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica pode ser compreendida como uma unidade territorial de planejamento e gerenciamento das águas. Lourenço & Collins (2012), relatam que a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema interligado de cursos de água tal quais todos os afluentes sejam descarregados através de uma única saída. As matas ciliares desempenham importante papel na geração do escoamento direto da microbacia, quantidade e qualidade da água e ciclagem de nutrientes (LIMA & ZAKIA, 2006), exercendo função de cercamento ao longo de trechos degradados e com perigo de erosão. A Legislação Ambiental Brasileira prevê a proteção das matas ciliares, na Constituição brasileira de 1988 e modificada ao longo dos anos para atender melhor às questões ambientais. Segundo RODRIGUES & NAVE (2001), a intensa ação e implicações

legais e hídricas incentivaram iniciativas pontuais de restauração ciliar nos últimos anos. A recuperação de áreas degradadas é uma tendência atual. Há preferência por restaurar florestas nativas para evitar erosão, estabilizar taludes e conservar a água (GEISLER, 2006). A principal prática para recuperação de áreas degradadas é através do isolamento, com a implantação do cercamento. Essa metodologia foi proposta por GANDOLF & RODRIGUES, 2004, para trabalhos desenvolvidos nas áreas de matas ciliares ou APPs (Áreas de Preservação Permanente). Segundo Calheiros et al. (2004), a nascente é um afloramento do aquífero que dá origem a uma fonte de água ou curso d'água. A quantificação da qualidade hídrica serve de base para o projeto de planejamento do uso do solo e da aplicação de práticas conservacionistas. Determina também as necessidades de investimento a serem feitas na bacia com vistas à sustentabilidade do uso da água. É, portanto, informação essencial para a gestão (ANA, 2005). No contexto de um manejo integrado e adequado de bacias hidrográficas com o intuito de reverter o quadro de redução de vazão dos mananciais e a depreciação da qualidade de suas águas, torna necessário um eficaz monitoramento. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram implantar reflorestamentos em áreas de preservações permanentes-APP, recuperar áreas de pastagens, enriquecer reflorestamentos e revitalizar nascentes perenes e intermitentes, situadas em áreas da Microbacia do Córrego na Olaria, situada no Polo Regional Centro Norte - APTA, no município de Pindorama, SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local proposto deste trabalho foi a Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria (Figura 1), com uma área de 9,17 Km², entre as coordenadas UTM, zona 22K, de 716.899,250 m e 7.651.094,500 m N, e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio São Domingos, pertencente à Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande.



Figura 1 Localização da microbacia “Córrego da Olaria”, Pindorama - SP
(Fonte: Google Earth)

Esta área situa-se na APTA- Polo Regional Centro Norte em Pindorama, SP, região noroeste do Estado de São Paulo. É uma Unidade de Pesquisa vinculada à Secretaria de Agricultura do Governo do Estado São Paulo, possui 532,8 ha e 120 ha de mata nativa divididas em três fragmentos, os quais foram transformados em Reserva Biológica Lei Estadual nº 4.960 de 06 de janeiro de 1986. O limite da propriedade na extremidade oeste situa-se parte no divisor de águas das bacias dos Rios Tietê e Turvo. Segundo a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo 1981, o município faz parte do Planalto

Ocidental do Estado de São Paulo e assenta-se nos sedimentos da Formação Bauru Cretáceo Superior. As principais unidades de solos encontradas na região são: Argissolos e Latossolos (EMBRAPA, 1999; LEPSCH & VALADARES, 1976). De acordo com a classificação de VELOSO et.al. (1991), a região é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual. As ocorrências e distribuições do uso e ocupação do solo são principalmente com agricultura, com destaque para cultura de cana-de-açúcar.

Para a Recuperação das Nascentes da APTA-Polo Regional Centro Norte, foram realizados o plantio de 6080 mudas nativas em cinco nascentes localizadas em áreas de pastagens na Unidade a saber N2, N3, N5, N7, N8, (tabela 1); aplicada técnica de plantio total com cercamento em uma área de 3.58 ha; monitorados as áreas em recuperação conforme a técnica de recuperação escolhida cercamento total. Foi também realizado monitoramento da vazão das nascentes perenes que fornecem quantidade de água abundante e continua durante todo o ano e em quatro pontos principais da rede de drenagem (Figura 2) utilizando linígrafo; e foram tabulados dados de vazão para estudo hídrico do local.



Figura 2 Pontos de monitoramento da vazão na Rede hidrográfica da Bacia do Córrego Olaria, Pindorama, SP. Fonte: Google Earth

O trabalho de recuperação de nascentes e preservação de áreas de proteção permanentes foi aplicado em oito nascentes situadas na Unidade, descritas abaixo na tabela 1:

Tabela 1 – Denominação e localização das nascentes situadas na Unidade.

Nascente	Nome Popular	Localização por Microbacia	Zona	Município	Bacia Contribuição Beneficiada
N1	Mina Jararaca	Córrego Olaria	da Rural	Pindorama SP	- CBH-TG- URG15
N2	Mina Marangoni	Córrego Olaria	da Rural	Pindorama SP	- CBH-TG- URG15
N3	Voçoroca	Córrego Olaria	da Rural	Pindorama SP	- CBH-TG- URG15
N4	Cacau	Córrego Olaria	da Rural	Pindorama SP	- CBH-TG- URG15
N5	Açudinho	Córrego Olaria	da Rural	Pindorama SP	- CBH-TG- URG15
N6	Onça	Córrego	da Rural	Pindorama	- CBH-TG- URG15

		Olaria			SP		
N7	Colônia Sede	Rio Domingos	São	Rural	Pindorama SP	-	CBH-TG- URG15
N8	Colônia Quintal	Rio Domingos	São	Rural	Pindorama SP	-	CBH-TG- URG15

Em 2011 foi efetuado o plantio total em áreas de pastagens e APP sendo realizados plantio em covas e ou plantio em sulcos dependendo da estrutura física do solo. Utilizou-se nas áreas de plantio os insumos superfosfato simples e calcário na cova, bem como o manejo cultural como coroamento, controle de formigas e rega de mudas. Nas áreas de pastagem foi realizado o cercamento no raio de 50 m, para contenção de animais, e plantio total de mudas, com abertura de covas, de espécies nativas regionais. (Figura2)



Figura 2. Vista geral das áreas implantado reflorestamento e cercamento total .

RESULTADO E DISCUSSÃO

No período de 2011 a 2016 realizou-se periodicamente o acompanhamento do crescimento de mata ciliar instaladas em nascentes e áreas de preservação permanente -APP que se encontravam em áreas de pastagens e áreas degradadas na Unidade. Em visitas ao campo foi verificado na área do plantio de arbóreas, o desenvolvimento das mesmas e a necessidade de aplicar os tratos culturais como: roçada, adubação.No período citado, observou-se que o plantio de arbóreas apresentou-se um desenvolvimento dentro do esperado. As plantas pioneiras tiveram seu crescimento normal com ganho em altura e espessura para o grupo de plantas classificadas como pioneiras, enquanto que, no mesmo período, para as plantas classificadas como não pioneiras revelam um crescimento mais lento. (Figura3)



Figura 3. Área onde foi implantado reflorestamentos e APP em 2016

O monitoramento da vazão mensal iniciou-se em maio de 2011foi realizada em quatro pontos principais na microbacia. Para a leitura da vazão os dados foram obtidos com o uso de linígrafo (Teledyne Isco -2150). Este equipamento utiliza tecnologia de comprimento de onda contínua Doppler para medir a velocidade e a quantidade do fluxo e realiza a conversão independentes nível/área e/ou conversão nível/vazão e Nível/Área, para medir a quantidade d'água das nascentes a saber:

N1 (Mina Cacau) e N2 (minas da Onça) , N3 (Voçoroca) e um ponto específico da rede de drenagem.(Rodovia) Cada ponto monitorado possui características específicas, as quais estão descritas na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Uso e ocupação do solo, nos pontos de leitura da vazão, nas microbacias do Córrego da Olaria, Município de Pindorama, S.P.

Nascentes	Pontos	Uso e Ocupação do Solo
NO	P1	Nascente em área de Mata nativa – Onça
F	P2	Córrego da Olaria, com intensa ocorrência de vegetação na margem – Foz 2
NC	P3	Nascente localizada em mata nativa com marcante presença de serrapilheira – Mina do Cacau
NV	P4	Área de antiga voçoroca recuperada por prática de conservação de solo (açudes artificiais), que atualmente encontra-se em estado de regeneração natural e apresenta áreas agricultáveis no entorno Voçoroca

As vazões obtidas pelo linígrafo, medidas na microbacia mensalmente nos pontos Onça, Rodovia, Cacau, e Voçoroca, são apresentadas na figura 4 abaixo.



Figura 4 Variação temporal da vazão na Microbacia do Córrego da Olaria, Pindorama-SP

Nos resultados obtidos, notou-se que a maior vazão registrada foi no ponto Rodovia, seguida ponto Onça e Cacau, nascentes classificadas como perene, ambas localizadas em mata nativas que apresentaram maior volume de água, portanto maior a vazão. A NV- Voçoroca teve sua margem reflorestada e apresenta uma mata não consolidada e registrou menor vazão. A Rodovia representa a Foz do Córrego da Olaria, a qual concebe toda contribuição à rede de drenagem. Ressalta-se que estes dados são de estudo preliminares, e é de grande interesse que o monitoramento da vazão seja de forma contínua, ao longo dos anos, com o equipamento linígrafo

CONCLUSÕES

A implantação de reflorestamento beneficiou a recomposição florestal.

O monitoramento da vazão originou uma série histórica de cinco anos gerando dados para estudo hídrico do local em nascentes situadas em mata nativa e agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Estudo de Consolidação dos Procedimentos Metodológicos na Elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos / Relatório final - RF / Estruturação da Base de Dados. **Agência Nacional da Águas**. Estudos realizados pela empresa TC/BR Tecnologia e Consultoria Brasileira S/A - Brasília, ANA, SPR, 2005 118p.

CALHEIROS, R de A Preservação e Recuperação das Nascentes. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ-CTRN, 2004.

GANDOLFI, S. e RODRIGUES R. R. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo: Edusp, 2004. p.241-243.

GEISSLER, H. J., LOCH, C. e RAMOS, P. R. Proposta Metodológica para Recuperação de Áreas Degradadas - Nascentes e Corpos d'água, em MicroBacias do Rio Uruguai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 7, out., 2006, Florianópolis. Anais... Florianópolis: COBRAC 2006, p. 01-11.

LEPSCH, I. F.; VALADARES, J. M. A. S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama. Bragantia, Campinas, v. 35, n. 40, p.1976.

LIMA, W. P (Org.); ZAKIA, M. J. B. (Org.). As florestas plantadas e a água: implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos, SP: RiMa, 2006. 218 p.

LOURENÇO, R.W.; COLLINS, D. Bacias hidrográficas. São Paulo: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 2012. 42p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. Matas ciliares: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo/Fapesp, 2001. p. 35-247.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

4.26 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – MICROBACIAS II – ACESSO AO MERCADO: REABILITAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS RURAIS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU

Ricardo Henrique Casini Chiarelli - CATI EDR Botucatu, ute.botucatu@cati.sp.gov.br

Jaime Duarte Filho - CATI EDR Botucatu – jaime.duarte@cati.sp.gov.br

Gabriel Campos Volpi - CATI CA Pratânia – gabriel.volpi@cati.sp.gov.br

Marcelo Leonardo - CATI CA Botucatu – marcelo.leonardo@cati.sp.gov.br

Oswaldo Antonio Zani - CATI CA Pardinho - oswaldo.zani@cati.sp.gov.br

Marcus Paulo Vendito Soares - CATI CA Botucatu - marcus.soares@cati.sp.gov.br

RESUMO

É indiscutível a importância das funções ambiental, econômica e social das estradas rurais para a população rural e para os municípios. Ocorre que é constante a degradação das mesmas pelos agentes físicos, como intempéries e o próprio uso, inviabilizando ou dificultando em muito o tráfego. Como agravantes há abertura de estradas sem base em projetos técnicos, tornando a manutenção cara e nem sempre efetiva na resolução dos problemas. O Governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, instituiu o Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II – Acesso ao Mercado, executado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Com base nestas premissas, o Projeto conta em seu “Componente 2: Fortalecimento das Instituições Públicas e Infraestrutura Municipal” e “Subcomponente 2.2 – Fortalecimento da Infraestrutura Municipal” com assinaturas de convênios com os municípios para repasse de recursos e acompanhamento técnico da execução de obras civis de manutenção e conservação de estradas rurais. Com isso ficou garantida a execução de obras seguindo um projeto técnico, com longo prazo de atendimento ao público beneficiário. No município de Botucatu, as estradas beneficiadas pelo Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II – Acesso ao Mercado com reabilitação de “trechos críticos” foram o Acesso à Rodovia Marechal Rondon – km 255 e a Estrada Municipal Domingos Papa – BTC-080 e, com manutenção preventiva, a Estrada Municipal Sho Yoshioka – BTC-030 e a Estrada Municipal André Felix – BTC-476. É notório o impacto positivo sobre os moradores e usuários das estradas beneficiadas.

Palavras-chave: Erosão, Estradas Rurais, Acessibilidade, Meio Rural

ABSTRACT

The importance of the environmental, economic and social functions of rural roads to the rural population and to municipalities is indisputable. It happens that the degradation of the same is constant by the physical agents, as intempéries and the own use, making it very difficult or difficult to traffic. As aggravating factors, there are roads that are not based on technical projects, making maintenance expensive and not always effective in solving problems. The Government of the State of São Paulo, through the State Secretaria of Agriculture and Supply, instituted the Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável - Microbacias II – Acesso ao Mercado, executed by the Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Based on these premises, the Project has in its "Component 2: Strengthening of Public Institutions and Municipal Infrastructure" and "Subcomponent 2.2 - Strengthening of Municipal Infrastructure" with signatures of agreements with municipalities for transfer of resources and

technical monitoring of the execution of works Maintenance and conservation of rural roads. This ensured the execution of works following a technical project, with a long term service to the beneficiary public. In the municipality of Botucatu, the roads benefiting from the Sustainable Rural Development Project - Microbacias II - Access to the Market with rehabilitation of "critical stretches" were the Marechal Rondon Highway Access - km 255 and Municipal Road Domingos Papa - BTC-080 and, with preventive maintenance to, the Municipal Road Sho Yoshioka - BTC-030 and the Municipal Road André Felix - BTC-476. It is notorious the positive impact on the residents and users of the roads benefited.

Key words: Erosion, Rural Roads, Accessibility, Rural Environment

INTRODUÇÃO

As Estradas Rurais tem grande função social, pois permitem condições de acesso para as populações das regiões onde são construídas, sendo de extrema importância para agricultura e economia municipais, tornando-se oportuno mencionar os benefícios que vão além do transporte barato para os mercados agrícolas, uma vez que, dão acesso às facilidades de educação, saúde e maior variedade de bens de consumo, (JACOBY APUD MACIEL, 1998). Entretanto, muitas estradas apresentam problemas relacionados à erosão, a má localização, à deteriorização do leito decorrente do tráfego, além de problemas provenientes de procedimentos equivocados de manutenção, como a raspagem do leito por máquinas pesados, relata (ROCHA, 2005).

O Governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, instituiu o Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II – Acesso ao Mercado (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005) executado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Com base nestas premissas, o Projeto conta em seu “Componente 2: Fortalecimento das Instituições Públicas e Infraestrutura Municipal” e “Subcomponente 2.2 – Fortalecimento da Infraestrutura Municipal” com assinaturas de convênios com os municípios para repasse de recursos e acompanhamento técnico da execução de obras civis de manutenção e conservação de estradas rurais. Com isso ficou garantida a execução de obras seguindo um projeto técnico, com longo prazo de atendimento ao público beneficiário.

No município de Botucatu, as estradas beneficiadas pelo Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II – Acesso ao Mercado com reabilitação de "trechos críticos" foram o Acesso à Rodovia Marechal Rondon – km 255 e Estrada Municipal Domingos Papa – BTC-080 e, com manutenção preventiva, a Estrada Municipal Sho Yoshioka – BTC-030 e a Estrada Municipal André Felix – BTC-476.

Os projetos de reabilitação de "trechos críticos" e de manutenção preventiva de estradas rurais passam por uma fase, chamada de Identificação, que prioriza as estradas que receberão obras, de acordo com número de habitantes usuários, intensidade de fluxo de tráfego de transporte escolar e transporte em geral. Após, há a fase de Planejamento 1, onde é feita a caracterização e o diagnóstico dos trechos críticos e necessidades de manutenção e a proposta simplificada de serviços a serem executados. Segue a fase de Planejamento 2, onde são descrito os serviços que realmente serão executados durante as obras. Cumprida estas fases, dá-se início à fase de Orçamento, onde são quantificadas as quantidades de material e combustível a serem utilizadas. Os projetos também passam por uma fase de

avaliação dos impactos ambientais das obras, onde medidas mitigadoras de possíveis danos ambientais são obedecidas.

Findadas estas fases, há a celebração do convênio e o repasse de verbas à Prefeitura Municipal, que pode utilizar maquinário próprio ou locar este maquinário ou mesmo realizar processo licitatório de contratação de empresa para execução das obras. O Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II – Acesso ao Mercado, PDRS Microbacias II, limita o apoio para a melhoria da infraestrutura municipal como constante na tabela:

Tabela 8: Limite de Apoio do PDRS Microbacias II às obras de apoio para reabilitação de trechos críticos e manutenção preventiva de estradas rurais, constante no Manual Operacional:

Prática apoiada	Beneficiários	Limite físico de apoio/Km	Custo unitário/ R\$	Custo total /R\$	% de apoio	Limite máximo de apoio - R\$
Reabilitação de trechos críticos de estradas rurais	Prefeituras	5,5	50.000,00	275.000,00	90	247.500,00
Manutenção preventiva de estradas rurais	Prefeituras	26,0	4.380,00	113.880,00	90	102.492,00
Limite máximo de apoio ao Município						349.992,00

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração do mapa de localização do(s) trecho(s) na fase de Identificação:

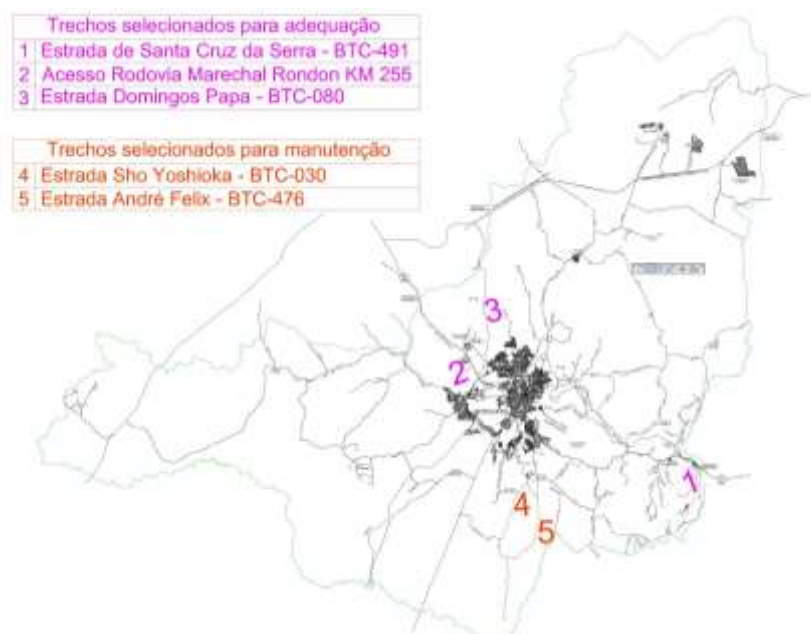


Figura 1 – Mapa de localização dos do(s) trecho(s) de estradas rurais. Aspecto das obras de manutenção preventiva de estradas rurais executadas:



Figura 2 – Estrada Municipal Sho Yoshioka – BTC-030 – Adequação de 12 km de extensão onde o PDRS Microbacias apoiou R\$90.664,20 e a Prefeitura Municipal de Botucatu apoiou R\$10.073,80, num total de R\$100.738,00.

Aspecto das obras de reabilitação de trechos críticos de estradas rurais executadas:



Figura 3 – Trecho 1 da Estrada Municipal Domingos Papa – BTC-080 – Adequação de 2,4 km de extensão onde o PDRS Microbacias apoiou R\$45.144,00 e a Prefeitura Municipal de Botucatu apoiou R\$5.016,00, num total de R\$50.160,00. Técnicas utilizadas no traçado em espigão: implantação de sistema de drenagem e revestimento da pista de rolamento com pedra bica corrida.



Figura 4 – Trecho 2 da Estrada Municipal Domingos Papa – BTC-080 – Adequação de 1,7 km de extensão onde o PDRS Microbacias apoiou R\$37.861,20 e a Prefeitura Municipal de Botucatu apoiou R\$4.206,80, num total de R\$42.068,00. Traçado em aclave/declive - técnicas utilizadas: abatimento e reconformação de taludes com 2 metros de altura média. Implantação de sistema de drenagem com caixas de captação e terraceamento. Alargamento da plataforma. Sub-base em piçarra e revestimento em pedra britada em bica corrida.



Figura 5 – Acesso Rodovia Marechal Rondon km 255 – adequação de 0,18 km de extensão onde o PDRS Microbacias apoiou R\$16.287,76 e a Prefeitura Municipal de Botucatu apoiou R\$1.809,75, num total de R\$18.097,51. Traçado em acentuado, estreito, sem possibilidade de alargamento por impedimentos nas margens - técnicas utilizadas: perenização dos trilhos de rodagem com concreto e implantação de sistema de drenagem, com passagens molhadas em concreto encaminhando a água para o sistema de terraços das propriedades lindeiras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo os projetos técnicos de manutenção e adequação, as obras culminaram em estradas e trechos de estradas com qualidade acima da média, cumprindo com suas funções ambientais, sociais e econômicas. O apoio técnico e econômico do PDRS Microbacias II ao município foi imprescindível para que estas obras se viabilizassem, beneficiando o município como um todo.

CONCLUSÕES

A execução de obras de manutenção e adequação de estradas rurais deve seguir projeto técnico de forma que o resultado tenha qualidade e a obra tenha durabilidade. A oferta de recursos financeiros e apoio técnico externos viabiliza obras de manutenção de estradas rurais com qualidade acima da média, que beneficiam toda a municipalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual Operacional do Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II – Acesso ao Mercado. Acordo de Empréstimo 7908 – BR. 2015.

JACOBY, H. G. (1998). Access to Markets and the Benefits of Rural Roads: A Nonparametric Approach. The World Bank. Washington DC. 30p. In: MACIEL, Jussara S. Cury. Estudo de viabilidade ambiental de estradas vicinais no Amazonas. Tese de Doutorado em Engenharia de Transportes da UFRJ. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em 10/03/2017.

ROCHA, Jussara Machado Jardim. Hierarquização da problemática ambiental para a recuperação do Alto Pacuí, Montes Claros – MG, 2005, 136 f. Dissertação de Doutorado em Ciência Florestal. Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2005.

4.27 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO TIJUCO, JABOTICABAL SP

Taynara Tuany Borges Valeriano, Doutoranda em Produção Vegetal – Agrometeorologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, taynarabvaleriano@gmail.com.

João Esteves Trevizoli, mestrando em Produção Vegetal – Agrometeorologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, joao@lab804.com.br

Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Prof. Dr. na Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, teresap1204@gmail.com.

Glauco de Souza Rolim, Prof. Dr. em Agrometeorologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, rolim@fcav.unesp.br

Sérgio Campos, Prof. Dr. Departamento de Engenharia Rural da UNESP/FCA-Botucatu, seca@fca.unesp.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características morfológicas da microbacia do Córrego do Tijuco, da bacia hidrográfica do córrego Rico, sub-bacia do Rio Mogi-Guaçu, localizada entre os municípios de Jaboticabal e Monte Alto, Estado de São Paulo. O estudo foi baseado em imagens orbitais e SRTM da região administrativa de Ribeirão Preto. Através do programa de modelagem SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), foram traçadas a rede de drenagem e as respectivas microbacias hidrográficas, onde as variáveis selecionadas foram determinadas. Constatou-se que os tipos de solos presentes na microbacia do Córrego do Tijuco foram Latossolo e predominância de Argissolo. Aproximadamente 40% do uso e ocupação da área total da microbacia é o cultivo de cana de açúcar. O relevo pode ser classificado como suave ondulado, visto que 45% da área encontra-se na classe de declividade entre 3% e 8%. Estes resultados indicam que a microbacia do Córrego do Tijuco requer um manejo adequado com práticas conservacionistas, pois, a predominância do Argissolo torna a microbacia mais susceptível ao processo erosivo.

Palavras-chave: SWAT; Manejo de bacias; Fotointerpretação.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the morphometric characteristics of the Tijuco Stream microbasin of the Córrego Rico Watershed, located in the Mogi-Guaçu River at the municipalities of Jaboticabal and Monte Alto, State of São Paulo. The study was based on orbital and SRTM images. Through the SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) modeling program, the drainage network and its hydrographic basins were drawn, where the selected variables were determined. It was verified that the types of soils present in the Tijuco Stream microbasin were Latossolo and Argissolo. Approximately 40% of the land use of the total area of the watershed is the cultivation of sugar cane. The relief can be classified as smooth to corrugated, since 45% of the area is in the declivity class between 3% and 8%. These results indicate that the Tijuco Stream microbasin requires adequate management with conservation practices, because the predominance of the Argisol makes the microbasin more susceptible to the erosive process.

Key words: SWAT; Management of basins; Photointerpretation.

INTRODUÇÃO

O estudo de bacias hidrográficas é de extrema importância para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos. Uma bacia hidrográfica pode ser definida por um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes (TEODORO et al., 2007). As bacias hidrográficas foram denominadas como unidade de estudo e gestão, através da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a fim de estabelecer normas para a gestão de recursos hídricos. Dentro deste contexto, insere-se o termo de microbacias e sub-bacias. Entretanto as definições que envolvem as subdivisões da bacia hidrográfica (sub-bacia e microbacia) apresentam abordagens diferentes em fatores que vão do físico ao ecológico (TEODORO et al., 2007).

Para o estudo de uma bacia hidrográfica se faz necessário a caracterização morfométrica. A análise morfométrica é o estudo quantitativo das formas do relevo, que possibilita inferências sobre as características relacionadas à pedologia, à rede hidrográfica e descreve a dinâmica das drenagens superficiais (ZANATA, 2013).

A interpretação geomorfológica traz informações relevantes para uma gestão eficaz de seus recursos naturais e para o entendimento de suas potencialidades e limitações quanto ao seu uso e ocupação (PISSARA et al., 2004; CALIL et al., 2012). Diante do exposto o objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização morfométrica da microbacia do Córrego do Tijuco.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a microbacia Córrego do Tijuco, pertencente à bacia hidrográfica do Córrego Rico na Unidade de Gerenciamento do Rio Mogi Guaçu, pertencente aos Municípios de Jaboticabal e Monte Alto, Estado de São Paulo. Esta área localiza-se entre as coordenadas geográficas, longitude 45°19'50" e 48°27'26" W Gr, e latitudes 21°18'10" e 21°12'53"S.

O relevo local é predominantemente suave ondulado, com cotas variando entre 500 e 720 m (ARRAES et al., 2010). O clima, pela classificação de Köppen, é mesotérmico de inverno seco (Cwa), com temperatura média anual de 18 e 22 °C e precipitação média anual de 1.400 mm. De acordo com Arraes et al. (2010), na área ocorrem duas classes de solo, Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, A moderado, álico, relevo plano e suave ondulado com 2700 ha e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe), latossólico, textura arenosa/média, A moderado, relevo suave ondulado com 5300 ha da área de estudo.

Para o estudo da morfometria, foram utilizadas imagem orbital SPOT4, em escala aproximada de 1:20.000, composição colorida, nas bandas 3/4/5. As cartas topográficas, editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1971, em escala 1:50.000, equidistância vertical entre curvas de nível de 20 m, foram empregadas como material auxiliar na delimitação de diversas características da área de estudo e, principalmente, como ponto de apoio planialtimétrico e elaboração do modelo digital do terreno.

As linhas dos divisores de água e da rede de drenagem foram vetorizadas no sistema de informação geográfica ArcGIS 9, versão ArcMAP 9.3.1 (ESRI ArcGIS 9®), utilizando-se dos comandos específicos de linhas e polígonos. O modelo hidrológico para análise e comparação das características da área e da amplitude altimétrica foi gerado no programa ArcSWAT 2009. Este programa usa para calcular a área e as variáveis de relevo o modelo de elevação digital (DEM). A interface foi determinada também no sistema de informação geográfica ArcGIS 9, versão ArcMap

9.3.1 (ESRI ArcGIS 9®). A metodologia seguiu os preceitos dos trabalhos desenvolvidos na programação do SWAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área total da microbacia do Córrego do Tijuco é de aproximadamente 79 km², onde 36,61 km² apresenta uma declividade classificada entre 3 a 8% (Figura 1A). A classe de 0 a 3%, somente 16 % da área é constituída, entretanto na classe entre 15 a 45%, a porcentagem foi a menor, com apenas 3,2 % da área total (Tabela 1). Estes resultados comprovam que a microbacia do Tijuco apresenta um relevo pouco acidentado, conforme verificado por Arraes et al. (2010).

Tabela 1. Classes de declividade para a microbacia do Córrego do Tijuco

Classes de Declividade	Área	
	Km ²	%
0-3	13,05	16,37
3-8	36,61	45,91
8-15	27,53	34,52
15-45	2,55	3,20
Máximo	36,61	45,91
Mínimo	2,55	3,20

A cultura da cana-de-açúcar é o principal uso do solo (Figura 1B), ocorrendo em aproximadamente 38,24 % da área de estudo seguindo se por usos menos intensivos como pastagens (6%), eucalipto (5%) e vegetação ciliar (8%) (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por Calil et al. (2012), que realizaram a caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás, e constataram que a atividade agricultura representa 10,67% da área total da bacia desenvolvida nos Latossolos e Argissolos, solos considerados aptos a este tipo de atividade, em virtude de apresentarem vulnerabilidade a erosão hídrica de baixa a moderada. Estes mesmos autores constataram ainda que, houve uma predominância de declives entre as classes plana a ondulada, com declividade média foi inferior a 17%, representando 87,22% da área total da bacia, associadas aos Latossolos e Argissolos ocupados com pastagens, agricultura e reflorestamento.

Figura 1. Classes de declividade (A) e Uso e Ocupação do Solo (B), para a microbacia do Córrego do Tijuco.

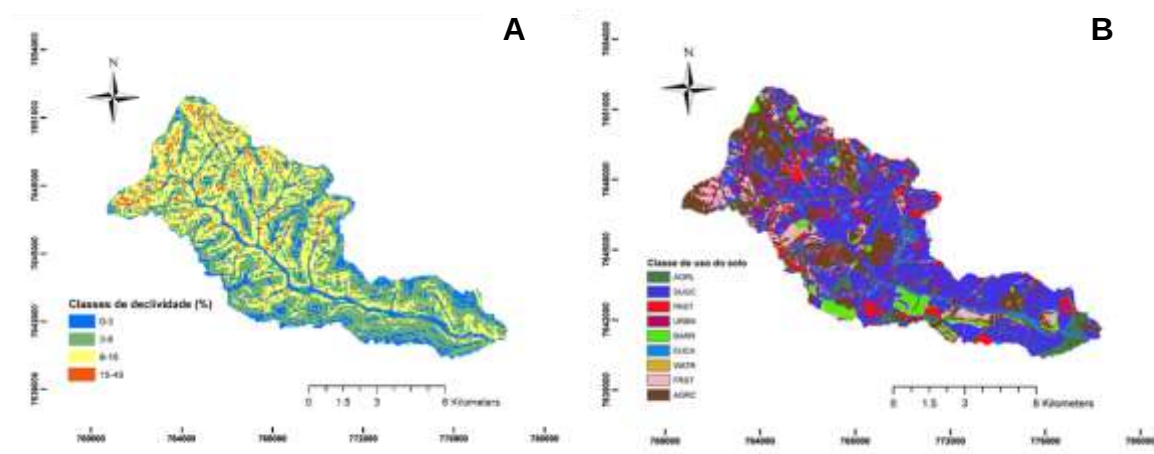


Tabela 2. Uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Tijuco. Legenda: AGRL, agricultura em geral; SUGC, cana de açúcar; PAST, pastagem; URBM, área urbana; BARR, “solo nu”; EUCA, eucalipto; WATR, água; FRST, floresta nativa; AGRC, outros cultivos.

Tipos de Uso do Solo	Área	
	km ²	%
AGRL	7,23	9,07
SUGC	30,49	38,24
PAST	4,86	6,10
URBN	6,45	8,08
BARR	3,39	4,26
EUCA	4,50	5,64
WATR	0,04	0,05
FRST	6,41	8,03
AGRC	16,37	20,53

As classes predominantes de solo são o Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, A moderado, álico, relevo plano e suave ondulado com 27 km² e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe), latossólico, textura arenosa/média, A moderado, relevo suave ondulado com 53 km² ha da área de estudo como também verificado por Arraes et al. (2010). Estes resultados indicam que a microbacia do Córrego do Tijuco requer um manejo de práticas conservacionistas, pois a predominância do Argissolo, torna o mesmo mais susceptível aos processos erosivos. De acordo com Pissara et al. (2004) e Arraes et al. (2010) recomendam nestes casos um planejamento conservacionista ligado ao desenvolvimento agropecuário e à adoção de tecnologias e práticas agrícolas. O estabelecimento de áreas de preservação permanente ao longo da rede de drenagem da bacia hidrográfica é também necessário.

CONCLUSÕES

A microbacia do Córrego do Tijuco requer um manejo adequado com práticas conservacionistas, pois, a predominância do Argissolo torna a microbacia mais susceptível ao processo erosivo.

REFERÊNCIAS

- ARRAES, C.L.; Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na Microbacia Córrego do Tijuco, SP. Ver. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 849 – 857, nov./dez. 2010.
- CALIL, P. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 433-442, 2012. [Http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000400014](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000400014)
- PISSARRA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP), **Rev. Brasil. Ciênc. Solo**. Viçosa, 28 (2004), pp. 297–305.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v.20, p.137-157, 2007.
- ZANATA, M. **Morfometria de compartimentos hidrológicos e qualidade hídrica do município de Batatais-SP**. Jaboticabal, 2013. 103p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista.

4.28 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DO RELEVO E DA REDE DE DRENAGEM EM UMA MICROBACIA SITUADA EM BAURU – SP

Guilherme Willian Carlos¹ – gui_gwc@hotmail.com;

Júlia de Araújo Marcacini¹ – julia_marcaccini@hotmail.com;

Poliana Marília da Silva Mello Betella Dos Santos¹ – betella.poliana@gmail.com;

Samara Henrique Maschetti¹ – maschettis@gmail.com.

¹UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, SP.

RESUMO

A caracterização física da bacia constitui a etapa inicial nos estudos da dinâmica da água, que se faz importante devido os atuais comprometimentos dos recursos hídricos. A fim de se compreender e investigar os componentes naturais de uma bacia na cidade de Bauru/SP, o presente trabalho tem como objetivo levantar dados físicos e analisar a morfometria da bacia. Foram utilizadas cartas topográficas disponibilizadas pelo IBGE, com curvas de nível de equidistância vertical (ϵv) igual 20 m e uma escala de 1:50.000, onde o perímetro (P) da bacia foi determinado através de um curvímeter, que também foi utilizado para a leitura de outros indicadores, como tamanho das curvas de nível de todas as ordens e da rede de drenagem. Foi necessária a utilização de um planímetro para a estimativa da área plana da bacia. Para a determinação das altitudes, foi utilizado a alocação das curvas de nível e a equidistância vertical, possibilitando definir as altitudes máxima, mínima e média. Com esses dados obtidos, foi possível calcular outros diversos indicadores morfométricos encontrados na literatura. O coeficiente de compacidade (1,106) e o fator de forma (0,74) indicam um formato que se aproxima de uma circunferência, o que ocasiona alta captação de água fluvial e mantém a bacia abastecida, porém com alto fluxo de base e risco de erosão. Somado a isso, a densidade de drenagem (0,916 km.km⁻²) é classificada apenas como regular, evidenciando ainda mais a baixo teor de infiltração de água no solo local, assim como a baixa sinuosidade do rio principal (0,97) indica uma alta velocidade no deslocamento da água até a foz, visto a grande vazão gerada pelo alto volume de água da chuva local. Embora a microbacia apresente um grande potencial em abastecer populações, é necessária uma devida atenção, onde o grande fluxo de água superficial aumenta o potencial erosivo da localidade.

Palavras-chave: hidrologia; morfometria; microbacia hidrográfica.

ABSTRACT

The physical characterization of the watershed is the initial step in the studies of water dynamics, which is important due to the current water resources commitment. In order to understand and investigate the natural components of a basin in the city of Bauru (São Paulo), the present work aims to collect physical data and analyze the morphometry of the watershed. Were used topographic charts made available by IBGE, with vertical equidistance level curves equal 20 m and a scale of 1: 50,000, in which the perimeter (P) of the basin was determined through a curvimeter, which was also used to read other indicators such as size of the contours of all orders and the drainage network. It was necessary to use a planimeter to estimate the flat area of the basin. For the determination of the altitudes, it was used the allocation of the contours and the vertical equidistance, allowing to define the maximum, minimum and average altitudes. With these data, it was possible to calculate other

morphometric indicators found in the literature. The compactness coefficient (1.106) and the form factor (0.74) indicate a shape approaching a circumference, which causes high water abstraction and keeps the basin supplied, but with high base flow and risk of erosion. In addition, the drainage density (0,916 km.km⁻²) is classified as only regular, evidencing even more the low water infiltration levels in the local soil, just as the low sinuosity of the main river (0.97) indicates a high velocity in the water displacement to the mouth, since the large flow generated by the high volume of local rainwater. Although the microbasin has a great potential in supplying populations, due attention is needed, since the large surface water flow increases the erosive potential of the locality.

Key words: hydrology; morphometry; watershed.

INTRODUÇÃO

O estudo das bacias e microbacias hidrográficas vem sendo primordiais para a execução de um planejamento ambiental, sendo a unidade de gestão da paisagem (MACHADO et al., 2011). Em estudos da dinâmica da água, a caracterização física da bacia constitui a etapa inicial que levará ao entendimento do processo da água na localidade (MARTINI, 2012).

A análise morfométrica de bacias hidrográficas é definida como um conjunto de procedimentos que tem como orientação a investigação e compreensão científica dos componentes naturais de uma bacia hidrográfica (SANTOS & MORAES, 2012). É necessário ainda inter-relacionar todas as características obtidas na análise morfométrica da área, visto que nenhum índice, quando avaliado isoladamente, é capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia (TONELLO et al., 2006). A análise das características físicas é importante para se transferir dados de uma bacia monitorada para uma outra qualitativamente semelhante onde faltam dados ou não é possível a instalação de postos hidrométricos (CARVALHO & FONSECA, 2006).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar as características morfométricas de uma microbacia hidrográfica na cidade de Bauru – SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho, foram levantados dados morfométricos de uma microbacia hidrográfica da cidade de Bauru – SP, delimitada pelas coordenadas geográficas planas 49°04'21" a 49°05'37" W e 22°28'26" a 22°27'08" S, sendo uma bacia de ordem 4. Foram utilizadas cartas topográficas disponibilizadas pelo IBGE, com curvas de nível de equidistância vertical (ϵv) igual 20 m e uma escala de 1:50.000.

Para o cálculo do perímetro da bacia foi utilizado um curvímetro, com a posterior conversão do valor obtido pelo valor real de acordo com a escala do mapa (1:50000). O curvímetro também foi utilizado para a leitura de outros indicadores, como tamanho das curvas de nível de todas as ordens e da rede de drenagem.

A área de uma bacia é o elemento básico para o cálculo das outras características físicas (CARVALHO & FONSECA, 2006). No presente trabalho, foi utilizado um planímetro para determinação dessa área de drenagem. Para a determinação das altitudes, foi utilizado a alocação das curvas de nível e a equidistância vertical.

Tabela 01. Variáveis físicas previamente analisadas e métodos de obtenção utilizados na caracterização da microbacia.

Variável	Método de obtenção
Área de drenagem (A)	Planímetro sobre base cartográfica (1 cm ² - 25 ha)
Perímetro (P)	Curvímetro sobre base cartográfica (1 cm – 500 m)
Comprimento axial da bacia (L _B)	
Comprimento do rio principal (L _{RP})	
Comprimento total dos rios (L _T)	
Comprimento total das curvas de nível (L)	
Altitudes mínima, média e máxima	Altimetria da base cartográfica (m)
Amplitude altimétrica da bacia (H _B)	
Amplitude altimétrica do rio principal (H _R)	

A forma da bacia é uma das características da bacia mais difíceis de serem expressas em termos quantitativos, mas apresenta efeito no comportamento hidrológico da bacia, como por exemplo, no tempo de concentração (T_c), que é definido como sendo o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua com a vazão na seção de controle (CARVALHO & FONSECA, 2006). Dentre os diversos índices que buscam relacioná-las com formas geométricas conhecidas, foi utilizado o coeficiente de compacidade (K_c), que relaciona o perímetro real com o perímetro de um círculo de mesma área. Quanto menor o K_c (mais próximo da unidade), mais circular é a bacia, menor o T_c e maior a tendência de haver picos de enchente. Além disso, foi utilizado o fator de forma (K_f) para caracterizar o formato da bacia, que é a razão entre a largura média da bacia e o comprimento axial da bacia. Quanto menor for o meu K_f, mais comprida será a bacia, que estará menos sujeita a picos de enchente, sendo essa classificada entre 1,00 – 0,75 (sujeito a enchentes), 0,75 – 0,50 (tendência mediana a enchentes) e < 0,50 (não sujeito a enchentes) (PAZ, 2004).

A densidade de drenagem (D_d) indica o desenvolvimento do sistema de drenagem, de acordo com o comprimento total dos cursos d'água e a área da bacia, onde a mesma será classificada como: bacias com drenagem pobre (D_d < 0,5 km/km²), bacias com drenagem regular (0,5 ≤ D_d < 1,5 km/km²), bacias com drenagem boa (1,5 ≤ D_d < 2,5 km/km²), bacias com drenagem ótima (2,5 ≤ D_d < 3,5 km/km²) e bacias excepcionalmente bem drenadas (D_d ≥ 3,5 km/km²).

Quanto ao relevo da bacia, podemos determinar tanto a declividade média da bacia (S_B) como a do rio principal (S_R), obtidas através da equidistância vertical, área da bacia, comprimento total das curvas de nível, comprimento total do rio e amplitude altimétrica do rio (PALARETTI, 2007). Já o coeficiente de manutenção do canal tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (RECKZIEGEL & ROBAINA, 2006).

Além disso, foram determinadas outras características de acordo com metodologia descrita por Coutinho & Nascimento (2013), como a Razão de Elongação (R_e), que é a relação entre o diâmetro da área (circular) e o comprimento do eixo da bacia; a Sinuosidade do Rio Principal (SinR), onde uma maior a sinuosidade implica em uma menor velocidade de deslocamento da água até a foz (podendo se classificar em: < 1 = canal retilíneo; 1 – 2 = transicional; > 2 = tortuoso); e o Índice de Rugosidade da bacia (R_n), que combina a diferença de nível da bacia

e a densidade de drenagem, onde valores altos indicam vertentes íngremes e longas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de compacidade (1,106) se aproxima de 1, mostrando a sua proximidade a um círculo, o que implica em um tempo de concentração (T_c) menor e, conseqüentemente, maior probabilidade de haver picos de enchente no perímetro da bacia. Combinado com o fator de forma (0,74; que indica uma tendência mediana às enchentes), vê-se um formato quase circular, que consegue captar bastante água e rapidamente ultrapassa seu limite de armazenamento, podendo promover problemas como erosão do solo, mas mantendo a hidrologia local extremamente abastecida.

A densidade de drenagem (0,916 km.km⁻²) é classificada como regular. Embora isso possa indicar uma baixa infiltração e armazenamento de água no subsolo, o valor provavelmente se dá devido à grande captação das águas de chuva, criando uma grande quantidade de cursos d'água. A área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, de acordo com o coeficiente de manutenção do canal, seria de 1091,7 m², demonstrando a ineficiência física da bacia em controlar o fluxo hídrico local.

A baixa sinuosidade do rio principal (0,97; classificado como canal retilíneo) indica uma alta velocidade no deslocamento da água até a foz, proveniente provavelmente de seu formato geométrico e grande adesão de água, que procura escoar o grande fluxo que a adentra.

CONCLUSÃO

Com os valores obtidos, é possível prever que o sistema de captação de água dessa localidade apresenta uma adesão muito alta das águas fluviais, devido principalmente o seu formato que se aproxima de um círculo. Dessa forma, se faz necessária a devida atenção, onde o grande fluxo de água superficial aumenta o potencial erosivo da localidade.

Em contrapartida, a microbacia apresenta um grande potencial em abastecer populações, embora necessite de um correto planejamento ambiental para o seu manejo, que vise sua conservação e produção de água.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, D. F. SILVA, L. D. B. **Bacias Hidrográficas**, 2006. Rio de Janeiro. Hidrologia, Capítulo 3, 18p.

COUTINHO, M. L. NASCIMENTO, K. A. **Influência dos padrões morfométricos sobre as ocorrências de inundações na bacia do Córrego Cobiça, Cachoeiro do Itapemirim – ES**, 2013. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, INPE.

DENT, D.; YOUNG, A. (1993). **Soil survey and land evaluation**. London: E & FN Spon, 292 p.

JÚNIOR, A. P. M. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos**, 2007. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MACHADO, R. A. S. LOBÃO, J. S. B. VALE, R. M. C. SOUZA, A. P. M. J. **Análise morfoométrica de bacias hidrográficas como suporte à definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias**, 2011..Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.1441.

MARTINI, L. C. P. **Características morfoométricas de microbacias hidrográficas rurais de Santa Catarina**, 2012. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 13, n. 1, p. 65-72.

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada**, 2004. Caxias do Sul, RS. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 138p.

PALARETTI, L. F. **Manejo de Bacias Hidrográficas**, 2007. Bacias Hidrográficas. FCAV/UNESP. Jaboticabal, SP.

RECKZIEGEL, E. W. ROBAINA, L. E. de S. **Estudo de parâmetros morfoométricos do relevo e da rede de drenagem da área situada entre os rios Jaguari e Ibicuí no município de São Vicente do Sul – RS**, 2006. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia, GO.

SANTOS, D. A. R. MORAIS, F. **Análise morfoométrica da bacia hidrográfica do Rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão – TO**, 2012. Revista Geonorte, Edição Especial, V.3, N.4, p. 617 – 629.

TONELLO, K. C. DIAS, H. C. T. SOUZA, A. L. RIBEIRO, C. A. A. S. LEITE, F. P. **Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira de Pombas Guanhões – MG**, 2006. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857.

TRAJANO, S. R. R. S. SPADOTTO, C. A. HOLLER, W. A.; DALTIO, J. MARTINHO, P. R. R. FOIS, N. S. SANTOS, B. B. de O. TOSCHI, H. H. LISBOA, F. S. **Análise morfoométrica de bacia hidrográfica: subsídio à gestão territorial**, 2012. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, EMBRAPA.

5. PRODUÇÃO, MANEJO E GESTÃO DE ÁGUA

5.1 MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO EM DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Fernando Ravanini Gardon – Engenheiro Florestal, aluno de Doutorado em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

Email: fernandogardon@hotmail.com

Giulia Baldaconi S. Bispo – Bióloga, aluna de Mestrado em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

Email: giulia.bispo@usp.br

Rozely Ferreira dos Santos, Bióloga, Professora Doutora do Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

Email: rozefs@uol.com.br

RESUMO

As políticas públicas e decisões relacionadas aos recursos hídricos dependem da correta coleta e interpretação dos dados pluviométricos de diferentes bacias hidrográficas. Contudo, muitas das previsões são subestimadas, o que pode comprometer a efetividade das estratégias de uso e conservação deste recurso, em face ao atual cenário de mudanças climáticas. Neste sentido, nosso objetivo foi avaliar a distribuição pluviométrica em diferentes bacias hidrográficas que compõem os sistemas de abastecimento público Cantareira e Paraíba do Sul. Instalamos 27 pluviômetros em nove propriedades (três por área) localizadas na zona rural de três municípios (Joanópolis, Nazaré Paulista e Paraibuna), sendo coletados os volumes de precipitação total (P_t) acumulados mensalmente durante um ano. Entre as áreas de estudo, o volume anual acumulado de P_t atingiu amplitude de 496mm (1555-2051mm.ano⁻¹). Observamos uma pequena variação na P_t que incide sobre as propriedades de uma mesma bacia, o que reforça a vocação natural da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento de recursos hídricos, unificando diversas características bióticas e abióticas dentro de sua área de contribuição. Os dados coletados no período chuvoso representaram em média 75% dos volumes de chuva incidente ao longo do ano, informação fundamental para as estratégias de economia e conservação da água em reservatórios suportados por estas bacias. Concluímos que ampliar o monitoramento hidrológico em diferentes bacias pode auxiliar os tomadores de decisão a melhor definir as ações de gestão integrada entre bacias, garantindo maior segurança na oferta de água e oferta de serviços ecossistêmicos hídricos pelas bacias.

Palavras-chave: Precipitação. Uso do Solo. Processos Hidrológicos. Serviços Ecossistêmicos.

ABSTRACT

Public politics and decisions related to water resources depend on the correct measure and interpretation of pluviometric data of different watersheds. However, many of the predictions are underestimated, which may compromise the effectiveness of the strategies of use and conservation of this resource, even more in the current climate change scenario. Therefore, our objective was to evaluate the pluviometric distribution in different watersheds that constitutes the Cantareira and Paraíba do Sul public water supply systems. We fixed 27 pluviometers in nine properties (three per area) located in the rural area of three localities (Joanópolis, Nazaré Paulista and Paraibuna), and the total precipitation volumes (P_t) monthly accumulated were collected during one year. Among the study areas, the

accumulated annual volume of Pt reached an amplitude of 496mm (1555-2051mm.year⁻¹). We observed a small variation in total rainfall among properties of the same watershed, which reinforces the natural vocation of the watershed as a basic unit of water resources planning, unifying several biotic and abiotic characteristics within its area of contribution. The average data collected in the rainy season represented 75% of the rainfall volumes incident over the study year. This is an important information for the strategies of conservation and conservation of water in reservoirs supported by these watersheds. We conclude that extending hydrological monitoring in different basins can help decision makers to achieve the integrated management among watersheds, safeguarding the water supply and the provision of crucial water ecosystems services.

Keywords: Rainfall. Land-use. Hydrological Processes. Ecosystem Services.

INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH - Lei nº 9.433/97), documento aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) no ano de 2006, orienta a gestão das águas no Brasil, definindo um conjunto de diretrizes e objetivos que devem ser seguidos para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos. As legislações de recursos hídricos, de cunho nacional (Lei nº 9.433/97) e estadual (Lei nº 7.663/93), exigem um plano de bacias que deve contemplar o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos na bacia, a avaliação das modificações dos padrões de ocupação do solo, o balanço entre disponibilidades e demandas futuras da água, as metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, além da definição de diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Para que essas diretrizes sejam alcançadas é preciso ter estimativas confiáveis do volume de água que entra nas bacias. Assim, a efetividade das decisões relacionadas aos recursos hídricos depende da correta coleta e interpretação dos dados pluviométricos que incidem em diferentes bacias hidrográficas (FERREIRA e SILVA, 2012). Contudo, a pluviosidade e as características intrínsecas das bacias não são iguais, e generalizações podem dificultar a obtenção de estimativas confiáveis, comprometendo a efetividade das estratégias de uso e conservação deste recurso. Outro fator que influencia na tomada de decisão relacionada aos recursos hídricos é o uso do solo no território da bacia que afeta a intensidade dos processos erosivos e a distribuição da água que entra no sistema por precipitação (LIMA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2015; VANZELA, et al., 2010). Neste contexto, nosso objetivo foi avaliar a distribuição pluviométrica em três bacias hidrográficas que compõem importantes sistemas de abastecimento público dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, analisando como as características de uso e ocupação do solo dessas bacias podem se relacionar com a pluviosidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Selecionamos para este estudo nove propriedades rurais localizadas em Joanópolis (n=3), Nazaré Paulista (n=3) e Paraibuna (n=3). A seleção das áreas de estudo foi feita a partir de uma análise do uso e ocupação do solo em imagens de satélite (Google Earth Pro). As áreas de estudo estão localizadas em regiões de grandes mananciais, importantes para a manutenção dos sistemas de abastecimento Cantareira (São Paulo) e Paraíba do Sul (Rio de Janeiro). Todas as áreas de estudo apresentam clima Cwa (Koeppen), caracterizado como tropical de

altitude com inverno seco/verão quente. De acordo as séries históricas disponibilizadas pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI), a temperatura média e a pluviosidade média anual entre as áreas de estudo variam de 19.2 a 20.8°C, e 1202.3 a 1510.1 mm.ano⁻¹, respectivamente. Segundo o mapeamento de uso do solo realizado pelo Grupo de Adequação Ambiental do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da ESALQ/USP para o Projeto de Recuperação de Matas Ciliares (PRMC) da Secretaria de Meio Ambiente (SMA-SP), a fisionomia florestal destas paisagens é a Floresta Estacional Semidecidual (FES). As nove áreas compartilham características geomorfológicas e históricos de uso antrópico semelhantes, representados principalmente pela pastagem e agricultura.

Para quantificar a Precipitação total (P_t) incidente nas propriedades, foram instalados 27 pluviômetros (três em cada propriedade) de forma sistemática em campo aberto, distantes 20m de qualquer barreira física (árvores, cercas, construções, etc.), obtendo de forma confiável os volumes de chuva que incidem sobre as propriedades. As leituras nos pluviômetros foram realizadas com o auxílio de provetas graduadas (precisão de 5ml e 2ml) e posteriormente transformadas em milímetros de chuva. As medições foram realizadas mensalmente com início em março/2015 e finalizadas em março/2016. Os pluviômetros foram construídos a partir de um funil de área de captação de 78,54cm² (100mm de diâmetro) acoplado a um reservatório (bombona - galão de 5 litros), fixados em estacas de madeira e nivelados a uma altura 0,5m da superfície do solo. Dentro de cada um dos funis dos pluviômetros foi colocada uma esfera de isopor com 5cm de diâmetro para impedir que água armazenada nos galões evapore, alterando a amostragem. A P_t anual do período de 2015-2016 foi calculada para cada área de estudo pelo volume médio coletado mensalmente nos pluviômetros instalados em cada propriedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 324 amostragens nos pluviômetros instalados em campo. O volume anual acumulado de P_t entre as áreas de estudo atingiu amplitude de 496mm (1555-2051mm.ano⁻¹), sendo as precipitações anuais observadas em Paraibuna menores que nas outras bacias. O menor o valor anual médio foi observado na bacia de Paraibuna (1585.1mm.ano⁻¹), seguido por Joanópolis (1990.2mm.ano⁻¹) e Nazaré Paulista (2031.7mm.ano⁻¹). Estes resultados mostram uma pequena diferença entre a P_t anual de Joanópolis e Nazaré Paulista (41.5mm), mas relevante em relação a Paraibuna, onde a precipitação anual foi cerca de 450mm menor do que nas outras duas bacias. Este efeito pode estar associado a proximidade entre os municípios de Joanópolis e Nazaré Paulista que distam apenas 56km e possuem pluviosidade similar, relação não observada em Paraibuna que está a aproximadamente 100km de distância de Nazaré Paulista (município mais próximo). Assim, podemos afirmar que a distância entre bacias é um fator importante para determinar as regiões com regimes pluviométricos semelhantes, facilitando o monitoramento hidrológico e a gestão integrada entre bacias. Porém, este efeito pode estar associado ao aumento da precipitação com a altitude (FERREIRA e SILVA, 2012), visto que Joanópolis e Nazaré Paulista estão em pontos mais altos da paisagem quando comparados a Paraibuna.

Os volumes anuais de chuva observados durante o período de estudo foram maiores que a média histórica esperada para todas as áreas, sendo a pluviosidade anual no período do estudo, em média, 36% superior à média histórica disponibilizada pelo CEPAGRI. No ano de estudo (2015-2016) eventos extremos de

precipitação causaram inundações nas regiões de estudo, principalmente em Joanópolis que apresenta um relevo mais acidentado devido à proximidade com a Serra da Mantiqueira. Outros autores obtiveram na mesma região dados pluviométricos abaixo do esperado para anos anteriores (COELHO et al. 2015; DE ALMEIDA e CAPOZZOLI, 2015). Estes dados compilados elucidam de forma clara a imprevisibilidade associada as previsões pluviométricas e a necessidade de ampliação do monitoramento pluviométrico das bacias hidrográficas, para que seja possível antecipar os diferentes ciclos hidrológicos e os eventos extremos de cheia ou estiagem que recorrem na atmosfera.

Entre as propriedades rurais de uma mesma bacia o coeficiente de variação da precipitação anual foi em média de 2%. Esta pequena diferença observada na *Pt* que incide sobre as propriedades localizadas ao longo da extensão das bacias, reforçam a vocação desta unidade territorial como unidade básica de planejamento dos recursos hídricos, uma vez que unifica diversas características bióticas e abióticas em sua área de contribuição (PORTO e PORTO, 2008; YASSUDA, 1993). Devido este efeito agregador gerado pelos limites físicos das bacias (divisores de água), muitos estudos conduzem o monitoramento hidrológico nos exutórios dos cursos d'água, o que permite identificar a influência de todos os tipos de uso e ocupação do solo sob a qualidade e quantidade de recursos hídricos. Contudo, esta estratégia não permite identificar o local da bacia que está causando desequilíbrio no sistema, pois consiste em um ponto único de amostragem. Assim, a ampliação dos pontos de monitoramento ao longo das bacias facilitaria o ordenamento e adequação do território, garantindo maiores benefícios hídricos.

Em relação a sazonalidade da chuva, os dados coletados no período chuvoso representaram em média 75% do volume de chuva incidente nas áreas durante o ano. Períodos de estiagem são eventos temporários e recorrentes ligados a falta de precipitação, que podem afetar a disponibilidade de água no solo, nos rios e reservatórios subterrâneos (DE ALMEIDA e CAPOZZOLI, 2015). Considerando que essas regiões sofreram entre os anos de 2013 a 2015 a maior seca já registrada, o que desencadeou uma série de problemas relacionados a falta de água (COELHO et al. 2015), ameaçando o fornecimento de água para agricultura, abastecimento público e produção de energia elétrica, estes dados são fundamentais para os tomadores de decisão. Estas informações contribuem para definição das estratégias de cobrança, racionamento e conservação da água estocada em reservatórios, o que aumenta a segurança hídrica dos reservatórios. Dentro do contexto da imprevisibilidade dos padrões climáticos e tendência de aumento na frequência de eventos extremos, as regiões de mananciais que apresentem pluviosidade intensa, inseridas em matrizes agropecuárias e com características geomorfológicas semelhantes as áreas de estudo, deveriam receber mais atenção quanto ao monitoramento hidrológico. Uma vez que o acentuado escoamento superficial, esperado nestes casos, pode gerar processos erosivos irreversíveis e perda de qualidade dos recursos hídricos (RODRIGUES et al., 2015; VANZELA et al., 2010), o monitoramento hidrológico é uma ferramenta indispensável para a correta gestão dos recursos hídricos.

CONCLUSÃO

Nossos resultados evidenciam que pode haver grande variabilidade na pluviosidade tanto de um ano para outro, como de um município para outro, o que obriga o monitoramento hidrológico ser contínuo no tempo e estrategicamente distribuído no território. Considerando os argumentos apresentados, fica claro que o

período climático que a região sudeste do Brasil vem passando se mostra bastante imprevisível, gerando riscos ao abastecimento público e a continuidade das atividades agropecuárias e industriais. Para evitar impactos substanciais devido a previsões não confiáveis quanto a oferta de água, sugerimos a adoção de ações complementares relacionadas ao correto planejamento do uso e ocupação do solo, com o intuito de diminuir os impactos causados por eventos de inundação e seca severa, contribuindo assim para uma melhor regulação hídrica. Neste sentido, práticas de conservação do solo e ações de restauração florestal são fundamentais para diminuir a perda de solo agricultável em áreas produtivas e proteger as margens de cursos d'água, áreas variáveis de afluência e topos de morros, ou seja, áreas que realizam importantes funções eco-hidrológicas. Contudo, somente com o correto monitoramento da pluviosidade os tomadores de decisão poderão melhor definir as ações de gestão integrada das bacias hidrográficas, garantindo maior segurança na oferta de água. Podemos concluir que a manutenção dos recursos hídricos depende do manejo e gestão integrada do território, onde diferentes ações aplicadas de forma estratégica podem efetivamente contribuir para a sustentabilidade da bacia hidrográfica e para oferta de diferentes serviços ecossistêmicos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos proprietários pela permissão de acesso as áreas de estudos e à CAPES pelo financiamento do projeto (nº do processo: 01P03428/2014).

REFERÊNCIAS

COELHO, C. A. S et al. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate Dynamics**, v. 46, n. 11-12, p. 3737-3752, 2016.

DE ALMEIDA, R. G. B.; CAPOZZOLI, C. R. Avaliação da severidade da estiagem na bacia do rio paraíba do sul no ano hidrológico de 2013-2014. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015, Bento Gonçalves – Rio Grande do Sul. **Anais Eletrônicos...**, 2015.

FERREIRA, V. O.; SILVA, M. M. O Clima da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: Subsídios para a Gestão de Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 2, p. 302-319, 2012.

LIMA, J. E. F. W. et al. Fluxo de sedimentos em suspensão no exutório de grandes bacias hidrográficas em território brasileiro. **Encontro Nacional de Engenharia De Sedimentos**, v. 8, 2006.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

RODRIGUES, V. A. et al. Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 01, 2015.

VANZELA, L. S. et al. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração pública**, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993.

5.2 ESTUDO HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO QUITÉRIA PARA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES DE UMA CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA (CGH)

*Larissa Maria de Souza Barbosa – Engenheira Civil, Universidade Estadual Paulista,
Email: lmariabarbosa@uol.com.br*

*Milton Dall’Aglio Sobrinho – Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista
Email: milton@dec.feis.unesp.br*

RESUMO

Tendo em vista que a exploração dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica para fins de geração de energia requer avaliar todos os possíveis usos de água nessa bacia, é indispensável que os estudos hidrológicos e os levantamentos cartográficos da bacia sejam realizados com nível de detalhe que confira a eles a qualidade necessária. O presente estudo faz uma revisão bibliográfica sobre os aspectos hidrológicos de um projeto de barragem. A partir desse levantamento, foram desenvolvidas as análises hidrológicas para elaboração do projeto da barragem que irá compor uma Central de Geração Hidrelétrica, localizada no Mato Grosso do Sul. O trabalho contemplou a caracterização fisiográfica da bacia (área de drenagem, forma da bacia, declividade do rio) e as medições fluviométricas da bacia. Com os dados obtidos foi possível calcular as vazões extremas, fundamentais para o dimensionamento dos vertedores.

Palavras-Chave: Barragem; Aspectos hidrológicos; Recursos hídricos.

ABSTRACT

Considering that the exploitation of water resources in a river basin for power generation purposes requires assessing all possible uses of water in this basin, it is essential that hydrological studies and basin surveys be carried out in a level of detail that will give them the necessary quality. The present study makes a bibliographical review on the hydrological aspects of a dam project. From this survey, the main hydrological analyzes were developed for the elaboration of the dam project that will comprise a Hydropower Generation Plant, located in Mato Grosso do Sul. The work covered the physiographic characterization of the basin (drainage area, basin shape, river slope) and fluviometric measurements of the basin. With the obtained data, it was possible to calculate the extreme flows, fundamental for the dimensioning of the pourers.

Keywords/Palabras-clave: Dam; Hydrological aspects; Water Resources.

INTRODUÇÃO

Embora seja dependente do petróleo como fonte de energia, o Brasil possui umas das matrizes energéticas mais renováveis do mundo (entre os países industrializados). Cerca de 67% da energia brasileira tem como origem fontes renováveis (hidráulica, eólica e solar), sendo a energia hídrica responsável por atender, sozinha, cerca de 62% da demanda do país (ANEEL, 2017).

Mediante a importância da construção de barragens para o cenário nacional e a complexidade desse tipo de construção, que em geral envolve diversas áreas da engenharia, este trabalho visa mostrar os principais passos do estudo hidrológico da bacia do Rio Quitéria, para determinação da vazão de dimensionamento dos vertedores de uma Central de Geração Hidrelétrica (CGH).

MATERIAIS E MÉTODOS

O Rio Quitéria é um curso d'água do estado do Mato Grosso do Sul e serve de limite de município entre Paranaíba e Inocência, desaguando no Rio Paraná a montante da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira. O ponto de referência adotado neste estudo, por sua vez, representa o local onde será construído o barramento e corresponde as coordenadas 51°40'38"W e 19°45'11"S.

O processo de delimitação automática da bacia hidrográfica foi desenvolvido no SIG ArcGIS e a metodologia utilizada nesse processo subdividiu-se em quatro etapas, sendo: preenchimento de depressões ("fill sinks"), direção de fluxo ("flow direction"), fluxo acumulado ("flow accumulation") e delimitação de bacias ("Watershed").

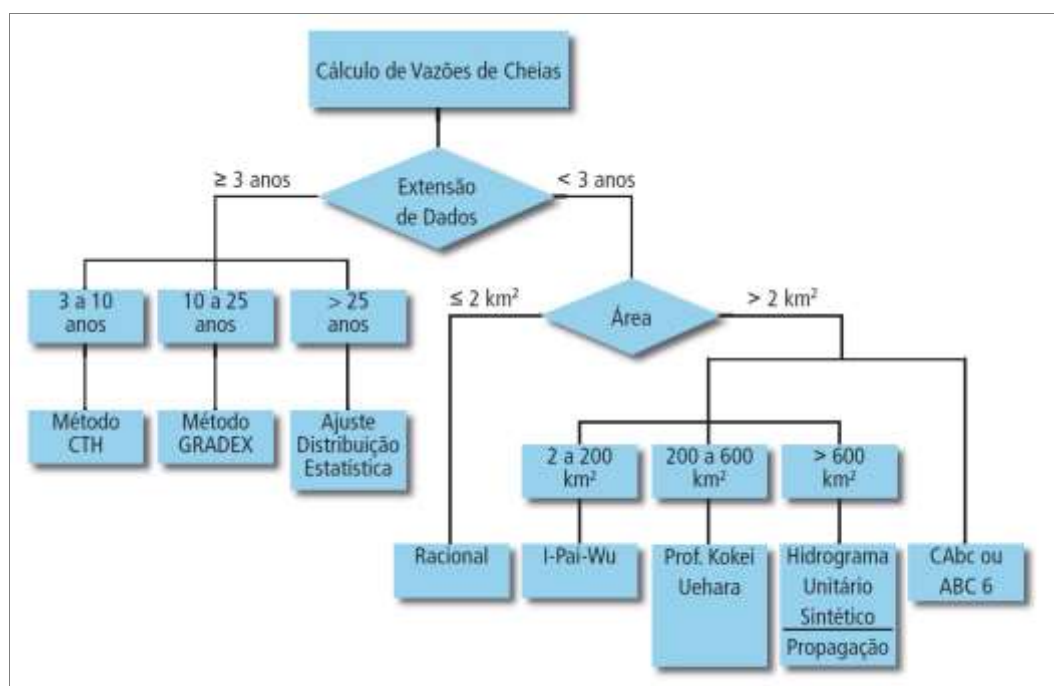
O limite da área de drenagem extraída juntamente com a rede hidrográfica, gerada a partir de dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), foram integrados e processados em Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Em seguida, para caracterização da forma da bacia, foram utilizados o índice de compacidade (K_c), o índice de conformação (F_c), o fator de forma (F_f) e o índice de drenagem (D_d).

Para estimar as vazões extremas da bacia, buscou-se primeiramente a lista de postos nela existentes, complementando-a com postos vizinhos. Não foram encontrados postos fluviométricos dentro da área de interesse do projeto.

Para a aplicação da metodologia adequada, em primeiro lugar verificou-se a extensão da série histórica de dados fluviométricos existente e também o tamanho da área de drenagem da bacia em estudo, conforme classificação abaixo (Figura 1):

Figura 1 - Diagrama das metodologias adotadas para a estimativa de vazões de enchente.



Fonte: DAEE (2005)

A série de dados fluviométricos encontrada para o posto mais próximo, denominado "Fazenda Quitéria" é superior a 3 e inferior a 25 anos, o que levaria a adoção do Método CTH ou do Método GRADEX. Estes métodos são pouco

utilizados, por isso, neste trabalho foi adotado como base o método de Ajuste de Distribuição Estatística. Os dados foram obtidos através do HidroWeb, onde as medições de vazão são fornecidas em máximos anuais. Além disso, é preciso desconsiderar alguns anos, que apresentam falhas de leitura.

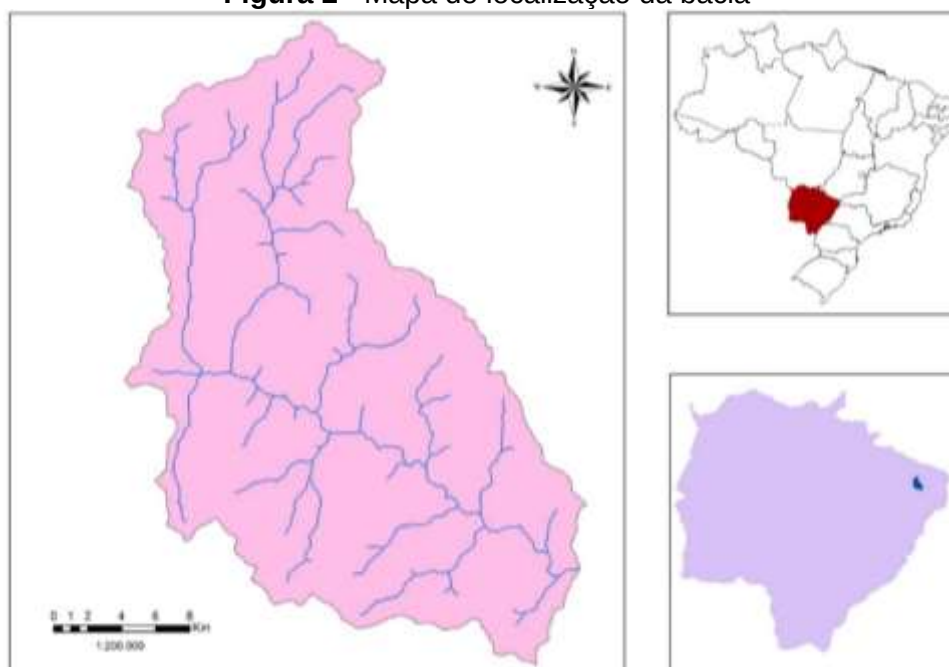
A medição de vazão é feita apenas 2 vezes por dia, por isso nem sempre a vazão registrada é a máxima que ocorreu no dia, portanto se faz necessário implementar um coeficiente para ajustar a vazão máxima instantânea. Neste estudo foi utilizado o coeficiente de Fuller expresso na equação abaixo (TUCCI, 2009).

$$Q_{\text{máx}} = Q(1+2,66-0,3) \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O limite da área de drenagem extraída está representado na Figura 2 juntamente com a rede hidrográfica. A bacia hidrográfica do Rio Quitéria resultante da delimitação deste estudo constitui área de 57.268,43 ha (572,68 km²) e perímetro 125,65 km.

Figura 2 - Mapa de localização da bacia



Fonte: Elaborado pelo autor

O índice de compacidade, o índice de conformação e o fator de forma calculados para a bacia estão apresentados na Tabela 1 e indicam que a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo, indicando que a bacia não está sujeita a enchentes.

Tabela 1 - Índices da bacia hidrográfica

Índices	Resultados
Índice de compacidade (Kc)	1,47
Índice de conformação (Fc)	0,46
Fator de forma (Ff)	0,45
Índice de drenagem (Dd)	0,38

Fonte: Elaborado pelo autor

O índice de drenagem, cujo valor calculado também encontra-se na Tabela 1, demonstrou um sistema de drenagem pobre, indicando que a bacia é pouco susceptível ao escoamento, o que reforça o resultado dos demais índices.

Ao desconsiderar os anos que apresentaram falhas de leitura no posto fluviométrico Fazenda Quitéria, foi possível organizar os máximos anuais. Em seguida, foi utilizado o coeficiente de Fuller para ajustar a vazão máxima instantânea. Os dados corrigidos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Série de dados corrigida

Série Parcial de Máximos Anuais		
Ano	Vazão Máxima (m³/s)	Vazão Fuller (m³/s)
1995	104	145,18
1992	78,6	109,73
1989	72,1	100,65
1988	104	145,18
1986	73,6	102,75
1985	94,1	131,36

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados já ajustados permitiram uma análise estatística que utilizou como referência o programa ALEA – Análise de frequência Local de Eventos Anuais. O programa usa o método dos momentos, da máxima verossimilhança e momentos L para estimar os parâmetros e quantis das principais distribuições de probabilidades usadas na análise de frequências de eventos hidrológicos mínimos, médios e máximos anuais.

Os ajustes de distribuição estatística que melhor representaram o comportamento da bacia foram o Gumbel de Máximos e o Exponencial. A partir de tais ajustes, é possível concluir que a vazão decamilenar, responsável pelo dimensionamento dos vertedores da Central de Geração Hidrelétrica, varia entre 262 e 292 m³/s, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Vazões por tempo de recorrência

TR (anos)	Gumbel de Máximos Quantis (m³/s)	Exponencial Quantis (m³/s)
10.000	262	292
5.000	250	278
1.000	225	245
500	213	230
200	199	211
100	187	197
50	176	183
25	165	168
10	149	149
5	137	135
2	119	116

Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÃO

A partir da locação do eixo do barramento foi possível realizar o estudo sobre as características fisiográficas da bacia (área de drenagem, forma da bacia, declividade) e sobre as vazões do rio. A aplicação do programa ALEA permitiu

analisar estatisticamente os poucos dados fornecidos pela estação fluviométrica Fazenda Quitéria, fornecendo resultados consistentes, embora seja recomendável cautela ao analisar os valores extrapolados a partir de séries históricas muito pequenas.

Por fim, o resultado alcançado com este trabalho foi satisfatório. Vale ressaltar que o estudo das vazões é de extrema importância, uma vez que grande parte dos acidentes com usinas decorre da insuficiência da capacidade de vazão dos vertedouros (>20%), o que significa que as cheias foram subdimensionadas, conforme Pereira, 2015.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Banco de Informação de Geração. **2017.**

DAEE. Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas. **São Paulo, DAEE, 2005.**

TUCCI, C. E. M. Hidrologia Ciência e Aplicação. **Porto Alegre, ABRH, 2009.**

PEREIRA, G. M. Projeto de usinas hidrelétricas passo a passo. **São Paulo: Oficina de Textos, 2015.**

5.3 ANÁLISE DE NITRATO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA DE CONSUMO HUMANO EM CAMPO GRANDE – MS

Juarez Marques Cardoso – Mestrando da Pós-Graduação em Gestão e Regulamentação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), UNESP - Ilha Solteira/SP, E-mail: juarez.m.cardoso@gmail.com
Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro – Docente da Pós-Graduação em Gestão e Regulamentação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), UNESP – Ilha Solteira/SP, E-mail: americo.ju@gmail.com

RESUMO

O nitrato é um dos contaminantes de águas subterrâneas mais preocupantes, devido aos riscos que oferece a saúde. O objetivo do presente trabalho foi verificar se há presença de nitrato e sua respectiva concentração em água subterrânea de uso humano em poços tubulares do município de Campo Grande – MS. Foram avaliados 6 poços tubulares de água outorgados para consumo humano no município de Campo Grande – MS. O período de coleta e análise das amostras foi entre fevereiro e novembro de 2016. Os dados da avaliação da presença e concentração do íon nitrato em água subterrânea de consumo humano em poços tubulares foram fornecidos pelo Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul e a publicação dos mesmos foi autorizada. As análises foram realizadas de acordo com o método para determinação de nitrato proposto no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th edition. A presença do íon nitrato foi detectada na água subterrânea de 5 dos 6 poços tubulares avaliados no município de Campo Grande – MS, sendo que a maior concentração foi registrada no poço localizado em área rural. A concentração de nitrato em todos os poços estudados está em conformidade com o padrão estabelecido na legislação brasileira utilizada no Estado do Mato Grosso do Sul, o que por sua vez indica uma boa qualidade da água subterrânea da região.

Palavras-chave: Contaminação. Poço tubular. Outorga.

ABSTRACT

Nitrate is one of the most disturbing groundwater contaminants due to the health risks. The objective of this work was to verify if there is presence of nitrate and its respective concentration in groundwater of human use in tubular wells of the municipality of Campo Grande - MS. Six tubular water wells conferment for human consumption in the city of Campo Grande - MS were evaluated. The period of collection and analysis of the samples was between February and November of 2016. The data of the evaluation of the presence and concentration of the nitrate ion in groundwater of human consumption in tubular wells were provided by the Institute of the Environment of Mato Grosso do Sul and the publication was authorized. The analyzes were performed according to the method for determination of nitrate proposed in the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition. The presence of the nitrate ion was detected in the groundwater of 5 of the 6 tubular wells evaluated in the city of Campo Grande - MS, and the highest concentration was recorded in the well located in rural area. The nitrate concentration in all the wells studied is in accordance with the standard established in the Brazilian legislation used in the State of Mato Grosso do Sul, which in turn indicates a good quality of groundwater in the region.

Keywords: Contamination. Tubular well. Conferment.

INTRODUÇÃO

O comprometimento da qualidade das águas superficiais tem feito com que o uso de água subterrânea para abastecimento público se torne uma opção crescente. Esse fato é preocupante, pois a população parte da falsa permissão que as águas subterrâneas estão protegidas de contaminantes (AYACH et al., 2007).

Nesse contexto, o contaminante orgânico de maior preocupação em águas subterrâneas é o íon nitrato (NO_3^-), que geralmente é encontrado em aquíferos de zonas rurais e suburbanas. O nitrato em águas subterrâneas pode ser originário de diferentes fontes como fertilizantes com nitrogênio, esterco animal, esgoto humano depositados em sistemas sépticos e deposição atmosférica (BAIRD; CANN, 2011).

Na Resolução Conama 396 que dispõe sobre a classificação e diretrizes para o enquadramento de águas subterrâneas, o nitrato é indicado como um dos parâmetros de maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas. De acordo com essa legislação, a máxima concentração permitida para nitrato é de 10 mg L^{-1} para água de consumo humano (BRASIL, 2008). Assim, o conhecimento dos teores de nitrato em amostras de água tem despertado o interesse da comunidade científica, pois a presença desse íon na água pode comprometer a saúde humana (MONSER et al., 2002).

O objetivo do presente trabalho foi verificar se há presença de nitrato e sua respectiva concentração em água subterrânea de uso humano em poços tubulares do município de Campo Grande – MS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da publicação da Resolução Semac nº 05, foi criado o Sistema Imasul de Registros e Informações Estratégicas do Meio Ambiente (SIRIEMA). Esse sistema é totalmente on-line, disponível no site do Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul) e tem como principal objetivo aprimorar a gestão e regulação ambiental do Estado. Dentre outras funções, o SIRIEMA é utilizado para solicitar a outorga de direito de uso de recursos hídricos do Estado supracitado.

Os dados de avaliação da presença e concentração do íon nitrato em água subterrânea de consumo humano em poços tubulares do município de Campo Grande – MS foram fornecidos pelo Imasul e a publicação dos mesmos foi autorizada.

Foram escolhidos 6 poços tubulares de água outorgados para consumo humano de forma aleatória e para manter a integridade e não causar nenhum tipo de prejuízo às pessoas físicas e/ou jurídicas, essas fontes de captação foram identificadas de P1 a P6, sendo P a sigla que se refere aos poços acompanhados com as respectivas numerações, respeitando o sigilo e garantindo o anonimato dos proprietários dos poços. O período de coleta e análise das amostras de P1 à P6 foram entre fevereiro e novembro de 2016.

As análises foram realizadas de acordo com o método para determinação de nitrato proposto no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th edition* (APHA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença do íon nitrato foi detectada na água subterrânea de 5 dos 6 poços tubulares avaliados no município de Campo Grande – MS, sendo que a maior concentração foi registrada no poço 6 localizado em área rural (Tabela 1). Essa maior concentração encontrada em área rural pode ser justificado pelo uso de

fertilizantes ou mesmo esterco animal que propicia o aporte de nitrogênio no solo e consequentemente a contaminação das águas subterrâneas.

Tabela 1. Concentração de nitrato em água subterrânea de uso humano em 6 poços tubulares outorgados no município de Campo Grande – MS.

Poços	Descrição da localização	Concentração de nitrato (mg L ⁻¹)
P1	Área urbana e industrial	nd
P2	Área urbana e industrial	0,03
P3	Área rural	<0,10
P4	Área urbana e industrial	<0,10
P5	Área urbana	3,30
P6	Área rural	9,90

P: poços avaliados. nd: não detectado.

Todos os poços apresentaram concentrações de nitrato abaixo do valor estabelecido pela legislação brasileira. De acordo CONAMA 396/2008, a concentração máxima de nitrato permitida para água subterrânea de consumo humano é de 10 mg L⁻¹, especificamente adotada para proteger crianças da metemoglobina (BRASIL, 2008), doença que compromete o transporte de oxigênio no sangue.

Assim, todos os poços avaliados podem ser utilizados para consumo humano sem que haja riscos à saúde. Ressalta-se que, uma atenção especial deve ser dada ao poço 6, pois a concentração de nitrato (9,90 mg L⁻¹) está quase no limite do que é permitido pela legislação.

CONCLUSÃO

A concentração de nitrato na água subterrânea dos poços tubulares outorgados no município de Campo Grande – MS está em conformidade com o padrão estabelecido na legislação brasileira utilizada no Estado do Mato Grosso do Sul, o que por sua vez indica uma boa qualidade da água subterrânea da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul pelo fornecimento e autorização da publicação dos dados desse trabalho.

REFERÊNCIAS

AYACH, L. R.; PINTO, A. L.; CAPPI, N. Concentrações de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio (MS) e suas implicações ambientais. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v.2, n.2, p. 4 – 29, 2007.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 396 de 3 de Abril 2008. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 18 abr. 2017.

MONSER, L. et al. Simple Simultaneous Flow Injection Method Based on Phosphomolybdenum Chemistry for Nitrate and Nitrite Determinations in Water and Fish Samples. **Talanta**, v. 57, p. 511- 518, 2002.

5.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DE CONSUMO HUMANO EM CAMPO GRANDE – MS

Juarez Marques Cardoso – Mestrando da Pós-Graduação em Gestão e Regulamentação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), UNESP - Ilha Solteira/SP, E-mail: juarez.m.cardoso@gmail.com
Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro – Docente da Pós-Graduação em Gestão e Regulamentação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), UNESP – Ilha Solteira/SP, E-mail: americo.ju@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho discorre sobre a concentração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água subterrânea destinada ao consumo humano em 7 poços tubulares outorgados no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul e utiliza como fonte dos dados o Sistema Imasul de Registros e Informações Estratégicas do Meio Ambiente – Siriema, on-line, disponível no site do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, pelo qual se realiza todo o procedimento de solicitação e análise de outorga. Conclui-se que as análises microbiológicas apresentadas estão em conformidade com o padrão estabelecido nas legislações vigente no Estado do Mato Grosso do Sul e no Brasil e estão ausentes de coliformes termotolerantes e totais, o que por sua vez indica uma água subterrânea de boa qualidade na região.

Palavras-chave: Coliformes. Poço tubular. Outorga.

ABSTRACT

The present work describes a concentration of total coliforms and thermotolerant coliforms in groundwater destined for human consumption in 7 tubular wells outside of the Municipality of Campo Grande, Mato Grosso do Sul and uses as data source the System Tax of Records and Strategic Information of the Environment - Siriema, on-line, does not have a site of the Institute of Environment of Mato Grosso do Sul, through which the whole procedure of request and analysis of granting is carried out. It is concluded that as microbiological analyzes are presented in accordance with the standard established in the laws in force in the State of Mato Grosso do Sul and Brazil and are absent from thermotolerant and total coliforms, which in turn indicates good groundwater in the Region.

Keywords: Contamination. Tubular well. Conferment.

INTRODUÇÃO

A água de origem subterrânea geralmente possui boa qualidade, o que na maioria dos casos dispensa tratamento para consumo humano, todavia contaminações de origem antrópica e natural já foram encontradas (PAULI, 2014). A má qualidade da água gera grande preocupação aos gestores e a população, tanto pela disponibilidade quanto relacionado à qualidade para o consumo humano (MORAIS et al., 2016).

O grupo de bactérias de coliformes totais ocorrem em águas e solos poluídos e não poluídos e também nas fezes de animais de homeotérmicos. Já os coliformes termotolerantes são bactérias que resistem a elevadas temperaturas e não são exclusivamente fecais (VON SPERLING, 2014).

Conforme a Portaria 2914 do Ministério da Saúde, 2011, que compete sobre procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, além de garantir o padrão de potabilidade, a análise deve apresentar ausência de parâmetros microbiológicos em 100 ml de água. (BRASIL, 2011).

O objetivo do presente trabalho foi verificar se há presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes com suas respectivas concentrações em água subterrânea de uso humano em poços tubulares do município de Campo Grande – MS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da publicação da Resolução Semac nº 05, foi criado o Sistema Imasul de Registros e Informações Estratégicas do Meio Ambiente (SIRIEMA). Esse sistema é totalmente on-line, disponível no site do Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – Imasul e tem como principal objetivo aprimorar a gestão e regulação ambiental do Estado. Dentre outras funções, o SIRIEMA é utilizado para solicitar a outorga de direito de uso de recursos hídricos do Estado supracitado.

Os dados para a avaliação da qualidade microbiológica dos poços tubulares outorgados na área urbana de Campo Grande – MS foram fornecidos pelo Imasul e a publicação dos mesmos foi autorizada.

Foram escolhidos 7 poços de forma aleatória e para manter a integridade e não causar nenhum tipo de prejuízo às pessoas físicas e/ou jurídicas, essas fontes de captação foram identificadas de P1 a P7, sendo P a sigla que se refere aos poços acompanhados com as respectivas numerações, respeitando o sigilo e garantindo o anonimato dos proprietários dos poços. O período de coleta e análise das amostras de P1 a P7 variam entre fevereiro e novembro de 2016.

Os parâmetros avaliados foram de coliformes totais e termotolerantes. As análises foram realizadas de acordo com o método para determinação de coliformes totais e coliformes termotolerantes proposto no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22th edition (APHA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior parte das doenças de origem hídrica é causada pela ingestão de bactérias do grupo dos coliformes, por isso, deve-se haver um controle rigoroso e tratamento adequado da água para ingestão.

Os poços P1 e P7 apresentaram as concentrações de coliformes termotolerantes e totais menores que 1, sendo que este é o limite de detecção e quantificação dos dados reportados.

Para os poços P2 à P6 as análises resultaram na ausência de microrganismos do grupo coliformes (Tabela 1). Tal fato evidencia que a água subterrânea dos poços tubulares avaliados está com boa qualidade microbiológica e própria para o consumo.

Desta forma, todos os poços apresentados podem ser utilizados para consumo humano sem que haja riscos à saúde por contaminação de coliformes. Tendo em vista que as análises devem ser realizadas periodicamente, pois maior parte das doenças de origem hídrica são causadas pela ingestão de bactérias do grupo dos coliformes, por isso, é necessário controle rigoroso.

Tabela 1. Concentração de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes em água subterrânea destinada ao consumo humano em 7 poços tubulares outorgados no município de Campo Grande – MS.

Poços	Descrição da localização	Concentração de Coliformes Termotolerantes	Concentração de Coliformes Totais	Unidade
P1	Área urbana e industrial	<1	<1	NMP/100ml
P2	Área urbana e industrial	Ausência	Ausência	UFC/100ml
P3	Área rural	Ausência	Ausência	UFC/100ml
P4	Área urbana e industrial	Ausência	Ausência	UFC/100ml
P5	Área urbana	Ausência	Ausência	UFC/100ml
P6	Área rural	Ausência	Ausência	UFC/100ml
P7	Área urbana	<1	<1	NMP/100ml

P: poços avaliados. NMP: Número mais provável. UFC: unidade formadora de colônia.

CONCLUSÃO

A água subterrânea dos poços tubulares outorgados no município de Campo Grande – MS está em conformidade com o padrão estabelecido nas legislações vigente no Estado do Mato Grosso do Sul e no Brasil e estão ausentes de coliformes termotolerantes e totais, o que por sua vez indica uma água subterrânea de boa qualidade na região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul pelo fornecimento e autorização da publicação dos dados desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewaters, 22th edition, American Public Health Association: Washington. 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: < http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2017.
- MORAIS W. A. et al., Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 3, p 361-367, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cadsc/v24n3/1414-462X-cadsc-24-3-361.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2017.
- PAULI A. R. et al., Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano na região rural do município de Toledo-PR.In: **Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**,18, Anais eletrônicos..., São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28332>>. Acesso em: 19 abr. 2017.
- VON SPERLING M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 588p.

5.5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM ÁREAS DE MANANCIAIS UTILIZADOS PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

Ronaldo Alberto Pollo - Doutor em Agronomia/Energia na Agricultura, Depto de Engenharia Rural/FCA/Unesp/Botucatu-SP/Brasil, E-mail: rapollo@fca.unesp.br
Zacarias Xavier de Barros - Prof. Titular do Departamento de Engenharia Rural/FCA/Unesp/Botucatu-SP/Brasil, E-mail: zacariasxb@fca.unesp.br
Bruno Timóteo Rodrigues - Doutorando em Agronomia/Energia na Agricultura FCA/Unesp/Botucatu-SP/Brasil, E-mail: brunogta21@gmail.com
Valdemir Antonio Rodrigues - Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Florestais/FCA/Unesp/Botucatu-SP/Brasil, E-mail: valdemirrodriques@fca.unesp.br
Bruna Soares Xavier de Barros - Pós Doutoranda em Agronomia/Energia na Agricultura/FCA/Unesp/Botucatu-SP/Brasil; E-mail: brunasxb@gmail.com
Gabriel Rondina Pupo da Silveira 6 - Doutorando em Agronomia/Energia na Agricultura FCA/Unesp/Botucatu-SP/Brasil, E-mail: gabrielrondina@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo mapear a cobertura e uso da terra e apresentar as condições ambientais em áreas de mananciais utilizados para abastecimento público no município de São Manuel-SP. A bacia hidrográfica objeto de estudo foi do ribeirão Paraíso (SP), onde utilizou-se uma imagem do satélite Landsat 8 de 2016 em ambiente de Sistema de Informação Geográfica e visitas a campo para eliminação da subjetividade sobre algumas paisagens. Os resultados mostraram que as áreas no entorno de algumas nascentes, possuem problemas como a falta da vegetação ciliar em áreas destinadas as APPs e áreas abertas ocupadas com pastagem, além de apresentarem trechos degradados pela erosão, constatou-se a presença de bovinos com acesso livre à nascente. Também foram localizadas algumas culturas como a cana-de-açúcar próximas a um dos reservatórios hídricos destinado ao abastecimento público e o registro de alguns acidentes com vazamentos de combustível próximo a nascente inserida em Área de Proteção Ambiental (APA) Perímetro Botucatu-SP.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica. Área de Preservação Permanente. Nascente. Cobertura e Uso da terra.

ABSTRACT

This study is aimed at mapping the coverage and land use, and also at presenting the environmental conditions of areas with springs used for public supply in the municipality of São Manuel - SP. The watershed studied was from the Paraíso stream (SP), an image of the Landsat-8 satellite of 2016 was used in a Geographic Information System and field visits to eliminate subjectivity on some landscapes. The results showed that the areas around some springs have problems such as the lack of ciliary vegetation in areas destined to permanent preservation area and open areas occupied with pasture, in addition to presenting sections degraded by erosion, it was verified the presence of cattle with free access. Some crops, as sugar cane, were also located near one of the water reservoirs for public supply and the register of some accidents with fuel leaks close to the spring inserted in an environmental protection area, perimeter of Botucatu-SP.

Keywords: River basin. Permanent preservation area. River spring. Coverage and Land use.

INTRODUÇÃO

A expansão de áreas ocupadas pela agropecuária tem contribuído para grandes transformações no meio natural, causando desequilíbrios muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente, como a prática inadequada do uso do solo e da água, remoção da cobertura vegetal com desrespeito as áreas protegidas por lei como as destinadas as APPs, erosão e assoreamento dos cursos d'água, resultando na baixa qualidade da água distribuída.

As bacias que contêm mananciais de abastecimento devem receber tratamento especial e diferenciado, pois a qualidade da água bruta depende da forma pela qual os demais trechos da bacia são manejados (BRASIL, 2017).

As principais nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso-SP, à montante da área urbana de São Manuel-SP tem participação de 67% no abastecimento hídrico do município, sendo utilizadas para o consumo humano e desenvolvimento de atividades econômicas e o complemento de 33% são provenientes de 2 poços interligados com captação em manancial subterrâneo (ANA, 2016).

O presente trabalho teve como objetivo, o mapeamento da cobertura e uso da terra e apresentar as condições ambientais em áreas de mananciais da bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso, utilizados para o abastecimento público da cidade de São Manuel-SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso-SP, situa-se entre as coordenadas geográficas 48°32'49" à 48°40'32" de longitude W do meridiano de Greenwich e 22°31'44" à 22°47'03" de latitude S, abrangendo terras dos municípios de São Manuel e Areiópolis-SP, possuindo uma área de 18.684,86 hectares, onde uma parte desta encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Perímetro Botucatu (SÃO PAULO, 1983), sendo uma importante área direta de recarga natural do Sistema Aquífero Guarani, pertencendo a UGRHI-13 do Comitê de Bacias Hidrográficas do Tietê/Jacaré (SÃO PAULO, 1991).

O programa CartaLinx e o Sistema de Informações Geográficas, SIG-IDRISI versão Selva, edição 17.0, foram utilizados na edição de dados vetoriais e na rasterização, respectivamente.

Foram utilizadas cartas planialtimétricas folhas: SF-22-Z-B-V-2 / São Manuel e SF-22-Z-B-V-4 / Pratânia em formato digital em escala 1:50.000 com equidistância de 20 metros entre as curvas de nível (IBGE, 2010), onde após serem transferidas para o IDRISI com base em pontos georreferenciados, serviram de base para o georreferenciamento da imagem de satélite e na delimitação da área de estudo e da rede de drenagem no programa Cartalinx.

Utilizou-se também uma imagem de satélite Landsat 8 de 2016, com sensor imageador Operational Land Imager (OLI), com passagem em 09/04/2016, da órbita 220, ponto 76, em composição colorida RGB, cedida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016), com resolução espacial de 30 x 30 metros.

O mapa de cobertura e uso da terra foi elaborado com o auxílio do programa CartaLinx através da digitalização sobre a interpretação visual da imagem do satélite Landsat 8 em tela do computador, utilizando-se de elementos como textura, tonalidade, onde foram digitalizados os polígonos dos diferentes usos e exportados para o SIG-IDRISI para a determinação das áreas e compilação do mapa. Consultas ao banco de imagens do Google Earth e visitas a campo foram efetuadas com o

objetivo de eliminar a subjetividade perante dúvidas sobre a identificação de algumas paisagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, pode-se visualizar o mapa de Cobertura e Uso da terra onde foram encontradas 12 classes e a localização dos principais problemas ambientais à montante (números arábicos) em áreas de mananciais utilizados no abastecimento público da área urbana do município de São Manuel-SP (cor magenta).

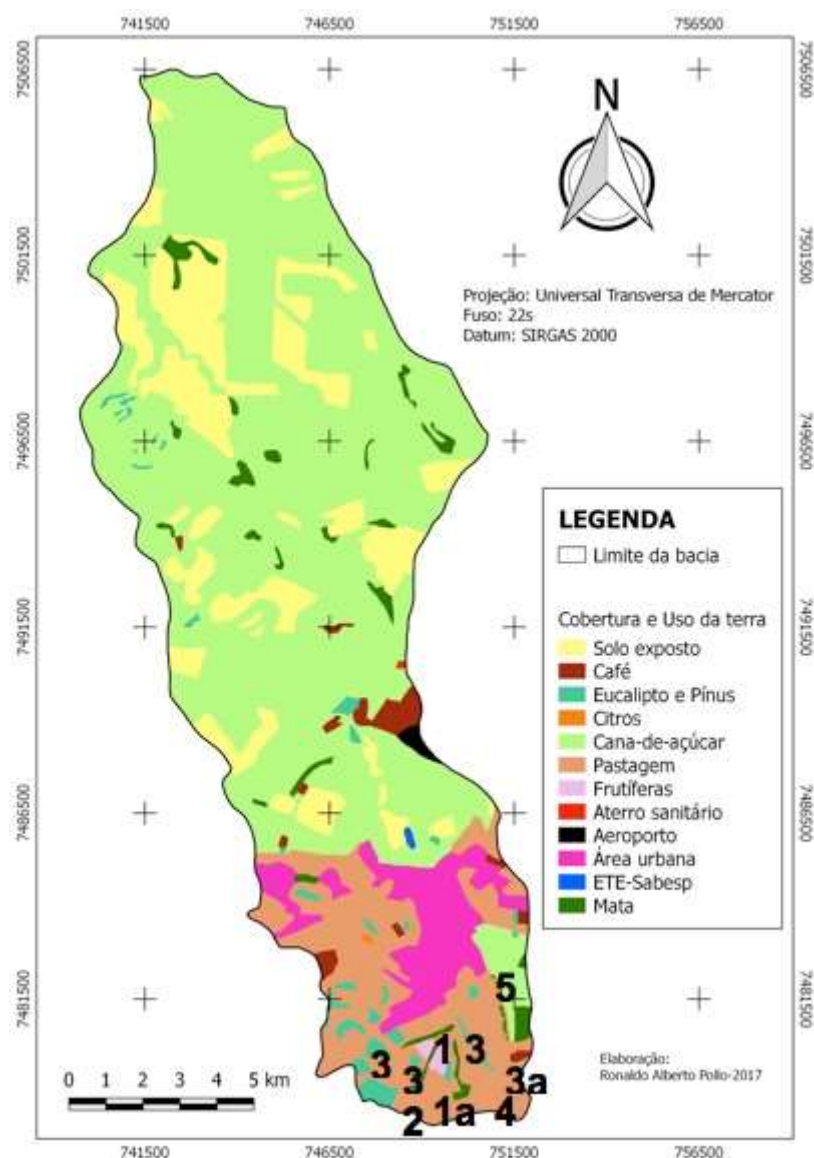


Figura 1. Cobertura e Uso da terra da bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso (SP) em 2016 e a localização de problemas pontuais à montante da área urbana.

A seguir as descrições das condições ambientais em áreas de nascentes, ao longo dos cursos d'água e áreas adjacentes, na qual foram numeradas em 1; 1a; 2; 3; 3a; 4 e 5. Segundo Oliveira (1999), estas áreas estão sob a ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média, sendo sensível à degradação sob manejo agrícola, por possuir elevada permeabilidade, baixa retenção de água e baixa coesão

Área 1: Está sendo utilizada com culturas de ciclo longo com proteção de forrageiras e outras culturas de ciclo curto sem proteção, apresentando locais com solos expostos que favoreceram a erosão laminar, ocorrendo a perda de solos com o carreamento de sedimentos ocasionando assoreamento dos cursos d'água.

Área 1a: Está sendo ocupada por pastagem mal conservada, oferecendo baixa proteção ao solo sujeitas à compactação pelo pisoteio do gado, possuindo uma erosão em sulco ocasionada pelo rompimento sequencial de várias curvas em nível, causando também a perda de solo e o assoreamento dos rios com a deposição do material transportado.

Área 2: Situado em seu divisor de águas, em um leito projetado para uma ferrovia, por muitos anos funcionou um depósito de lixo “lixão” a céu aberto, onde recebia resíduos domésticos, industriais e hospitalares a menos de 100 metros de uma nascente e a 2 Km de distância do primeiro ponto de captação de água para o abastecimento do município.

Área 3: Áreas que situam-se a maioria das nascentes e apesar de preservadas, apresentam trechos sem vegetação ciliar e outras com mata de sucessão secundária. Marmontel e Rodrigues (2015) detectaram nesta área algumas nascentes degradadas com predomínio de pastagem, não apresentando condições adequadas previstas na legislação vigente, que na época das chuvas, recebem produtos químicos e fertilizantes, utilizados na pastagem, causando a degradação do curso d'água.

Área 3a: Está contida na Área de Proteção Ambiental - APA perímetro Botucatu, sendo uma importante área direta de recarga natural do Sistema Aquífero Guarani (SAG), pertencendo ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Está sendo ocupada por pastagem voltada a pecuária de corte, possuindo em seu interior uma nascente e um grande trecho de seu curso d'água sem vegetação ciliar, não obedecendo os 50 metros de raio para nascentes e olhos d'água perenes e também não respeitando os 30 metros com vegetação a partir do seu leito principal, onde o gado tem acesso livre a nascente, estando em desacordo com a Legislação Brasileira a qual institui no Capítulo II - Art. 4º, “Área de Preservação Permanente...” (BRASIL, 2012). Conflitos de uso do solo com pastagem sobre APPs nesta área foram descritas por Pollo (2013).

Área 4: Esta área também está contida na APA, onde uma ferrovia da Estrada de Ferro Paulista S/A se faz presente, onde ocorreram por diversas vezes, acidentes com trens carregados de combustíveis, com vazamentos no local próximo a nascente da Área 3a. Constatou-se no local que alguns dormentes que sustentam os trilhos, estão apodrecidos, não oferecendo segurança no trajeto das composições, podendo ser a causa principal dos acidentes ocorridos na área.

Área 5: Está presente nesta área o reservatório do Galerani, que possui o segundo ponto de captação de água para o abastecimento público, faz divisa a direita a menos de 50 metros de distância, com a cultura da cana-de-açúcar, apresentando potencial de poluição e risco de contaminação pela utilização de fertilizantes e corretivos.

CONCLUSÕES

A utilização da imagem do satélite Landsat 8 em ambiente SIG, visitas a campo e consultas no banco de imagens do Google Earth, permitiram o mapeamento da cobertura e uso da terra da bacia estudada, mostrando as condições ambientais que se encontram as áreas de mananciais utilizados para o

abastecimento público, servindo como subsídio na definição de políticas e estratégias para uma melhor gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Brasil. Abastecimento Urbano de Água. Disponível em:<<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=6#>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Mananciais. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cartas do Brasil** (SF-22-Z-B-V-2), São Manuel e (SF-22-Z-B-V-4), Pratânia. Bases cartográficas em ambiente digital (formato dgn, pdf e tif), na escala 1:50.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 jan. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE. Divisão de Geração de Imagens/OBT (DGI-INPE, 2016). **Catálogo de Imagens**. Disponível em:<<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 8 jun. 2016.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para a Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas da Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.22, n.2, p. 171-181, 2015.

OLIVEIRA, J. B. de. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico nº 45 IAC**. Campinas, 1999. 112p.

POLLO, R. A. **Diagnóstico do uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso no município de São Manuel (SP), por meio de geotecnologias**. 2013. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983. **Área de Proteção Ambiental**: São Paulo. Diário Oficial v.96, n.002, 1983. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/decreto/1983/1983-Dec-20960.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2016.

SÃO PAULO. Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. **Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Disponível em:<http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/1991_Lei_Est_7663.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016.

5.6 DETECÇÃO DO FÁRMACO DICLOFENACO NO CÓRREGO DAS MARRECAS NO MUNICÍPIO DE DRACENA – SP

Bruna Ragassi – Mestranda da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP - Ilha Solteira/SP, Email: bruna_ragassi@hotmail.com

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro – Docente da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP - Ilha Solteira/SP, Email: americo.ju@gmail.com

William Deodato Isique – Pós-doutorando da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP- Ilha Solteira/SP, Email: wisique@bol.com.br

RESUMO

A presença contínua de compostos farmacológicos no meio ambiente vem comprometendo a qualidade das águas destinadas ao consumo humano. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi verificar a presença e a concentração do fármaco diclofenaco ao longo do Córrego das Marrecas do município de Dracena- SP. Foram avaliados 5 pontos do córrego. As coletas e análises foram realizadas no mês de março de 2017. As amostras de água foram analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência. A presença de diclofenaco foi detectada em todos os pontos analisados do córrego das Marrecas- SP, sendo a maior concentração foi encontrada no lançamento do efluente tratado da estação de tratamento de esgoto (ETE) de Dracena, que pode ser atribuída ao despejo do efluente da ETE de Dracena.

Palavras-Chave: Água superficial. Contaminação. Cromatografia.

ABSTRACT

The continuous presence of pharmacological compounds in the environment has compromised the quality of water intended for human consumption. Therefore, the objective of the present study was to verify the presence and concentration of the diclofenac drug along the Marrecas stream in the municipality of Dracena-SP. Five points of the stream were evaluated. The samples and analyzes were carried out in March 2017. The water samples were analyzed by high performance liquid chromatography. The presence of diclofenac was detected at all points analyzed in the Marrecas-SP stream, with the highest concentration being found at the launch of the treated effluent from the Dracena sewage treatment plant (STP), which can be attributed to the effluent STP of Dracena.

Keywords: Surface water. Contamination. Chromatography.

INTRODUÇÃO

Os fármacos estão entre os compostos xenobióticos cada vez mais presentes nos ecossistemas aquáticos e que vêm recebendo maior atenção da comunidade científica devido a capacidade que possuem de persistir no ambiente e por estarem relacionados à etiologia de cânceres, além de causarem prejuízos a saúde humana (GHISELE; JARDIM, 2007).

Pouco se conhece sobre o comportamento dessas substâncias no ambiente aquático, assim como não está claro quais organismos são afetados e em que grau (BILA; DEZOTTI, 2003).

Dessa forma, levando em consideração que a presença de fármacos nos corpos hídricos pode causar riscos à saúde humana e também ao ecossistema aquático, o objetivo do presente trabalho foi verificar se há presença do fármaco diclofenaco e suas respectivas concentrações ao longo do Córrego das Marrecas do município de Dracena, São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Córrego das Marrecas nasce no município de Dracena, São Paulo e deságua no Rio Paraná, na cidade de Panorama - SP. Em seu percurso natural, são identificadas ações que causam sua degradação, como processos erosivos, ausência de vegetação, impermeabilização de solo e, principalmente, contaminação do rio por resíduos sólidos deixados indevidamente em suas margens. Outro fator importante é o indício de vazamento nas redes coletoras de efluentes domésticos que podem comprometer a qualidade da água.

Foi realizada uma coleta, no mês de março de 2017, nos seguintes pontos do córrego das Marrecas: P1- nascente do Córrego das Marrecas, P2- ponto antes do lançamento do efluente tratado da estação de tratamento de esgoto (ETE) do município de Dracena, P3- no lançamento do efluente tratado da ETE de Dracena, P4- ponto a jusante do lançamento da ETE de Dracena e P5- foz do Córrego das Marrecas.

Em cada ponto foram coletadas 1L de água superficial, que foram armazenados em frascos âmbar previamente lavados e secos à temperatura ambiente. As amostras foram transportadas em caixas térmicas contendo gelo para serem analisadas no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Uma vez no laboratório, as amostras foram preparadas por meio da microextração líquido-líquido dispersiva de acordo com Martins et al (2012) e posteriormente analisadas por cromatografia de alta eficiência (CLAE) de acordo com a metodologia proposta por Nebot et al. (2007).

Para as análises cromatográfica utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu), contendo um detector "PhotodiodeArray" (SPD-M20A), duas bombas de alta pressão (LC-20AT e LC-20AD). O volume de injeção das amostras foi de 25µL-1. O limite de detecção do método foi de 0,0015 µg L⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diclofenaco foi detectado em todos os pontos de amostragem do Córrego das Marrecas – SP (Tabela 1). A presença do fármaco no córrego pode estar associada a seu elevado consumo pela população e a sua não remoção durante o processo de tratamento da ETE.

Tabela 1. Concentração de diclofenaco (mg L⁻¹) nos pontos de amostragem no Córrego das Marrecas, município de Dracena- São Paulo.

Pontos de coleta	Descrição da localização	Concentração do fármaco (mg L ⁻¹)
P1	Nascente do Córrego das Marrecas	0,119
P2	Antes do lançamento do efluente da ETE	0,149
P3	Lançamento do efluente tratado da ETE	0,456
P4	Jusante da ETE	0,005
P5	Foz do Córrego das Marrecas	0,018

A presença do anti-inflamatório em P1 e P2 pode ser explicada devido ao lançamento de esgotos clandestinos e resíduos sólidos no córrego, visto que esses pontos se encontram em área urbanizada. A maior concentração do fármaco foi registrada no P3 que pode ser atribuída ao lançamento do efluente tratado da ETE de Dracena e também a um vazamento na rede coletora de esgoto, além de apresentar processos erosivos que permitem a entrada de materiais de origem antrópica no meio aquático. Na literatura é visto que os compostos farmacológicos

não são totalmente removidos durante o processo de tratamento de esgoto e, conseqüentemente são lançados nos corpos receptores (MARTÍN et al, 2011).

No P4 a menor concentração pode estar associada à diluição do fármaco no córrego que é proveniente da ETE. A incidência de luz solar nesse ponto também pode contribuir com a fotodegradação do composto. Os autores Packer et al. (2003) e Tixier et al. (2003) demonstram em seus estudos, que a degradação do diclofenaco em águas superficiais pode ocorrer por ação natural da luz solar.

O aumento das concentrações do diclofenaco no P5 em relação ao P4 deve-se ao fato que, entre esses dois pontos localiza-se a ETE da cidade de Panorama - SP, podendo contribuir para a presença de fármaco no P5.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o anti-inflamatório diclofenaco é um contaminante presente no Córrego das Marrecas – SP e que os efluentes tratados ou não são a principal fonte desse composto nos ambientes aquáticos. Os dados obtidos nesse estudo contribuem para informações sobre a concentração encontrada do diclofenaco, sua distribuição e a localização das fontes de maior contribuição do fármaco para o ambiente aquático.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado da primeira autora.

REFERÊNCIAS

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente, **Química Nova**, v.26, n.4, p.523-530, 2003.

GHISELLI, G. ; JARDIM, W. Interferentes endócrinos no Ambiente. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 695-706, 2007.

MARTÍN, J., et al. Monitoring of pharmaceutically active compounds in Guadalquivir River basin (Spain): occurrence and risk assessment. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 13, n. 7 p. 2042-2049, 2011.

MARTINS, M. L., et al. Microextração Líquido – Líquido Dispersiva (DLLME): fundamentos e aplicações. **Scientia Chromatographica**, v.4, n.1, p. 35-51, 2012.

NEBOT, C., GIBB, S. W.; BOYD, K. G. Quantification of human pharmaceuticals in water samples by high performance liquid chromatography– tandem mass spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, v.598, n.1, p.87-94, 2007.

PACKER J. L. et al. Photochemical fate of pharmaceuticals in the environment: Naproxen, diclofenac, clofibric acid, and ibuprofen. **Aquatic Sciences**, v.65, n.4, p. 342-351, 2003.

TIXIER C. et al. Occurrence and fate of carbamazepine, clofibric acid, diclofenac, ibuprofen, ketoprofen, and naproxen in surface waters. **Environmental Science & Technology**, v.37, n.6, p.1061-1068, 2003.

5.7 OCORRÊNCIA DE DICLOFENACO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE DRACENA – SP

Bruna Ragassi – Mestranda da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP- Ilha Solteira/SP, Email bruna_ragassi@hotmail.com

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro – Docente da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP - Ilha Solteira/SP, Email: americo.ju@gmail.com

William Deodato Isique – Pós-doutorando da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP - Ilha Solteira/SP, Email wisique@bol.com.br

RESUMO

Os fármacos estão cada vez mais frequentes em ambientes aquáticos, principalmente em águas superficiais, devido ao descarte incorreto de resíduos sólidos e ao lançamento de efluentes das estações de tratamento de esgoto (ETE) sem um tratamento adequado. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a presença do diclofenaco em amostras de efluente bruto e tratado da ETE no município de Dracena- SP. As amostras foram coletadas e analisadas no mês de março de 2017. Utilizou-se microextração líquido-líquida dispersiva seguida de cromatografia líquida de alta eficiência para obter as concentrações de diclofenaco nas amostras da ETE. O diclofenaco foi detectado no efluente bruto e tratado da ETE de Dracena, sendo que a maior concentração foi registrada no efluente bruto. Observou-se que a ETE analisada demonstrou uma eficiência de remoção de diclofenaco de aproximadamente 98%.

Palavras-Chave: Efluente. Fármaco. Cromatografia.

ABSTRACT

Drugs are increasingly common in aquatic environments, especially in surface waters, due to incorrect disposal of solid waste and the discharge of sewage treatment plant (STP) effluent without proper treatment. The aim of the present study was to evaluate the presence of diclofenac in samples of sewage influent and treated effluent from the STP in the city of Dracena - SP. The samples were collected and analyzed in March 2017. Liquid-liquid dispersion microextraction followed by high-performance liquid chromatography was used to obtain the concentrations of diclofenac in the STP samples. Diclofenac was detected in the sewage influent and treated effluent from the Dracena STP, and the highest concentration was recorded in the sewage influent. It was observed that the STP analyzed demonstrated a removal efficiency of diclofenac of approximately 98%.

Keywords: Effluent. Drug. Chromatography.

INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental dos fármacos vem ganhando grande interesse da comunidade científica, especialmente por não saber quais são seus reais efeitos nos organismos aquáticos e para a saúde humana. Estudos indicam que as estações de tratamento de esgoto (ETE) são as maiores responsáveis pelo aporte desses xenobióticos no ambiente, pois durante o tratamento esses compostos não são totalmente removidos do esgoto (HEBERER, 2002; CLARA et al., 2005, AMÉRICO et al., 2012).

As ETES normalmente empregam processos biológicos como principal tecnologia. Dessa forma, as unidades de uma ETE são projetadas para reduzir poluentes orgânicos, não objetivando a remoção de fármacos do esgoto (AQUINO et al, 2013).

Levando em consideração que a presença de fármacos nos ambientes aquáticos podem causar riscos à saúde humana e aos organismos aquáticos, o presente estudo teve como objetivo avaliar a presença e concentração do anti-inflamatório diclofenaco no efluente bruto e tratado da ETE de Dracena – SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE analisada no presente estudo, pertence ao município de Dracena - São Paulo. O sistema de tratamento de esgoto utilizado é constituído por lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas, também conhecido como sistema australiano.

Foi realizada uma coleta no mês de março de 2017, na ETE de Dracena nos seguintes pontos: P1- entrada do efluente bruto na ETE e P2- saída do efluente tratado da ETE, em cada ponto foi coletado 1L de amostra, armazenadas em frascos âmbar, devidamente lavados e secos à temperatura ambiente. As amostras foram transportadas em caixas térmicas contendo gelo para serem analisadas no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Uma vez no laboratório, as amostras foram preparadas por meio da microextração líquido-líquido dispersiva de acordo com Martins et al (2012) e posteriormente analisadas por cromatografia de alta eficiência (CLAE) de acordo com a metodologia proposta por Nebot et al. (2007).

Para as análises cromatográfica utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu), contendo um detector “PhotodiodeArray” (SPD-M20A), duas bombas de alta pressão (LC-20AT e LC-20AD). O volume de injeção das amostras foi de 25 μL^{-1} . O limite de detecção do método foi de 0,0015 $\mu\text{g L}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diclofenaco foi detectado no efluente bruto e tratado da ETE de Dracena, sendo que a maior concentração foi registrada no efluente bruto (Tabela 1). Observou-se que a ETE analisada demonstrou uma eficiência de remoção de diclofenaco de aproximadamente 98%.

Tabela 1. Concentração de diclofenaco (mg L^{-1}) nos pontos de amostragem na ETE do município de Dracena- São Paulo.

Pontos de coleta	Descrição da localização	Concentração do fármaco (mg L^{-1})
P1	Entrada do efluente bruto na ETE	0,304
P2	Saída do efluente tratado da ETE	0,007

O mesmo fármaco foi detectado em uma ETE no Brasil que utiliza reator anaeróbio de leito fluidizado (RALF) seguido de tratamento físico-químico e o processo obteve uma eficiência de remoção de 89% do fármaco (AMÉRICO et al., 2012).

Resultados menos satisfatórios foram registrados em uma ETE que utiliza tratamento biológico (lodos ativados) seguido de tratamento químico que obteve uma eficiência de remoção de diclofenaco de 15% (LINDQVIST; TUHKANEN; KRONBERG, 2005). Assim, a eficiência de remoção de fármacos em ETE pode variar de acordo com o tipo de tratamento utilizado.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o anti-inflamatório diclofenaco é um contaminante presente no esgoto bruto e tratado da ETE do município de Dracena- SP, indicando que a ETE não remove totalmente o composto. Essa situação é preocupante, pois não se conhece as concentrações que podem ser prejudiciais à saúde humana e dos organismos aquáticos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado da primeira autora.

REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. H. P., et al. Fármacos em Uma Estação de Tratamento de Esgoto na Região Centro- Oeste do Brasil e os Riscos aos Recursos Naturais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n.3, p. 61-67, 2012.

AQUINO, S. F.; BRAUDT, E. M. F.; CHERNICHARO, C. A. L. Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão da literatura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18, n.3, p.187-204, 2013.

CLARA M., et al. Removal of selected pharmaceuticals, fragrances and endocrine disrupting compounds in a membrane bioreactor and conventional wastewater treatment plants. **Water Research**, v.39, p.4797-4807, 2005.

HEBERER T. Occurrence, Fate, and Removal of Pharmaceutical Residues in the Aquatic Environment: A Review of Recent Research Data. **Toxicology Letters**, v.131, p.5-17, 2002.

LINDQVIST N., TUHKANEN T., KRONBERG L. Occurrence of acidic pharmaceuticals in raw and treated sewages and in receiving waters. **Water Research**, v.39, p.2219-2228, 2005.

MARTINS, M. L., et al. Microextração Líquido – Líquido Dispersiva (DLLME): fundamentos e aplicações. **Scientia Chromatographica**, v.4, n.1, p. 35-51, 2012.

NEBOT, C., GIBB, S. W.; BOYD, K. G. Quantification of human pharmaceuticals in water samples by high performance liquid chromatography – tandem mass spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, v.598, n.1, p.87-94, 2007.

5.8 SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS E DE ÁGUA COM MODELAGEM HIDROLÓGICA

Jener Fernando Leite de Moraes – Pesquisador do Instituto Agronômico, jfmoraes@iac.sp.gov.br
Welton Carlos Ridolfi, Aluno de Mestrado do Instituto Agronômico, welton_ridolfi@hotmail.com
Jorge Alcântara E. Cardoso, Aluno de Mestrado do Instituto Agronômico, Jorge_gyt.ba@hotmail.com
João Carlos Batista Alves, Aluno de Mestrado do Instituto Agronômico, jbc_a_1818@hotmail.com
Isabella Clerici De Maria, Pesquisadora do Instituto Agronômico, icdmaria@iac.sp.gov.br
Afonso Peche Filho, Pesquisador do Instituto Agronômico, afonsopeche@gmail.com

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se simular a produção de água e de sedimentos com o modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tools) na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, Jundiaí-SP. Para essa área de estudo foram gerados dados específicos de relevo, solo, uso das terras, assim como dados meteorológicos, de vazão e de condutividade hidráulica do solo. Os dados foram inseridos no modelo através de uma interface específica ArcSWAT, que permite a espacialização das informações georrerenciadas bem como dos dados gerados na modelagem. A comparação entre os dados observados e medidos de vazão mostraram boa correlação, havendo ainda a necessidade de melhores ajustes de calibração. O modelo gerou dados de vazão e de produção de sedimentos, estratificados por subbacia hidrográfica, o que possibilita uma melhor correlação com outras variáveis específicas de cada subbacia. A produção de água variou de 0,4 a 1,7m³/s, e a produção estimada de sedimentos, para o período de simulação, variou de 0,2 a 1,1 (t.ha⁻¹).

Palavras-Chave: Bacia Hidrográfica, Jundiaí-Mirim, SWAT, Agricultura

ABSTRACT

This project aimed to simulate streamflow and sediment yield production using the SWAT model (Soil and Water Assessment Tools) on the Jundiaí-Mirim watershed, Jundiaí, Brazil. For this area of study were generated specific data digital elevation model (DEM), soil, land use, meteorological, flow and hydraulic conductivity of the soil. The manipulation of these data were made with the interface ArcSWAT, that automatically subdivides the basin in subbasins, and extract the input data for each subbasin from land use and soil layers. The comparison between the observed and measured flow data showed a good correlation, and there is still a need for better calibration adjustments. The model generated flow and sediment yield data, stratified by sub basin, which allows a better correlation with other specific variables of each sub basin. The results of the simulated streamflow ranged from streamflow 0.4 a 1.7m³/s and sediment yield production ranged from 0,2 a 1,1 (t.ha⁻¹).

Keywords: Watershed, Jundiaí-Mirim, SWAT, Agriculture

INTRODUÇÃO

Os municípios paulistas que estão próximos aos grandes centros urbanos e principalmente aqueles situados dentro dos limites das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, estão passando por momentos de incerteza em face à grande expansão urbana, e aumento pela demanda de água, seja para o consumo humano, ou para atender às indústrias e agricultura. O aumento da atividade antrópica tem desencadeado e acelerado os processos de erosão do solo, ocasionados principalmente, pelo escoamento superficial das águas pluviais. No

caso da agricultura a situação é bastante crítica, já que, de acordo com LAL, (1990), a erosão acelerada do solo tem destruído irreversivelmente 430 milhões de hectares de terras produtivas em diferentes países. Ainda como consequência da ocupação desordenada verifica-se sérios impactos no ciclo hidrológico e hidrossedimentológico em bacias hidrográficas (TUCCI, 1997). No caso específico do município de Jundiaí-SP, 95% do consumo de água da população proveem da subbacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, afluente do rio Jundiaí, e que nas últimas décadas passa por um acelerado processo de urbanização, apesar de ainda possuir extensas áreas agrícolas, notadamente ocupadas com pastagem, reflorestamento e fruticultura (FENGLER, 2015). Considerando-se as dificuldades técnicas e financeiras para um contínuo monitoramento da produção de sedimentos e de água, uma alternativa é o uso de modelos de simulação hidrológica. Existem atualmente diversos modelos para a predição da erosão hídrica e do transporte de sedimentos de forma integrada, destacando neste trabalho o modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT) (ARNOLD et al., 1994). É um modelo que pode perfeitamente ser aplicado em bacias não monitoradas. Integra informações de relevo, solo, uso e ocupação das terras, nas suas Unidades Hidrológicas de Resposta (HRU). Além disso, o modelo permite simular cenários de uso e ocupação das terras, manejo agrícola e verificar o efeito dessas alterações na produção e qualidade da água, e produção de sedimentos. Dentro desse contexto o presente trabalho apresenta resultados da simulação de vazão e de produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, com emprego do modelo SWAT, que foi calibrado com dados medidos de vazão.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim, situada nos municípios de Jundiaí, Jarinu e Campo Limpo Paulista, estado de São Paulo, entre as latitudes 23°00' e 23°30' Sul e longitudes 46°30' e 47°15' Oeste. Dados de relevo, solo, uso e ocupação das terras, foram obtidos do projeto "Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim", (MORAES et al., 2003). Uma série histórica de dados diários de precipitação, temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e radiação solar, foram obtidos da rede meteorológica do Instituto Agrônômico (IAC). Dados diários medidos de vazão, foram fornecidos pelo Departamento de Água e Esgoto do município de Jundiaí, e contemplaram o período de 2005 a 2016. Esses dados foram usados na calibração dos dados e vazão estimados pelo modelo SWAT, através do programa SWAT-CUP. Os dados foram inseridos no modelo SWAT, através da interface ArcSWAT desenvolvida por SRINIVASAN & ARNOLD, 1994. Trabalhos de campo para determinação da condutividade hidráulica, em diferentes solos e manejo, foram realizados com um permeâmetro de Guelph.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na série histórica de dados de precipitação, para o período de 1984 a 2013 e, com base nos dados de vazão medidos no rio Jundiaí-Mirim, o modelo SWAT foi calibrado para executar a modelagem e estimativa da vazão produzida nas subbacias hidrográficas. Na Figura 1. é apresentado o gráfico da distribuição das vazões médias mensais, medidas no ponto de monitoramento e as estimadas pelo modelo SWAT. Nota-se um bom ajuste entre os dados medidos e estimados pelo modelo, apenas com algumas diferenças nos meses de Janeiro, onde o modelo superestimou a vazão e em dezembro, onde houve uma subestimativa da vazão.



Figura 1. Vazões médias estimadas pelo SWAT e medidas em campo.

As maiores vazões foram observadas no curso principal do rio Jundiaí-Mirim e variaram de 0,4 a 1,7 m³/s estando coerentes com os dados determinados de vazão. A modelagem de vazão, realizada pelo SWAT, apresentou alguns valores discrepantes, o que denota importância da disponibilidade de dados medidos para um melhor ajuste e calibração do modelo. A partir dos dados medidos de condutividade hidráulica saturada, foi possível corrigir esse parâmetro no modelo, o que auxiliou no ajuste do balanço hídrico estimado na modelagem.

Nas figuras 2 e 3 apresentam as estimativas da produção de água (m³/s) e de sedimentos (t.ha⁻¹), estimadas pelo modelo nas diferentes subbacias hidrográficas que formam a bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim. A modelagem da produção de água demonstra sua importância, pois permite compreender como as diferentes subbacias, em função do tipo de solo, uso e manejo de suas áreas contribuem com a produção de água para o curso d'água principal, que é o responsável pelo abastecimento de água do município de Jundiaí.

A carga de sedimentos que atinge os diferentes rios variou de 0,2 a 1,1 (t.ha⁻¹) para o período de simulação. Foi possível identificar as subbacias com maior produção de sedimentos, destacando as de número 4, 5 e 9, respectivamente. As duas primeiras encontram-se em áreas de Argissolos textura média/argilosa. A subbacia 9 é uma área natural de deposição de sedimentos carregados pelo curso d'água principal, que se forma antes do reservatório de acumulação de água de Jundiaí.

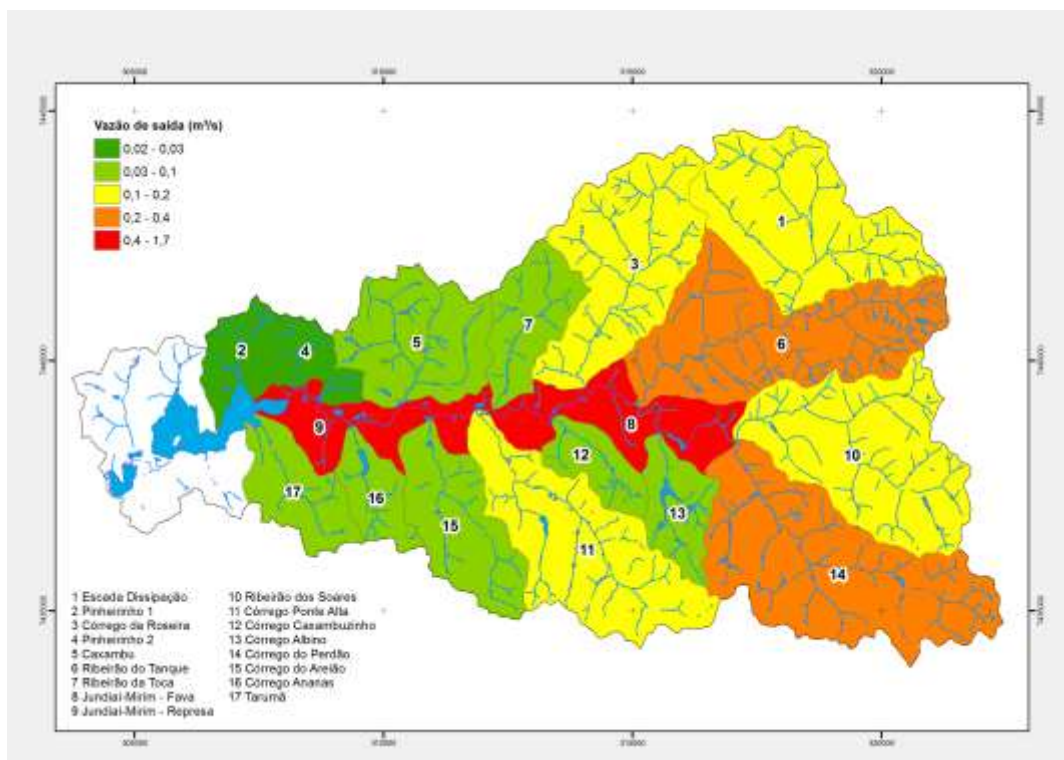


Figura 2. Distribuição das vazões (m³/s) por subbacia hidrográfica

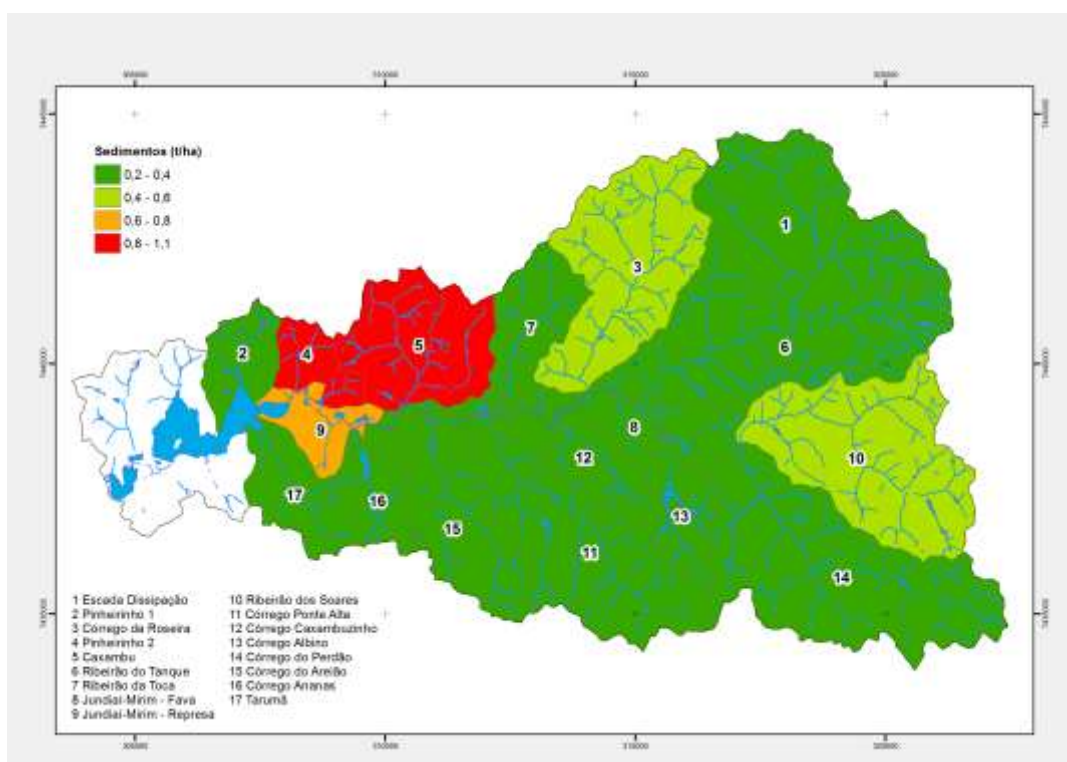


Figura 3. Produção de sedimentos (t/ha) por subbacia hidrográfica

CONCLUSÕES

No nível de informações específicas de solo, relevo e clima gerados neste trabalho, a modelagem com o SWAT possibilitou uma discretização da produção de água e de sedimentos por subbacias hidrográficas, associando-se os diferentes resultados, com características intrínsecas de solo, uso e manejo das terras, dentro das respectivas subbacias hidrográficas.

A modelo SWAT é uma ferramenta importante na modelagem dos processos hidrológicos em bacias hidrográficas, pois permite a simulação de dados fundamentais para a compreensão dos diferentes processos associados à produção de água e de sedimentos, possibilitando ainda a elaboração de cenários de uso e manejo do solo e suas implicações na produção de água e de sedimentos. Por ser um modelo que exige uma grande quantidade de dados de solo, relevo, uso da terra e clima, deve-se ter o cuidado na obtenção dessas informações, sejam elas determinadas por um levantamento específico ou obtidas de levantamentos existentes. Notadamente, constatou-se uma grande sensibilidade do modelo às características de solo, principalmente aquelas que interferem na sua condutividade hidráulica, o que muitas vezes não é considerado, principalmente quando não se dispõe de levantamentos pedológicos específicos para a área a ser objeto de modelagem com o SWAT.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. G.; WILLIAMS, J. R.; SRINIVASAN, R.; KING, K. W.; GRIGGS, R. H.. SWAT - **Soil and Water Assessment Tool**. USDA, Agricultural Research Service, Grassland, Soil and Water Research Laboratory, 1994.

FENGLER, F.H. Variação temporal dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Jundiáí-Mirim. Campinas, 2014, 102p. Dissertação (Mestrado). Instituto Agrônomo.

LAL, R. Soil erosion and land degradation: the global risks. *Advances in soil science* , v.7,1990. p.129-172.

MORAES, J.F.L.; CARVALHO, Y.M.C.; PECHE FILHO, A. Diagnóstico agroambiental para a gestão e monitoramento da Bacia do Rio Jundiáí-Mirim. In: HAMADA, E. (Editora), **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, cap. III, CD-ROM, 2003.

SRINIVASAN, R.; ARNOLD, J.G. Integration of the basin-scale water quality model with GIS. *Water Resources Bulletin*, v. 30, n. 03, p. 453-462, 1994.

TUCCI, C.E.M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 669p.

5.9 AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DO CÓRREGO DAS MARRECAS NO MUNICÍPIO DE DRACENA – SP POR METILPARABENO

Osmar Pereira da Silva Junior – Mestrando da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP - Ilha Solteira/SP, Email: jucaportugues@hotmail.com

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro – Docente da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP - Ilha Solteira/SP, Email: americo.ju@gmail.com

William Deodato Isique – Pós-doutorando da Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNESP- Ilha Solteira/SP, Email: wisique@bol.com.br

RESUMO

Os parabenos são muito utilizados como conservantes químicos em vários produtos tais como: industriais, alimentícios e cosméticos. Portanto, o presente estudo se propôs verificar a presença e a concentração do metilparabeno ao longo do Córrego das Marrecas, no município de Dracena- SP. As coletas e análises foram feitas no mês de março de 2017, em 5 pontos desse córrego. Foi realizado microextração líquido- líquida dispersiva seguida de cromatografia líquida de alta eficiência para determinação da concentração do metilparabeno nos pontos do córrego. A maior concentração foi encontrada na nascente do córrego das Marrecas, podendo ser atribuída ao despejo incorreto de resíduos sólidos, pois o mesmo se encontra em área urbanizada.

Palavras-Chave: Água superficial. Contaminação. Cromatografia.

ABSTRACT

Parabens are widely used as chemical preservatives in various products such as: industrial, food and cosmetics. Therefore, the present study aimed to verify the presence and concentration of methylparaben along the Marrecas stream, in the municipality of Dracena- SP. The collections and analyzes were made in the month of march of 2017, in 5 points of this stream. Liquid-liquid dispersion microextraction was carried out followed by high performance liquid chromatography to determine the concentration of methylparaben at the points of the stream. The highest concentration was found in the source of the Marrecas stream, which can be attributed to the incorrect disposal of solid waste, since it is found in an urbanized area.

Keywords: Surface water. Contamination. Chromatography.

INTRODUÇÃO

Produtos de beleza e de higiene pessoal são cada vez mais consumidos diariamente pelas pessoas, mas nem todos estão atentos à composição dos produtos que compram e, muitas vezes, não sabem dos riscos que podem estar correndo. Um bom exemplo disso são os parabenos, compostos químicos presentes em produtos de beleza, alimentos, medicamentos e conservantes (LUNDOV et al, 2009).

Sete diferentes parabenos são utilizados como conservantes: etilparabeno, metilparabeno, propilparabeno, isopropilparabeno, butilparabeno, isobutilparabeno e benzilparabeno (LI; LI; RANDAK, 2011). Destes sete parabenos, o metil e o propil são os mais utilizados por serem os mais baratos e possuírem estabilidade metabólica e resistência à biodegradação (LI; LI; RANDAK, 2011; SONI, 2005; ZOTOU et al., 2010).

Pesquisas para determinar a ocorrência de parabenos principalmente em corpos hídricos vêm ganhando destaque (RAMASWANY et al, 2011; ALBERO et al, 2012). Estudos recentes comprovam existências de atividades estrogênicas ligados aos parabenos, classificando-os como disruptores endócrinos (DAGHER et al, 2012; SHIRAI et al, 2012).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a presença e concentrações de metilparabeno em trechos do córrego das Marrecas no município de Dracena- SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Córrego das Marrecas avaiado no presente estudo tem sua nascente no município de Dracena, São Paulo e sua foz no Rio Paraná, na cidade de Panorama - SP. Em suas margens foram identificadas desmatamentos da vegetação nativa, erosão do solo e despejo de resíduos sólidos. Outro fator importante é o indício de vazamento nas redes coletoras de efluentes domésticos.

A coleta das amostras foi realizada no mês de março de 2017, nos seguintes pontos: P1- nascente do Córrego das Marrecas, situada no perímetro urbano e canalizada paralelamente com a tubulação de água residuária até o término do perímetro urbano, P2- ponto antes do lançamento do efluente tratado da estação de tratamento de esgoto (ETE) do município de Dracena, P3- no lançamento do efluente tratado da ETE de Dracena, P4- ponto a jusante do lançamento da ETE de Dracena, P5- foz do Córrego das Marrecas.

Em cada ponto foi coletados 1L de água superficial, que foram armazenados em frascos âmbar previamente lavados e secos à temperatura ambiente. As amostras foram transportadas em caixas térmicas contendo gelo para serem analisadas no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Uma vez no laboratório, as amostras foram preparadas por meio da microextração líquido - líquido dispersiva de acordo com Martins et al (2012), para serem analisadas no cromatógrafo de acordo com a metodologia de Cass (2001).

As análises cromatográficas foram realizadas por um HPLC (Shimadzu) contendo um detector "PhotodiodeArray" (SPD-M20A), duas bombas de alta pressão (LC-20AT e LC-20AD). O volume de injeção das amostras foi de 25 µL. O limite de detecção de metilparabeno de acordo com o método utilizado foi de 0,0014 mg L⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de metilparabeno foi registrada em todos os pontos de coleta do Córrego das Marrecas - SP, sendo que a maior concentração foi detectada na nascente (Tabela 1).

O P1 apesar de ser a nascente, teve a maior concentração, esse valor pode estar relacionado ao fato da nascente ser no perímetro urbano e ser canalizada por uma galeria que capta águas pluviais, por essa galeria também passam os encanamentos da rede coletora de águas residuárias até o término do perímetro urbano, podendo haver vazamentos nestes encanamentos que contém efluentes não tratados.

Para as concentrações de P2 e P4 é atribuído o fato de serem pontos onde não ocorre um contato direto com águas residuárias. Já em P3 e P5 foram obtiveram valores maiores que P2 e P4 devido ao despejo de efluentes de estações de tratamento de esgoto (ETE) que ocorrem em cada ponto, sendo que no P3 ocorre o despejo da ETE do município de Dracena- SP e no P5 ocorre o despejo da ETE do município de Panorama- SP.

Tabela 1. As concentrações (mg L⁻¹) do composto metilparabeno, nos pontos de coleta no córrego das Marrecas no município de Dracena – SP

Pontos de coleta	Descrição da localização	Concentração do fármaco (mg L ⁻¹)
P1	Nascente do Córrego das Marrecas	0,075
P2	Antes do lançamento do efluente da ETE	0,012
P3	Lançamento do efluente tratado da ETE	0,028
P4	Jusante da ETE	0,008
P5	Foz do córrego das Marrecas	0,033

Estudos realizados por Jonkers et al. (2009) com esgoto bruto e tratado em uma ETE na Suíça determinaram concentrações de metilparabeno iguais a 0,098 mg L⁻¹ e 0,005 mg L⁻¹, respectivamente. Já os estudos de Gonzáles-Mariño et al, (2011) realizados em uma ETE na Espanha determinou uma concentração no afluente da ETE de 0,010 mg L⁻¹. Esses estudos evidenciam que o córrego em estudo apresentam concentrações maiores do que as encontradas em ETEs de outros países.

CONCLUSÃO

O metilparabeno é um contaminante presente no Córrego das Marrecas – SP, sendo que a principal fonte de contaminação desse composto são efluentes brutos e tratados de ETEs. Os dados obtidos no presente trabalho demonstram que deve haver um monitoramento ambiental, principalmente no ponto mais crítico que a nascente do córrego afim se identificar vazamento de tubulações de esgoto que estejam contribuindo para a entrada do contaminante no corpo hídrico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALBERO, R. et al. Occurrence and analysis of parabens in municipal sewage sludge from wastewater treatment plants in Madrid (Spain). **Journal of Hazardous Materials**, p.48-55, 2012.
- CASS, Q. B. Desenvolvimento de métodos por hplc fundamentos, estratégias e validação série apontamentos. In: CASS, Q. B. **Validação de métodos analíticos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2001. p. 77.
- DAGHER, Z. et al. p-Hydroxybenzoate esters metabolism in MCF7 breast cancer cells. **Food and Chemical Toxicology**, v.50, p. 4109-4114, 2012.
- LI, Z. H.; LI, P.; RANDAK, T. Effect of a human pharmaceutical carbamazepine on antioxidant responses in brain of a model teleost in vitro: an efficient approach to biomonitoring. **Journal of Applied Toxicology**, Nova Iorque, v. 30, n. 7, p. 644-648, 2010.
- LUNDOV, M. D. et al. Contamination versus preservation of cosmetics: a review on legislation, usage, infections, and contact allergy. **Contact Dermatitis**, v.60, p. 70-78, 2009.

RAMASWAMY, B. R. et al. GC-MS analysis and ecotoxicological risk assessment of triclosan, carbamazepine and parabens in Indian rivers. **Journal of Hazardous Materials**, v. 26, n.11, p.1586-1593, 2011.

SHIRAI, M. G. et al. Urinary excretion of parabens in pregnant Japanese women. **Reproductive Toxicology**, v.35, p.301-309, 2012.

SONI, M. G.; CARABIN, I. G.; BURDOCK, G. A. Safety assessment of esters of p-hydroxybenzoic acid (parabens). **Food and Chemical Toxicology**, Lagos Cityv. 43, n. 7, p. 985-1015, 2005.

ZOTOU, A.; SAKLA, I.; TZANAVARAS, P. D. LC-determination of five paraben preservatives in saliva and toothpaste samples using UV detection and a short monolithic column. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Nellore City, v. 53, n. 3, p. 785-789, 2010.

5.10 FLUTUAÇÕES NICTEMERAIS DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA EM MACROHABITATS DE PEDRAIS

Ana Maria Cirino Ruocco – Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP

E-mail: ana.ruocco@ibb.unesp.br

Rodolfo Zampieri Bezzon – Graduando do Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP

E-mail: rodolfo.zb@hotmail.com

Eduardo Meneguzzi Brambilla - Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, Email: eduardo.brambilla@gmail.com

Marcos Gomes Nogueira - Professor do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: nogueira@ibb.unesp.br

RESUMO

Pedrais basálticos são macrohabitats de rios com leito rochoso, caracterizados pela presença de corredeiras, rápidos e poças distribuídas em mosaico. Embora os pedrais ocorram em todo o mundo, ainda são pouco estudados e compreendidos em termos ecológicos. Este trabalho visa analisar mudanças de curta duração (nictemerais) nas variáveis físico-químicas da água dos habitats de um pedral do rio Sapucaí-Mirim, SP. Para o estudo, foram selecionadas poças isoladas, poças conectadas ao canal principal do rio, rápidos e corredeiras. Amostragens foram realizadas no início do período seco (julho/2016) e início do período chuvoso (novembro/2016). As variáveis físico-químicas da água foram mensuradas através de sonda multiparâmetros Horiba- U52 a cada 6h. Nos mesmos intervalos de tempo, foram realizadas coletas de amostras para análise de nutrientes, material em suspensão e clorofila a. De maneira geral, as poças apresentaram as maiores amplitudes de variação das variáveis avaliadas, principalmente nas poças isoladas. A ACP apontou para a separação dos habitats. Este estudo ressalta a elevada heterogeneidade espacial e temporal que os ambientes de pedrais apresentam, destacando a sua importância potencial para a biodiversidade regional. Estudos que abordem a ecologia desses ambientes são necessários para maior compreensão do seu funcionamento e para subsidiar propostas de conservação desses habitats.

Palavras-chave: Corredeira. Mosaico de habitats. Poça. Rápido. Substrato basáltico.

ABSTRACT

Basalt knickzones are macrohabitats of rivers with bed rock substrate, characterized by the presence of riffles, runs and pools distributed in a mosaic arrangement. Although knickzones occur throughout the world, they are still poorly studied and understood in terms of ecology. This work aims to analyze short-term (nictemeral) variations in the physical-chemical variables of knickzone microhabitats from the Sapucaí-Mirim River, SP. For the study, isolated pools, pools connected to the main channel of the river, runs and riffles were selected. Samplings were performed at the beginning of dry period (July 2016) and beginning of rainy period (November 2016). The physical and chemical variables of water were measured using the Horiba-U52 multi-parameter probe at every 6 hours. In the same time interval, samples were collected for analysis of nutrients, suspended matter and chlorophyll a. In general, the pools had the highest amplitudes of variation of the evaluated variables, even higher in the isolated pools. The PCA pointed to the separation of habitats. The work demonstrates the high spatial and temporal heterogeneity of these environments,

highlighting their importance for regional biodiversity. Studies that address the ecology of these environments are necessary for a better understanding of their functioning and to support proposals for the conservation of these habitats.

Keywords: Basaltic substrate. Mosaic of habitats. Pool. Riffle. Run.

INTRODUÇÃO

Pedrais são ambientes rasos de rios, caracterizados por afloramentos rochosos. Observados em todo o mundo, os pedrais podem ter origem tectônica, glacial ou vulcânica, possuindo diferentes tipos de rochas e idade (HAYAKAWA & OGUCHI 2006; 2009). Pedrais basálticos, que possuem origem vulcânica, podem ser ecologicamente definidos como um ambiente aquático complexo, composto por corredeiras, rápidos e poças de diferentes magnitudes, distribuídas em mosaico (BRAMBILLA et al., *in press*).

Devido à elevada complexidade desses ambientes e inerentes dificuldade de acesso, os pedrais são pouco estudados. Apesar de pouco conhecidos, esses macrohabitats tem sido rapidamente perdidos pela construção de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) no Brasil, já que o substrato consolidado é ideal para o assentamento dos eixos das usinas.

A compreensão desses ambientes é essencial para demonstrar sua relevância e assegurar sua conservação. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as variações de curta duração (nictemerais) nas variáveis físico-químicas da água dos distintos habitats de um pedral.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em um pedral localizado no rio Sapucaí-Mirim, SP, Bacia do Alto Paraná (20°34'34,1"S 47°47'06,5"W)(Figura 1).



Figura 1. Pedral localizado no rio Sapucaí-Mirim, SP, no período seco do ano.

O rio Sapucaí-Mirim possui aproximadamente 290 km de extensão com características lólicas típicas, fortes corredeiras e pequenas quedas d'água; torna-se menos veloz e turbulento apenas na sua porção inferior, próximo à desembocadura na margem esquerda no reservatório da UHE Porto Colômbia, médio rio Grande (PAIVA, 1982).

Atualmente existem cinco PCHs em operação ao longo do rio e outros cinco novos projetos encontram-se em processo de licenciamento (ANEEL, 2014), ameaçando os poucos pedrais ainda existentes.

Desenho do estudo e análise de dados

Foram selecionadas poças isoladas (PI), poças conectadas ao canal principal do rio (PC), rápidos (R) e corredeiras (C), sendo cinco réplicas de cada. As amostragens foram realizadas no início do período seco (julho/2016) e início do período chuvoso (novembro/2016).

A cada 6 horas foram determinados a temperatura (T), pH, condutividade (COND), turbidez (TURB) e oxigênio dissolvido (DO), utilizando uma sonda multiparamétrica Horiba (U-52). Também foram coletadas amostras de água para posterior análise de nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), material em suspensão total (MST), material em suspensão orgânico (MSO), material suspenso inorgânico (MSI) e clorofila a (Chl-a).

Os dados das variáveis físico-químicas da água foram ordenados segundo análise de componentes principais (ACP, Primer v 6.0), a fim de se detectar algum padrão de variação espacial (Clarke & Gorley, 2006). Diferenças significativas entre habitats e períodos ($p \leq 0,05$) foram detectadas pelo teste Kruskal-Wallis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores mínimos e máximos das variáveis físico-químicas da água encontrados em cada um dos habitats ao longo de 24 horas, em ambos os períodos de amostragem. De maneira geral, as poças apresentaram maiores amplitudes de variação ao longo do dia, sendo estas mais expressivas nas poças isoladas, exceto para condutividade e turbidez, que foram maiores na corredeira. Os rápidos, por sua vez, foram os ambientes mais “estáveis”, apresentando menor variabilidade. Tais dados corroboram com os resultados de Brambilla et al. (*in press*), que também encontraram maiores amplitudes de variação nas poças, principalmente as isoladas.

Tabela 1. Amplitude das variáveis físico-químicos determinadas em cada habitat do pedral, nos dois períodos de amostragem. T: °C; COND: $\mu\text{S cm}^{-1}$; TURB: NTU; DO, MST, MSI, MSO: mg L^{-1} ; CLO, NT, PT: $\mu\text{g L}^{-1}$.

		T	pH	COND	TURB	DO	CLO	NT	PT	MST	MSI	MSO	
jul/16	PC	Min	17,0	6,8	61,0	3,5	7,3	0,2	319,0	3,6	1,7	0,4	0,0
		Máx	21,6	7,9	66,0	25,6	10,3	4,1	638,1	22,2	8,5	3,3	5,6
	PI	Min	17,2	7,3	64,0	0,0	7,4	0,1	177,6	0,2	0,1	0,0	0,1
		Máx	23,8	9,1	74,0	17,2	10,3	4,2	626,7	26,3	15,5	11,8	3,8
	R	Min	18,4	6,9	60,0	6,8	6,6	0,4	550,8	0,3	5,9	2,9	2,2
		Máx	20,4	7,6	64,0	28,3	10,2	1,9	762,2	22,1	7,6	4,7	3,2
	C	Min	18,5	6,9	51,0	0,0	9,2	0,4	466,7	10,3	4,5	3,1	1,4
		Máx	19,8	8,1	64,0	308,0	11,0	1,3	698,5	21,5	7,3	5,1	3,0
nov/16	PC	Min	24,5	6,1	88,0	7,9	4,7	0,1	722,5	18,0	5,8	4,0	1,8
		Máx	29,1	7,6	131,0	45,8	6,5	1,9	1519,5	45,8	15,5	12,1	4,2
	PI	Min	25,2	6,6	72,0	1,5	3,7	0,0	520,4	6,0	1,7	1,0	0,7
		Máx	30,4	7,9	111,0	38,9	6,8	2,0	1282,5	46,2	8,1	6,3	2,5
	R	Min	25,7	6,9	92,0	23,0	6,1	1,2	991,6	18,2	17,1	12,7	3,7
		Máx	27,5	7,3	133,0	31,4	7,0	2,1	1468,5	41,8	21,2	16,3	4,9
	C	Min	25,8	7,0	92,0	12,3	6,8	1,6	1040,0	7,1	14,0	11,0	3,0
		Máx	27,4	7,3	131,0	146,0	7,4	2,3	1482,0	41,1	24,1	19,6	5,1

A maioria das variáveis apresentou diferenças estatísticas entre os habitats ($p < 0,05$), exceto temperatura no início da estação chuvosa (novembro/2016). A Tabela 2 apresenta os valores médios das variáveis físico-químicas determinadas em cada microhabitat do pedral, em ambos os períodos de amostragem.

Tabela 2. Valores médios das variáveis ambientais em cada habitat do pedral, nos dois períodos de amostragem.

	julho/16				novembro/16			
	PC	PI	R	C	PC	PI	R	C
T (°C)	19,2	20,6	19,3	19,3	26,6	27,9	26,7	26,6
pH	7,5	7,8	7,5	7,4	7,2	7,4	7,1	7,1b
COND ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	63,4	69,2	59,6	62,2	106,4	81,9	106,5	104,6
TURB (NTU)	18,0	7,8	41,0	22,5	22,9	14,2	27,1	41,6
DO (mg L^{-1})	8,9	9,2	9,8	8,9	5,6	5,2	6,5	7,1
CLO ($\mu\text{g L}^{-1}$)	1,1	1,7	0,9	1,1	1,0	0,9	1,8	1,8
NT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	481,1	448,8	553,5	674,2	1111,6	913,0	1314,4	1293,4
PT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	12,5	13,3	15,1	12,4	30,5	26,0	30,1	24,6
MST (mg L^{-1})	3,8	3,3	6,2	6,9	10,4	4,7	18,8	19,8
MSI (mg L^{-1})	1,7	1,4	3,9	4,1	7,6	3,2	14,3	15,5
MSO (mg L^{-1})	2,0	1,9	2,3	2,8	2,9	1,5	4,5	4,3

Uma tendência similar de separação dos habitats foi observada através da análise ACP (Figura 2), que explicou 54% (PC1: 34,9%; PC2: 19,1%) da variabilidade dos dados em julho/2016 e 60,1% (PC1: 46,9; PC2: 13,2%) em novembro/2016.

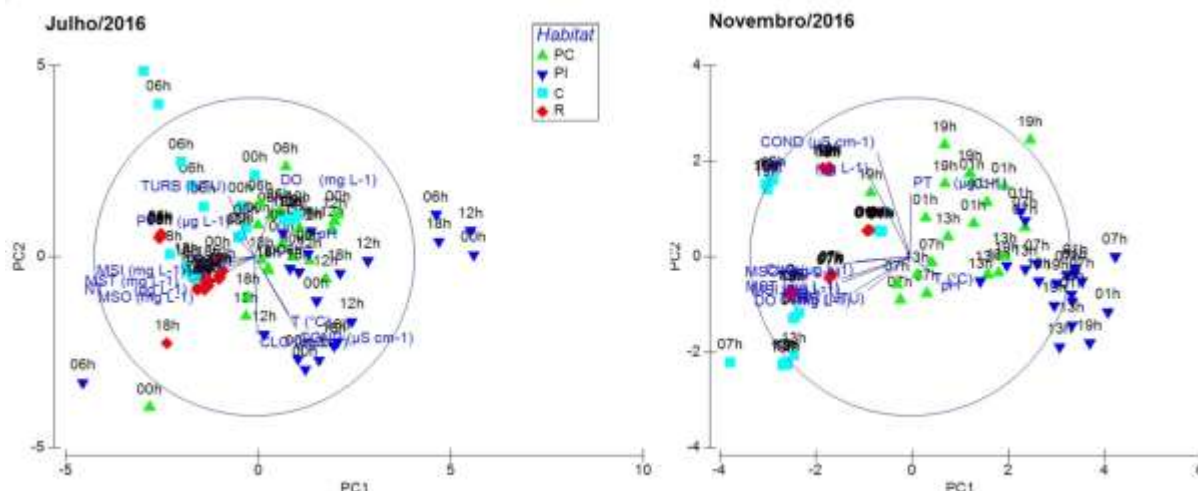


Figura 2. Ordenação das variáveis físico-químicas mensuradas nos habitats do pedral nos dois períodos de amostragem pela análise de componentes principais (ACP).

No período seco (julho/2016) tal separação ficou menos evidente, muito provavelmente devido à maior similaridade entre poças isoladas e conectadas, visto o menor grau de conexão das últimas com o canal principal do rio. Já em novembro/2016 pode-se observar uma nítida separação entre as poças e os demais habitats. Neste período, começo da estação chuvosa, ocorre um aumento na conexão das poças conectadas com o canal principal do rio e, consequentemente,

maior renovação da água. As poças isoladas, por sua vez, permanecem em condição de isolamento.

CONCLUSÕES

Pedrais apresentam variações físicas e químicas da água de elevada amplitude, considerando curtos períodos de tempo, principalmente no que se diz respeito às poças. Tal condição pode ser um fator de estresse para a biota aquática (pesquisa em andamento). Além disso, as variáveis apresentam diferenças entre os habitats. Dessa maneira, esses macrohabitats podem ser destacados pela elevada heterogeneidade espacial e temporal, muito provavelmente permitindo o estabelecimento de espécies com diferentes requisitos ecológicos. Estudos que contribuam para um maior conhecimento desses ambientes são essenciais para que os pedrais sejam reconhecidos e protegidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 17 de jul. 2014.

BRAMBILLA, Eduardo. M.; RUOCCO, Ana Maria. C.; NOGUEIRA, Marcos G. A contribution for the limnological knowledge of basaltic knickzones. **Brazilian Journal of Biology**, *In Press*.

CLARKE, K. Robert; GORLEY, Raymond N. **PRIMER V6: user manual-tutorial**. Plymouth Marine Laboratory, 2006.

HAYAKAWA, Yuichi S.; OGUCHI, Takashi. DEM-based identification of fluvial knickzones and its application to Japanese mountain rivers. **Geomorphology**, v. 78, n. 1, p. 90-106, 2006.

HAYAKAWA, Yuichi S.; OGUCHI, Takashi. GIS analysis of fluvial knickzone distribution in Japanese mountain watersheds. **Geomorphology**, v. 111, n. 1, p. 27-37, 2009.

PAIVA, Melquíades Pinto. Grandes represas do Brasil. In: **Grandes represas do Brasil**. Editerra, 1982.

5.11 AQUICULTURA COMO POTENCIAL DISPERSOR DE ESPÉCIES NÃO NATIVAS EM MICROBACIAS

Paula Nunes Coelho¹, Daniela Aparecida Silveira Cesar², Ana Maria Ruocco¹

1 - Doutoranda do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: paulinhancoelho@gmail.com / ana.ruocco@yahoo.com.br

2 - Mestranda do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu, SP, E-mail: daniela_s.cesar@hotmail.com

RESUMO

A introdução de espécies não nativas é um problema ecológico global que pode afetar as interações bióticas da comunidade local e as características do ambiente. *Melanooides tuberculata* é um gastrópode de água doce e tem se dispersado em diversos estados brasileiros. Neste estudo, relatamos a evidência de que a aquicultura é um potencial meio de dispersão do caramujo em microbacias. O trabalho foi realizado a partir da observação de dois tanques localizados na bacia Alto Rio Paraná, sendo o primeiro deles escavado e ativo, e o segundo, também escavado, porém inativo. A água de escoamento do primeiro deságua no segundo, formando um pequeno e estreito canal que segue em direção a um riacho de primeira ordem próximo. O riacho que recebe esse corpo d'água também foi analisado. *Melanooides tuberculata* foram observados no tanque ativo, porém não foram quantificados. No tanque escavado inativo, caramujos vivos foram encontrados em elevada densidade (95 indivíduos m⁻²). No riacho, não foram encontrados organismos. A ocorrência do caramujo no tanque escavado sugere a contaminação dos estoques de alevinos com ovos ou larvas de *Melanooides tuberculata*. Apesar da ausência do caramujo nos riachos adjacentes, ressaltamos que esses animais possam ocupar rapidamente o curso de água natural mais próximo. Portanto, recomendamos que medidas de inspeção mais rigorosa sejam adotadas aos lotes contendo peixes a serem estocados.

Palavras-Chave: *Melanooides tuberculata*. Molusco. Piscicultura. Riachos.

ABSTRACT

The introduction of non-native species is a global and ecological problem that can affect the biotic interactions of the local community and the characteristics of the environment. *Melanooides tuberculata* is a freshwater gastropod and has spread in several Brazilian states. In this study, we report the evidence that aquaculture is a potential means of dispersal of snail in microbasins. The work was carried out from the observation of two tanks located in the Upper Paraná River basin, being the first excavated and active, and the second, also excavated, but inactive. The drainage water of the first one flows into the second, forming a small narrow channel that follows toward a close stream of first order. The stream that receives this small channel of water was also analyzed. *Melanooides tuberculata* were observed in the active tank, but were not quantified. In the excavated and inactive tank, live snails were found in high density (95 individuals m⁻²). In the stream, no organisms were found. The occurrence of the snail in the excavated tank suggests the contamination of the stocks of fingerlings with eggs or larvae of *Melanooides tuberculata*. Despite the absence of snail in adjacent streams, we emphasize that these animals can quickly occupy the nearest natural watercourse. Therefore, we recommend that more stringent inspection measures be adopted for batches containing fish to be stocked.

Keywords: *Melanooides tuberculata*. Mollusk. Pisciculture. Streams.

INTRODUÇÃO

A introdução de espécies não nativas é um problema ecológico global e tem motivado interesse crescente nos últimos anos (GUREVITCH; PADILLA, 2004). Seus impactos ecológicos podem afetar diretamente as interações bióticas da comunidade local (e.g. pastagem, competição, predação) ou causar efeitos indiretos nas condições físicas e químicas do ambiente (e.g. turbidez, fósforo, nitrogênio, matéria orgânica) (CROOKS, 2002; GALLARDO et al., 2016). Uma vez que a espécie é introduzida, ela pode desenvolver pressão de propágulo com novas oportunidades de colonização e se tornar um potencial invasor.

Melanoides tuberculata (MÜLLER 1774) é um gastrópode de água doce com distribuição geográfica nativa da Ásia e África (FACON et al., 2003). No Brasil, a espécie foi registrada pela primeira vez em Santos - SP (VAZ et al., 1986) e desde então tem dispersado para vários estados (FERNANDES et al., 2003).

No Brasil, muitos rios de primeira ordem são desviados para a construção de tanques escavados (i.e., açudes), a fim de se cultivar espécies de peixes, principalmente tilápias. Em períodos de chuva, é possível que ocorram rompimentos nesses tanques, causando introduções massivas nos riachos mais próximos (ORSI E AGOSTINHO, 1999). Contudo, algo pouco abordado na literatura científica, e que independe do rompimento dos tanques escavados, é a introdução indireta de espécies não nativas. Assim, o objetivo deste trabalho foi apresentar evidências de que a aquicultura é um potencial meio de dispersão de *Melanoides tuberculata* em microbacias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a partir da observação de dois tanques localizados no município de Carmo do Rio Claro – MG, bacia do Alto Rio Paraná, sendo o primeiro deles escavado e ativo, e o segundo, também escavado, porém inativo. A água de escoamento do primeiro deságua no segundo, formando um pequeno e estreito canal que segue em direção a um riacho de primeira ordem próximo. Tal riacho também foi analisado.

Foram realizadas amostragens dos organismos no riacho e no tanque escavado, sendo um ponto de amostragem em cada local. As amostras foram obtidas em réplicas com um amostrador do tipo Surber (0,0225 m², malha de 250 µm). O material foi fixado com etanol 70% e, em laboratório, os organismos foram triados, identificados e contados para posterior cálculo de densidade. No tanque ativo os indivíduos não foram quantificados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tanque destinado ao cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*), foi observada a ocorrência do molusco na superfície da coluna d'água, porém estes não foram quantificados. No tanque escavado sem água (i.e. inativo) foram encontrados 95 indivíduos.m⁻² e inúmeras conchas vazias. Não foram encontrados indivíduos no riacho próximo a esses tanques.

No Brasil, há relatos que a introdução de *M. tuberculata* esteja relacionada ao comércio de plantas e peixes ornamentais (FERNANDES et al., 2003). Por exemplo, DUGGAN (2010) argumenta que invertebrados de água doce que vivem na coluna d'água em aquários podem ser acidentalmente transportados junto com peixes não nativos. Contudo, a ocorrência do caramujo no tanque escavado, provavelmente é decorrente da contaminação dos estoques de alevinos por ovos ou larvas do caramujo. Acreditamos, neste contexto, que as contaminações estejam ocorrendo

na estação de produção de alevinos. Deste modo, é possível que *M. tuberculata* esteja se dispersando para outras bacias juntamente com os juvenis.

Uma vez introduzidos no tanque escavado, é muito difícil contê-los, já que apresentam estágios larvais e reprodução partenogenética (JACOB, 1957). Essas larvas podem ser transportadas de dentro do açude para os riachos apenas com o fluxo da água de chuva, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de o caramujo não ter sido encontrado nos riachos adjacentes, há evidências claras de que o organismo possa ocupar rapidamente o curso de água natural mais próximo ou que já tenha alcançado esses ambientes, porém em pequenas proporções.

Considerando que os alevinos podem ser transportados para qualquer parte do Brasil, recomendamos que sejam adotadas medidas de inspeção rigorosa dos lotes contendo peixes a serem estocados. Além disso, é necessário um cuidado maior nas estações de alevinos como medidas de profilaxia.

REFERÊNCIAS

CROOKS, J.A. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. **Oikos**, v. 97, p. 153–166, 2002.

DUGGAN, I.C. The freshwater aquarium trade as a vector for incidental invertebrate fauna. **Biological Invasions**, v. 12, n. 11, p. 3757-3770, 2010.

FACON, B.; POINTIER, J.P.; GLAUBRECHT, M.; POUX, C.; JARNE, P.; DAVID, P. A molecular phylogeography approach to biological invasions of the New World by parthenogenetic Thiarid snails. **Molecular Ecology**, v. 12, n. 11, p. 3027-3039, 2003.

FERNANDEZ, M.A.; THIENGO, S.C.; SIMONE, L.R.L. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. **The Nautilus**, v. 117, n. 3, p. 78-82, 2003.

GALLARDO, B.; CLAVERO, M.; SÁNCHEZ, M.I.; VILÁ, M. Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. **Global change biology**, v. 22, n. 1, p. 151-163, 2016.

GUREVITCH, J., PADILLA, D. K. Are invasive species a major cause of extinctions? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 9, p. 470-474, 2004.

JACOB, J. Cytological studies of Melaniidae (Mollusca) with special reference to parthenogenesis and polyploidy. I. Ontogenesis of the parthenogenetic species of *Melanoides* (Prosobranchia- Gastropoda). **Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, v. 63, p. 341-352, 1957.

ORSI, M.L.; AGOSTINHO, A.A. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 2, p. 557-560, 1999.

VAZ, J.F.; TELES, H.M.S.; CORREA, M.A. Ocorrência no Brasil de *Thiara* (*Melanoides*) *tuberculata* (OF Muller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875) (Trematoda, Platyhelminthes). **Revista de Saúde Pública**, v. 20, n. 4, p. 318-322, 1986.

5.12 COMPARTIMENTALIZAÇÃO DE UM SISTEMA FLUVIAL EM DECORRÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Marco Aurélio Pessotto (1) – Biólogo, Mestre em Ciências Biológicas, doutorando, Universidade Estadual Paulista, Email: pessotto@ibb.unesp.br.

Marcos Gomes Nogueira (2) – Biólogo, Professor/Pesquisador, Universidade Estadual Paulista. Email: nogueira@ibb.unesp.br.

RESUMO

O aumento da demanda por energia de baixo carbono é um dos incentivos à construção de usinas hidrelétricas. Contudo, a mitigação dos impactos ambientais é determinante para a implementação dos empreendimentos. Nesse sentido, uma alternativa é substituir o modelo de usina hidrelétrica (UHE) por pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). Entretanto, pouco se sabe sobre as alterações físicas, químicas e biológicas causadas por esses sistemas de hidrogeração. Esse estudo tem como objetivo avaliar as condições limnológicas e de qualidade de água em três reservatórios de PCHs localizadas no rio Sapucaí-Mirim, SP, bacia do Rio Grande. Seis amostragens, sazonalmente distribuídas, foram realizadas em 10 pontos distintos (zonas de montante, transição e lacustre de cada reservatório). Foram medidos in situ a transparência, profundidade e perfis verticais de temperatura da água, pH, potencial de oxido redução, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos. Simultaneamente foram coletadas amostras de água para análise de nitrogênio e fósforo total. A principal hipótese postulada é de que: os reservatórios, embora de pequeno porte e operando a fio d'água, apresentem uma compartimentalização espacial definida (gradiente montante → barragem). Um conjunto de variáveis analisadas mostra que reservatórios de PCHs, assim como os de UHEs, podem apresentar estrutura espacial complexa, com gradientes marcados na dimensão longitudinal e vertical.

Palavras-Chave: rio Grande. rio Sapucaí-Mirim. PCH

ABSTRACT

The increase in the demand for low carbon energy is one of the incentives for the construction of hydropower plants. However, the mitigation of environmental impacts is determinant for the implementation of the projects. In this sense, an alternative is to replace the model of hydroelectric plant (HPP) by hydroelectric plants (SHPs). However, little is known about the physical, chemical, and biological changes caused by these projects. Thus, this project has as general objective to study the limnological and water quality conditions in reservoirs of three SHPs located in the Sapucaí-Mirim River, SP in the Rio Grande basin. Six samplings, seasonally distributed, were carried out in 10 distinct points (upstream, transition and lacustrine zones of each reservoir). The water quality, pH, oxidation reduction potential, electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen and total dissolved solids were measured in situ. Additionally, water samples were collected for nitrogen and total phosphorus determinations. The main hypothesis postulated is that: the reservoirs, although of small size and run-of-river designed, have a defined spatial compartmentalization (gradient upstream → dam). A set of selected variables show that SHP reservoirs, such as large HPP reservoirs, can exhibit a complex spatial (longitudinal and vertical) organization.

Keywords: Grande River. Sapucaí-Mirim River. SHP

INTRODUÇÃO

No Brasil, existem atualmente 435 PCHs em operação, com uma quantidade de 4.106 kW gerados e mais de 1000 locais inventariados para novas construções (<http://www.aneel.gov.br/> acessado em 18/04/2017).

Considera-se PCH o aproveitamento com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km² (Resolução ANEEL nº 652 de 2003, artigos 3º e 4º).

Embora haja informação consolidada sobre os impactos ambientais de associados a grandes reservatórios de UHEs (ROLLET, 2007), pouco se sabe sobre as alterações causadas por PCHs (MALAVOI, 2003). Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo estudar detalhadamente as características limnológicas e de qualidade da água em três reservatórios de PCHs localizados no rio Sapucaí-Mirim (SP), bacia do Rio Grande (SP/MG).

A hipótese geral a ser testada é de que ocorra uma compartimentalização espacial física e química do sistema (intra-reservatório), conforme padrões recorrentes observados em estudos de grandes reservatórios de UHEs.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do estudo foram selecionados 3 reservatórios de PCHs localizados ao longo do eixo principal do rio Sapucaí-Mirim, localizados nos municípios de São Joaquim da Barra e Guará, SP: Palmeiras, Anhanguera e Retiro. Os reservatórios operam a fio d'água, com baixo tempo de retenção hidráulica (~2 dias), (**Figura 1**).

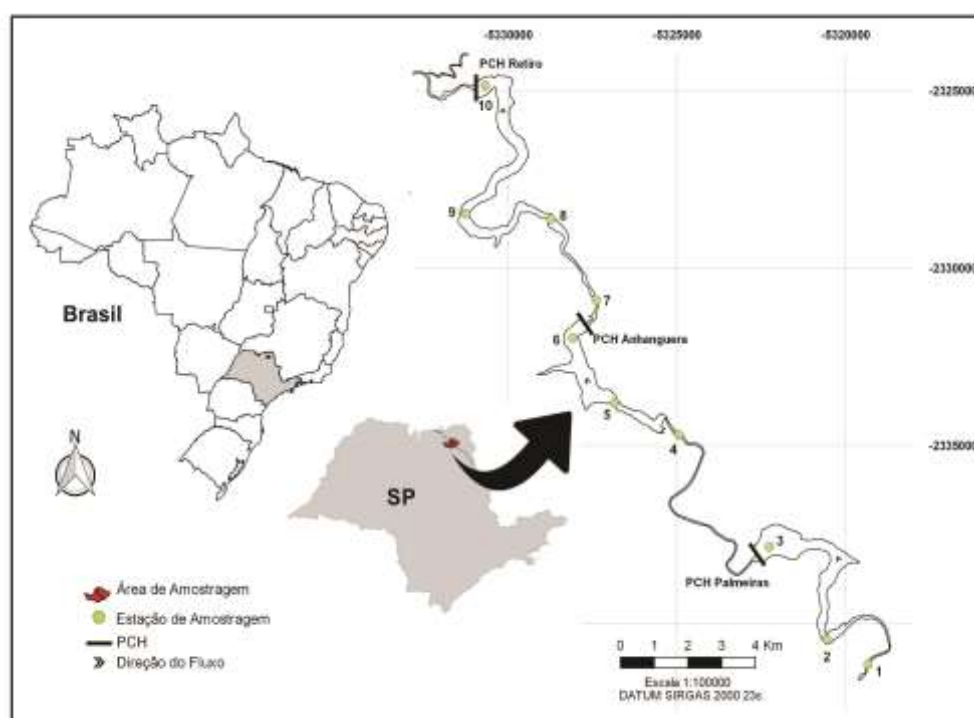


Figura 1. Destaque da bacia do rio Sapucaí-Mirim em seu trecho de amostragem e localização dos pontos amostrais, coordenadas UTM, do presente estudo.

As amostragens foram realizadas nas zonas de barragem, transição e montante, nos períodos seco e chuvoso de **2014: junho e dezembro**, respectivamente, e em quatro períodos distintos do ano de **2015: março**, (outono);

junho (inverno-seco); **setembro** (primavera) e **dezembro** (verão-chuvoso). As medidas físicas e químicas da água foram obtidas com uma sonda multiparâmetros HORIBA modelo U-52. Foram amostrados perfis completos da coluna de água, para a temperatura (°C), pH, potencial de oxido redução (mV), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), sólidos totais dissolvidos (g L^{-1}) e turbidez (NTU). Em cada local foram medidas a profundidade (m) (sonar Speedtech) e a transparência da água (m) (disco de Secchi). Simultaneamente, foram coletadas amostras de água (garrafa de Van Dorn), para análise em laboratório da concentração de nutrientes – nitrogênio total e fósforo total. Para fins de apresentação foram selecionados alguns resultados que melhor indicam a variabilidade espaço-temporal do sistema estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável transparência da água apresentou uma tendência clara de aumento longitudinal em todos os períodos analisados, tanto intra-reservatório (montante $\rightarrow$ barragem), como ao longo do sistema em cascata (inter-reservatórios). Valores mais elevados foram medidos nas zonas de barragem, em torno de 2m, no período seco (junho/2014). Por sua vez, os menores valores, 10 a 20 cm, ocorreram nos compartimentos de montante dos reservatórios de Palmeiras (março e junho de 2015) e Anhanguera (março/2015). Entre os reservatórios há uma tendência de aumento da transparência em direção àquele localizado mais a jusante (Retiro).

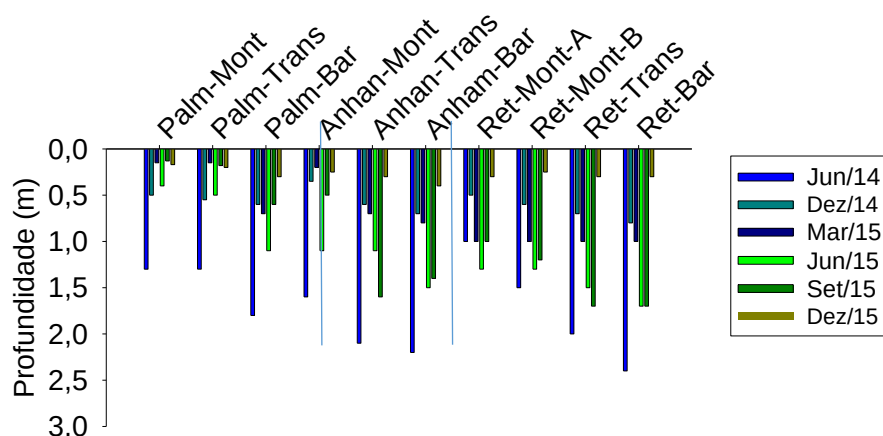


Figura 2.Variação da transparência da água durante os períodos de amostragem. Linha azul, separando as PCH's.

Para a temperatura também se observa um gradiente de aumento longitudinal (intra e inter-reservatórios) para todos os meses estudados (Figura 3A). Na dimensão vertical (Figura 3 B) prevalecem condições homogêneas (mistura completa) nas zonas de montante dos reservatórios, enquanto que no compartimento lacustre, próximo das barragens, á uma tendência de estratificação térmica.

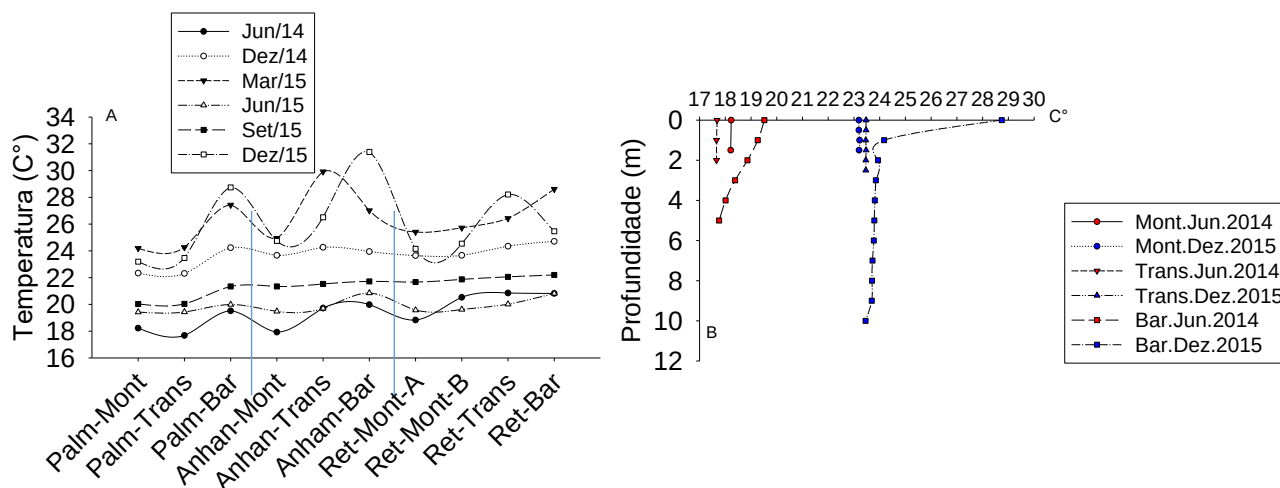


Figura 3.Variação da temperatura, camada superficial (A) e perfil da temperatura (B) durante os períodos de amostragem. Linha azul separando as PCH's.

A turbidez apresentou um padrão inverso, com maiores valores para a PCH Palmeiras durante os períodos de março e setembro de 2015. Nesse reservatório o gradiente decrescente montante barragem também ficou evidente. Para os restantes dos barramentos não observa-se padrão evidente. Por ser o primeiro reservatório da cascata há uma maior retenção de partículas na PCH Palmeiras.

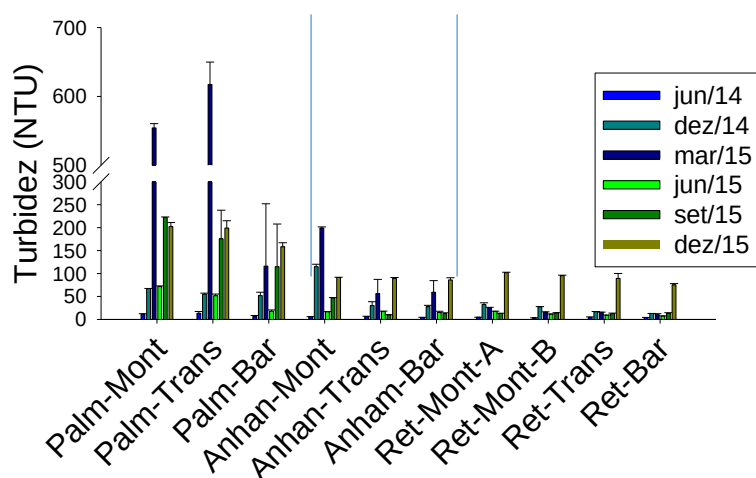


Figura 4.Variação da turbidez, média e desvio padrão, durante os períodos de amostragem. Linha azul, separando as PCH's.

Em relação às concentrações de nutrientes, um gradiente decrescente intra-reservatório (montante→barragem) e inter-reservatórios, assim como para a turbidez, ficou evidente para o fósforo (Figura 5 B), mas não para o nitrogênio (Figura 5 A).

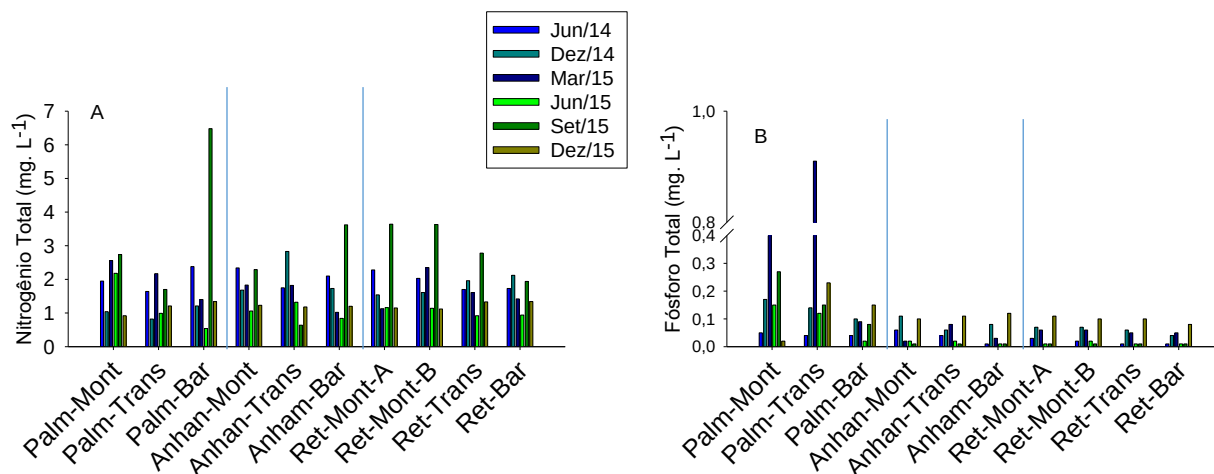


Figura 5.Variação de nitrogênio total (A) e fósforo total (B), durante os períodos de amostragem. Linha azul separando as PCH's.

A compartimentalização espacial física e química em reservatórios de grande porte, tanto na escala longitudinal (horizontal), como vertical tem sido bem documentada em estudos de reservatórios de grande porte (THORNTON, 1990; STRAŠKRABA et al., 1993). Tal padrão de organização espacial, que pode se alterar temporalmente (NOGUEIRA et al., 1999), agrega complexidade aos processos ecológicos que ocorrem nesses ecossistemas, tais como transporte e deposição de sedimento (HENRY and MARICATTO, 1996) e alterações nos ciclos geoquímicos locais (TRUFFER et al., 2003).

CONCLUSÃO

Apesar de haver poucos estudos ecológicos em reservatórios de PCHs, esse trabalho mostra que em tais ambientes pode ocorrer uma compartimentalização espacial bem definida. Tal organização tem implicações tanto na estrutura (dimensões longitudinal e vertical) como processos funcionais dos trechos de rio que foram represados.

REFERÊNCIAS

- HENRY, R.; MARICATO, F. E. Sedimentation rates of tripton in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). **Limnologica**, p. 15-25, 1996.
- MALAVOI, Jean-René; PARIS, P. Stratégie d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivière. **Orléans, Agence de l'eau Loire-Bretagne**, 2003.
- NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; MARICATTO, F. E. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim reservoir, São Paulo, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research & Management**, v. 4, n. 3-4, p. 107-120, 1999.
- ROLLET, Anne-Julia. **Etude et gestion de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial à l'aval d'un barrage: le cas de la basse vallée de l'Ain**. 2007. Tese de Doutorado. Université Jean Moulin-Lyon III.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In: **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Springer Netherlands, 1993. p. 213-288.

THORNTON, Kent W.; KIMMEL, Bruce L.; PAYNE, Forrest E. **Reservoir limnology: ecological perspectives**. John Wiley & Sons, 1990.

TRUFFER, Bernhard et al. Green Hydropower: The contribution of aquatic science research to the promotion of sustainable electricity. **Aquatic Sciences**, v. 65, n. 2, p. 99-110, 2003.

5.13 INTERCEPTAÇÃO PELAS COPAS E PRECIPITAÇÃO INTERNA EM *PINUS halepensis* COM “INPUT” DE ÁGUA EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS ALBACETE - ESPANHA

Valdemir Antonio Rodrigues¹, Manuel Esteban Lucas-Borja², Francisco Antonio Garcia Morote² José Maria Tarjuelo², Antonio Ruiz Canales³

¹ Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) Botucatu – São Paulo – Brasil. E-mail: valdemirrodriques@fca.unesp.br

² Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), Albacete, Espanha.

³ Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), Orihuela, Espanha.

RESUMO

Os objetivos do trabalho foram avaliar a precipitação, interceptação pelas copas, a precipitação efetiva e ilhas de biodiversidade. A pesquisa foi realizada em um bosque de *Pinus halepensis* Mill. Localizado no Centro Regional de Estudos de Água (CREA) da (UCLM) em Albacete, Espanha. Na primeira fase, a precipitação média anual de 329,2 mm, com precipitação efetiva de 70% e interceptação pelas copas de 30%. Na segunda fase, foram analisadas árvores de diâmetro fino, médio e grosso, com (CAP) de 43cm, 73cm e 112cm, área basal (AB/ha) de 16,4 m², 26,8m², 39,8m², e precipitação baixa de 3,0mm, sendo que a interceptação observada foi de 36%, 52,3%, 70,7%. Com precipitação de 36mm, as interceptações foram de 13,1%, 10,4% e 6,4% da precipitação. Na terceira fase a proposta foi aumentar a biodiversidade e a água retida no sistema, em reflorestamentos homogêneos, com poda e desbaste seletivo de árvores inferiores, e implantação de ilhas de biodiversidade, com a finalidade de aumentar a precipitação interna no bosque, a infiltração e melhorar o desenvolvimento das árvores remanescentes com maior disponibilidade de água. Com uma redução de 25% da copa, a interceptação e a evapotranspiração diminuíram e houve um incremento de 15,3% e 30% em água de precipitação interna, respectivamente quando ocorreram precipitações de 5,1 e 3,0mm, o que pode contribuir para aumentar a água no perfil do solo, as reservas de águas subterrâneas e a disponibilidade de água nas nascentes.

Palavras-chave: água, precipitação interna, interceptação pelas copas, floresta de Pinus, poda, ilhas de biodiversidade.

ABSTRACT

The objectives were to evaluate the canopy rainfall interception, the effective rainfall. The research was conducted in a grove of *Pinus halepensis* Mill. This was located in the Regional Centre of Water Research (CREA) of UCLM, in Albacete (Spain). During the first phase, an average annual rainfall of 329.2 mm, the effective rainfall was 70% and the canopy rainfall interception was 30%. In the second stage, three diametrical classes were established: thin, medium and thick. One of the measures of these classes was the (CAP): 43, 73 and 112 cm. Other measures were the basal area (AB/ha): 16.4, 26.8 and 39.8 m². A low rainfall of 3.0 mm produced an interception of 36, 52.3 and 70.7%, respectively. A high rainfall of 36 mm decreased significantly the canopy rainfall interception, with values of 13.1, 10.4 and 6.4% of the precipitation. Moreover, an important decrease of canopy rainfall interception was done while the basal area (AB/ha) was increasing. During the third stage, the proposal was to increase the biodiversity and the amount of water in the system in homogeneous reforestation with pruning and thinning, the selection of lower trees and the establishment of biodiversity islands. This proposal had to be adopted in order to increase inner rainfall in the forest and infiltration. This can improve the

development of the remaining trees because of the greater availability of water. With the reduction of the canopy in a 25% is decreasing the interception and evapotranspiration. This reduction can increase the inner rainfall in a 15.3% and 30% respectively with a rainfall of 5.1 mm and 3.0mm. However, there will be a better water availability in the soil profile, the groundwater and the springs.

Key words: water, inner rainfall, canopy rainfall interception, pine tree forest, pruning, biodiversity islands.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre interceptação da precipitação em povoamentos florestais tem uma importância fundamental na compreensão do papel das árvores nos processos hidrológicos e do balanço-hídrico e sua aplicação no manejo florestal (RODRIGUES et al, 2016).

O tratamento silvicultural através da poda e desbaste seletivo em florestas homogêneas, quando realizados adequadamente pode aumentar a quantidade de água pela precipitação interna e diminuir o consumo pela evapotranspiração. Com a redução da área espacial de biomassa por hectare, individual entre copas, haverá um incremento de água das precipitações internas e, melhora a disponibilidade de água no solo e nas nascentes. Alternativas que devem ser recomendadas para as regiões semiáridas do Brasil, Espanha e outras regiões africanas com baixa precipitação (RODRIGUES, 2016).

A interceptação da chuva pelas copas é obtida pela diferença entre as precipitações total a céu aberto e efetiva que atinge o piso florestal (HERWITZ; SLYE, 1995), sendo caracterizada pela dimensão da chuva, em termos de intensidade e tipo, e pela arquitetura da copa, importante na proteção dos solos contra o impacto direto das gotas (XIAO et al., 2000).

Em floresta de *Pinus sylvestris* var. *mongolica* no nordeste da China (LI et al. 2015) observaram que 71,42%, 5,7%, 22,08% da precipitação respectivamente, foram de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas. (ZHANG et al. 2015) em estudos com arbustos xerófitas utilizados na re-vegetação de áreas áridas de deserto, noroeste da China, observaram que 74,31%, 8,99% e 16,70% da precipitação bruta incidente, respectivamente, foram de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas.

Os objetivos do trabalho foram avaliar a precipitação, interceptação pelas copas, a precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva no solo e implantar ilhas de biodiversidade. Em um bosque de *Pinus halepensis* Mill, em Albacete, Espanha.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa com o manejo do bosque de *Pinus halepensis* de 32 anos de idade, situado no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha, em Albacete – Espanha. Os dados foram coletados e avaliados em três fases: 1ª Interceptação pelas copas em um ano hídrico; 2ª foram analisadas árvores de diâmetro fino, médio e grosso, respectivamente, com circunferências a altura do peito (CAP) de 43cm, 73cm e 112cm, área basal (AB/ha). 3ª A implantação de ilhas de biodiversidade para aumentar a diversidade biológica de reflorestamento homogêneo e tratamentos silviculturais realizados em seis árvores e avaliar as precipitações. Foram instalados 104 pluviômetros sob dossel das árvores com e sem tratamento de poda das copas. Com uma redução de 25% da copa das árvores.

A estimativa da interceptação (I_c) das chuvas pelas copas das árvores foi calculada utilizando as médias das precipitações (P) e efetivas (PE) através da equação: $I_c = P - PE$ em (mm). As medições da água das chuvas foram registradas de outubro de 2014 a fevereiro de 2017, totalizando 100 coletas. Os dados de precipitação total (P), precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (PE) e interceptação pela copa (I_c). A ilha de biodiversidade com enriquecimento da floresta homogênea com as espécies: *Alyssum serpyllifolium* (Cruciferae), *Genista scorpius* e, *Teline patens* (Leguminosae), *Thymis membranacoy* e, *Salvia lavandulifolia* (Labiteae), *Cistus albidus* (Cistaceae), *Lonicera pyrenaica* (Caprifoliaceae), *Buxus sempervirens* (Buxaceae). A conservação de um banco de germoplasma de espécies nativas em risco de extinção. Conservação de ervas medicinais e aromáticas. Atração e abrigo da avifauna, micro e macro fauna do solo. Garantir a diversidade genética, de espécies, a dinâmica ecológica, cênica e ambiental. Incrementar os serviços ambientais.

RESULTADOS

Na primeira fase, os processos hidrológicos florestais do ano hídrico apresentaram precipitação média anual de 329,2 mm, com precipitação efetiva de 70% e interceptação pelas copas de 30%. Na 2ª, foram analisadas árvores de diâmetro fino, médio e grosso, respectivamente, com circunferências a altura do peito (CAP) de 43cm, 73cm e 112cm, área basal (AB/ha) de 16,4 m², 26,8m², 39,8m², e precipitação baixa de 3,0mm, sendo que a interceptação observada foi de 36%, 52,3%, 70,7%. Com precipitação de 36mm, as interceptações foram, respectivamente, de 13,1%, 10,4% e 6,4% da precipitação. Na 3ª Com a Poda e redução de 25% da copa, a interceptação e a evapotranspiração diminuíram e houve um incremento de 15,3% e 30% em água de precipitação interna, respectivamente quando ocorreram precipitações de 5,1 e 3,0mm, o que pode contribuir para aumentar a água no perfil do solo, as reservas de águas subterrâneas e a disponibilidade de água nas nascentes. A implantação in situ das ilhas de biodiversidade teve a função de garantir um banco de germoplasma de espécies e outras em risco de extinção, aumentar a biodiversidade e a água retida no sistema, as bases da metodologia a ser adotada em reflorestamentos homogêneos, com poda e desbaste seletivo de árvores inferiores, e implantação de ilhas de biodiversidade, com a finalidade de aumentar a precipitação interna no bosque, a infiltração e melhorar o desenvolvimento das árvores com maior disponibilidade de água.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que existe uma alta correlação entre a precipitação total (variável independente) e as variáveis dependentes, tais como: precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e, quanto menor a intensidade das chuvas maior é a interceptação pelas copas.

Entre os componentes do processo hidrológico em estudo, o escoamento pelo tronco das árvores foi considerado pequeno, porém importante, pois a água é direcionada para o sistema radicular do indivíduo, principalmente quando as chuvas diminuem de intensidade e frequência em regiões semi-áridas.

A cobertura do solo pelas acículas aliada a baixa precipitação favoreceram a maior infiltração, menor perda de solo e não ocorreu erosão hídrica. Já com alta lâmina de precipitação ocorreu diminuição da interceptação e aumento da precipitação efetiva, escoamento de sedimentos e baixa perda de solo.

A ilha enriquece a diversidade de espécies no reflorestamento, promove a dinâmica ecológica espacial, gênica e ambiental com efeitos positivos dos serviços ambientais da diversidade da vegetação sobre as mudanças microclimáticas contribuindo com a minimização do câmbio climático.

REFERÊNCIAS

HERWITZ, S. R., SLYE, R. E. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.168, p.205-26, 1995.

LI, Y.; CAI, T.J.; MAN, X.L.; SHENG, H.C.; JU, C.Y. Canopy interception loss in a *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest of Northeast China. *Journal of Arid Land*. 7(6): p.831–840. 2015.

RODRIGUES, A.V.; LUCAS-BORJA, M.E.; TARJUELO, J.M.; RUIZ-CANALES. Interceptação da precipitação pelas copas em *Pinus halepensis* Mill - Albacete – Espanha. *Irriga, Botucatu*, v. 21, n. 4, p. 736-749, 2016.

RODRIGUES, A.V. Processos hidrológicos e sustentabilidade da água em microbacias com *Pinus halepensis* Mill. Relatório Científico de Pós-Doutorado – Universidad de Castilla- La Mancha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Albacete – Espanha. 112p. 2016.

XIAO, Q.; McPHERSON, E.G.; USTIN, S.L.; GRISMER, M.E.; SIMPSON, J.R. Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. *Hydrological Processes*, Davis, v.14, p.763-784, June 2000.

ZHANG, Y.F.; WANG, X.P.; HU, R.; PAN, Y.X.; PARADELOC, M. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss by two xerophytic shrubs within a rain-fed re-vegetated desert ecosystem, northwestern China. *Journal of Hydrology*. V.527, p.1084-1095. 2015.

5.14 O USO DA MORINGA OLIFERA COMO AGENTE PURIFICADOR DE ÁGUA

Eduardo Borges de Oliveira Neto estudante IFTM- Câmpus Uberaba/MG bolsista FAPEMIG eduardoborges10@live.com, *Vera Lucia Abdala* professora IFTM- Câmpus Uberaba/ MG Dra. Engenharia Agrônômica vlabdala@iftm.edu.br, *Jéssica Alves de Menezes* estudante IFTM- Câmpus Uberaba/MG bolsista Institucional jmenezes418@gmail.com, *Rafaela da Silva Pereira* estudante IFTM- Uberaba/MG bolsista CNPQ rafaelasilvap@outlook.com, *Berenice de Paula Amaral* mestrandia IFTM- Câmpus Uberaba/MG Berenice@iftm.edu.br.

RESUMO

A água é um recurso renovável e foi considerada ilimitada no que se refere a sua potabilidade. Há tempos, o homem, de acordo com suas necessidades utiliza de recursos para purificá-la, fazendo com que possamos recuperá-la. Há evidências descritas que o sulfato de Alumínio é o coagulante químico mais utilizado no Brasil para o tratamento de água de abastecimento público. Isso pelo fato da sua eficiência e baixo custo, mas por não ser biodegradável, traz prejuízos à saúde. O foco da pesquisa foi avaliar a atividade coagulante da semente de *Moringa Oleifera* no tratamento de águas do Córrego da Saudade, Uberaba, MG. O projeto foi desenvolvido na sub-bacia do córrego da Saudade, localizada ao Distrito Industrial I, entre os bairros Dom Eduardo, Grande Horizonte e Jardim Uberaba. Realizou-se o mapeamento e caracterização da área com a utilização de imagens de satélites e com o auxílio do IDRISI Selva. Foram realizadas três coletas simples em datas distintas e sempre no mesmo ponto. Após a coleta esta foi homogeneizada, devidamente fracionada e armazenada. Foram utilizadas as sementes de *Moringa oleifera*, para a obtenção do pó das sementes e extrato aquoso; os quais foram preparados em laboratório. Quanto maior a turbidez da água bruta a ser tratada maior também deve ser a concentração do coagulante empregado, seja para a remoção de partículas sólidas por sedimentação quanto por filtração lenta. Obtiveram-se reduções médias da turbidez e da cor aparente, de 90 e 96% nos processos de sedimentação simples e filtração lenta.

Palavras-chave: Agente coagulante. Recurso hídrico. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Water is a renewable resource and was considered unlimited with regard to its potability. For some time, man according to his needs uses resources to purify it, so that we can recover it. There is evidence that aluminum sulphate is the most used chemical coagulant in Brazil for the treatment of public water supply. This is due to the fact that its efficiency and low cost, but not being biodegradable, brings health damages. The aim of the research was to evaluate the coagulant activity of *Moringa Oleifera* seed in the treatment of the Córrego da Saudade, Uberaba, MG. The project was developed in the stream sub-basin of Saudade, located at Industrial District I, between the districts Dom Eduardo, Grande Horizonte and Jardim Uberaba. Mapping and characterization of the area were carried out using satellite images and with the help of IDRISI Selva. Three simple collections were performed on different dates and always at the same point. After collection it was homogenized, duly fractionated and stored. The seeds of *Moringa oleifera* were used to obtain seed powder and aqueous extract; Which were prepared in the laboratory. The higher the turbidity of the raw water to be treated, the greater the concentration of coagulant used, either for the removal of solid particles by sedimentation or by slow filtration. Average reductions of

turbidity and apparent color were obtained, of 90 and 96% in the processes of simple sedimentation and slow filtration.

Key words: Coagulant agent. Water resource. Sustainability.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso limitado, dotado de valor econômico e renovável. Quando tratada por processos químicos ou naturais se torna limpa e segura, a água de resuo pode ser recuperada e utilizada para inúmeros fins benéficos a sociedade.

A água é um recurso renovável. Quando reciclada por meio de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro, portanto, uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos. (BRAGA et al., 2004). O sulfato de Alumínio destaca-se como o coagulante químico mais usado no Brasil para o tratamento de água de abastecimento público devido à boa eficiência e ao baixo custo (Okuda et al., 1999), por não ser biodegradável, seu acúmulo acaba trazendo prejuízo à saúde. Estudos menos agressivos ao meio ambiente têm mostrado a eficiência das sementes de *Moringa oleifera* (MO), atuando como coagulante de compostos em suspensão, responsáveis por cor e turbidez, e como adsorvente de hidrocarbonetos. O fato de ser um coagulante natural lhe confere um caráter inofensivo, sem riscos à saúde, não tóxico e biodegradável; gera um lodo orgânico, fácil de tratar e que pode ser disposto em um aterro sanitário comum (NDABIGENGESERE et al., 1995; OKUDA et al., 2001; AKHTAR et al., 2007). O foco da pesquisa foi o de avaliar a atividade coagulante da semente da *Moringa Oleifera* no tratamento de águas do Córrego da Saudade, Uberaba, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na sub-bacia do córrego da Saudade, localizada próximo ao Distrito Industrial I e entre os bairros Dom Eduardo, Grande Horizonte e Jardim Uberaba. Realizou-se o mapeamento e caracterização da área em estudo com a utilização de imagens de satélites e com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica – IDRISI Selva, objetivando obter informações referentes ao uso e ocupação do solo, informações sobre as redes de drenagem, avaliação das Áreas de Preservação Permanente com base nas legislações ambientais vigentes no âmbito municipal e estadual, identificação das áreas com início e risco de erosão. Para a análise da ação coagulante da semente de MO sobre a água proveniente do Córrego da Saudade, foram realizadas três coletas simples em datas distintas e sempre no mesmo ponto. Após a coleta esta foi homogeneizada, devidamente fracionada e armazenada. Foram utilizadas as sementes de *Moringa oleifera* provenientes da região de Uberaba-MG, para a obtenção do pó das sementes e extrato aquoso; os quais foram reparados nos laboratórios do IFTM. Foram encontradas as condições ótimas no Jar Test, e procedeu-se à determinação de vários parâmetros de qualidade da água, quer em estado bruto, quer após o ensaio de coagulação-floculação.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Sendo assim, foi perceptível de que a forma de tratamento com sementes de *Moringa oleifera* influi nos valores dos parâmetros analisados, e determinar assim a viabilidade do processo de purificação.

Quanto maior a turbidez da água bruta a ser tratada maior também deve ser a concentração do coagulante empregado, seja para a remoção de partículas sólidas por sedimentação quanto por filtração lenta.

Obtiveram-se reduções médias da turbidez e da cor aparente, de 90 e 96% nos processos de sedimentação simples e filtração lenta, respectivamente. Floculadores granulares de pedregulho se mostraram eficientes para promover a formação de flocos com partículas sólidas em suspensão na água, coaguladas com solução coagulante obtida de sementes de *Moringa oleífera*.

CONCLUSÃO

Sendo assim, foi perceptível de que a forma de tratamento com a semente de *Moringa oleífera* influi nos valores dos parâmetros analisados, e determinar assim a viabilidade do processo de purificação. A solução coagulante obtida das sementes de *Moringa oleífera* é eficiente para tratar águas com turbidez variando de 50 até 100 NTU.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, M.; MOOSA HASANY, S.; BHANGER, M. I.; SHAHID IQBAL, Sorption potential of *Moringa oleífera* pods for the removal of organic pollutants from aqueous solutions, **Journal Hazardous Materials**, v. 141, n. 3, p. 546-556, 2007.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S., **Introdução à Engenharia Ambiental**, Pearson – Prentice Hall, São Paulo, 2004.

NDABIGENGESERE, A; NARASIAH, K. S.; TALBOT, B. G. Active agents and mechanism of coagulation of the turbid water using *Moringa oleífera*. **Water Research**, v. 29, n. 2, p. 703-710, 1995.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M., **Coagulation Mechanism of Salt Solution-Extracted Active Component in *Moringa oleífera* Seeds**, **Water Research**, v. 35, n. 3, 830-834, February 2001.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M., **Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleífera* seed**, **Wat. Res.**, v. 33, n. 15, p. 3373-3378, 1999.

5.15 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS NA GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS

*Jozrael Henriques REZENDE, Fatec Jahu, jozrael.rezende@fatec.sp.gov.br
Melissa Valiente DE LUCA, Fatec Jahu, mel_luca@hotmail.com*

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo utilizar um protocolo de avaliação rápida, visando a classificação dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires em Jaú/SP, que tem 15,45 km² de área total, sendo 79,6% de sua área em perímetro urbano. Foram propostas as seguintes classes de estado para os trechos dos cursos d'água: natural, seminatural, alterado, muito alterado, impactado, muito impactado e degradado. Os resultados obtidos com o protocolo utilizado mostraram-se úteis nos processos de tomada de decisão para a gestão ambiental urbana.

Palavras-chaves: avaliação ambiental, cursos d'água, classificação.

ABSTRACT

The objective of this paper was to use a rapid assessment protocol for the classification of the watercourses of the Pires Stream Watershed in Jaú/SP, which has 15,45 km² of total area, 79.6% of which its área is in urban perimeter. The following state classes were proposed for the stretches of water courses: natural, semi-natural, altered, highly altered, impacted, highly impacted and degraded. The results obtained with the protocol used proved to be useful in decision-making processes for urban environmental management.

Keywords: environmental assessment, water courses, classification.

INTRODUÇÃO

A solução dos problemas socioambientais oriundos da má gestão dos recursos hídricos, da drenagem urbana e do saneamento passa, inicialmente, pelo desenvolvimento e utilização de metodologias adequadas para diagnosticar o estado do ambiente. Radtke (2015) descrevem em seus trabalhos a dificuldade de pesquisadores na obtenção de dados da qualidade ambiental e da situação dos cursos d'água, devido a ausência de monitoramento. Fica evidente a necessidade de uso de uma ferramenta eficiente, eficaz, confiável e de baixo custo para o monitoramento dos recursos hídricos, auxiliando na sua gestão (FARIA et al., 2013).

Neste contexto surgiram os protocolos de avaliação rápida (PAR), que avaliam qualitativamente os cursos d'água superficiais, realizando uma análise macroscópica integrada do ecossistema, de maneira simples, fácil, rápida e com baixo custo (BIZZO et al., 2014; MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; RODRIGUES; CASTRO, 2008; VARGAS; FERREIRA JUNIOR, 2012; CARVALHO et al., 2014; OLIVEIRA; NUNES, 2015). Vargas; Ferreira Junior (2012) ressaltam que além de ser uma ferramenta importante para o monitoramento ambiental, os PARs auxiliam nas tomadas de decisões relacionadas aos problemas identificados durante a avaliação e até mesmo na priorização das intervenções.

Krupek (2010), Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) citam os PARs como ferramentas de monitoramento e gestão ambiental, essenciais aos órgãos gestores dos recursos naturais.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo propor uma nova classificação para o enquadramento dos trechos de curso d'água da bacia, ampliando o número de classes propostas por Callisto et al. (2002) de três para sete, permitindo uma melhor distinção entre os trechos a fim de caracterizar seus níveis de preservação ou de degradação; e colaborar na valorização dos PARs como ferramentas de monitoramento e gestão ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Para validar a proposta de recategorização o PAR foi aplicado Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires em Jaú/SP. Esta bacia possui 15,45 km² de área total, sendo 79,6% de sua área em perímetro urbano. Sua rede hídrica soma 7,44 km. (Figura 1).

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires, Município de Jaú/SP.



A análise dos trechos de rios a avaliação foi realizada de acordo com o protocolo proposto por Callisto et al. (2002), composto por duas planilhas. Este PAR é uma adaptação de outros dois protocolos. A primeira planilha é originária do protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (USEPA, 1987), onde são avaliadas características dos trechos da bacia e os níveis de impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas. A segunda planilha do protocolo proposto por Callisto et al. (2002) foi adaptada do protocolo utilizado por Hannaford et al. (1997) e procura avaliar as condições de habitats e nível de conservação em relação às condições naturais.

A pontuação final do protocolo proposto por Callisto et al. (2002) é dada pela somatória das pontuações das duas planilhas de avaliação. A pontuação de cada planilha, por sua vez, é obtida pela somatória do valor atribuído a cada parâmetro na avaliação de campo. O resultado final indica o grau de preservação ou de

degradação da área. Segundo o protocolo de Callisto et al. (2002) os trechos podem ser classificados como “impactado” (abaixo de 40 pontos), “alterado” (entre 41 e 60 pontos) e “natural” (acima de 61 pontos).

As categorias propostas foram: “natural” (de 85 a 110 pontos); “seminatural” (de 61 a 84 pontos); “alterado” (de 51 a 60 pontos); “muito alterado” (de 41 a 50 pontos); “impactado” (de 31 a 40 pontos); “muito impactado” (de 21 a 30 pontos) e “degradado” (de 0 a 20 pontos). A Tabela 1 apresenta a comparação das categorias de estado dos trechos de cursos d’água definidos por Callisto et al. (2002) e o proposto pelo presente trabalho.

Tabela 1. Comparação das categorias de estado dos trechos de cursos d’água

PROPOSTA		CALLISTO et al. (2002)	
Pontuação	Classificações		Pontuação
85 a 100	Natural	Natural	>61
61 a 84	Seminatural		
51 a 60	Alterado	Alterado	41 a 60
41 a 50	Muito alterado		
31 a 40	Impactado	Impactado	0 a 40
21 a 30	Muito impactado		
0 a 20	Degradado		

A condição de referência utilizada para classificar um trecho como “natural” foi a de um trecho de rio bem preservado, sem nenhuma ação antrópica, com mata ciliar em bom estado e com presença de regenerantes, margens conservadas e sem indícios de processos erosivos, sem acesso de animais domésticos, lançamento de efluentes e águas pluviais e livre de resíduos sólidos.

Para classificar um trecho como “degradado”, o pior grau estipulado, foi utilizado como referência um trecho de rio retificado ou canalizado, sem mata ciliar ou parques lineares, com a área de preservação ocupada por vias e/ou edificações, margens erodidas, com lançamento de efluentes sem tratamento e de águas pluviais sem amortecimento, com disposição de resíduos sólidos em quantidade, sendo denominado no linguajar popular “esgoto a céu aberto”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A somatória da extensão dos trechos avaliados foi de 4,91 km de cursos d’água (Figura 2). A comparação entre as classificações de cada trecho de curso d’água de acordo com as duas propostas de classificação pode ser observada na Tabela 2.

Figura 2. Localização dos trechos avaliados (T1.1, T1.2, T1.3, T2.1, T2.2, T2.3, T3.1, T4, T5, T6, T7 e T8) e das nascentes (N1, N2, N3A, N3B e N4)

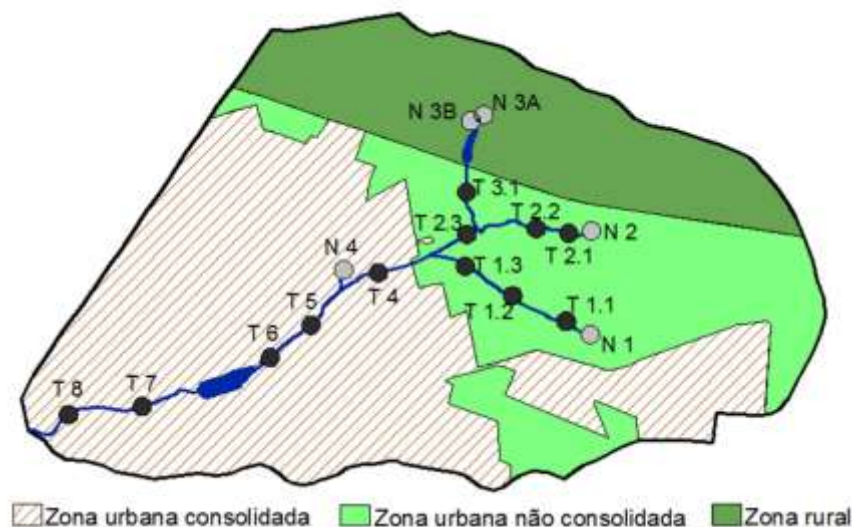


Tabela 2. Comparação das classificações dos trechos avaliados de acordo com as propostas de Callisto *et al.* (2002) e do trabalho.

Trechos	Pontuação	Classificação Callisto <i>et al.</i> (2002)	Classificação PROPOSTA
1.1	40	Impactado	Impactado
1.2	40	Impactado	Impactado
1.3	38	Impactado	Impactado
2.1	85	Natural	Natural
2.2	73	Natural	Seminatural
2.3	67	Natural	Seminatural
3.1	52	Alterado	Alterado
4	48	Alterado	Muito alterado
5	41	Alterado	Muito alterado
6	60	Alterado	Alterado
7	34	Impactado	Impactado
8	40	Impactado	Impactado

O modelo de classificação proposto no presente trabalho possibilitou a classificação de trechos com características distintas em diferentes categorias. Por exemplo, os trechos 2.1, 2.2 e 2.3, segundo a classificação proposta por Callisto *et al.* (2002), estariam enquadrados na mesma categoria (“natural”). Já de acordo com a nova classificação foi possível destacar o melhor estado de conservação encontrado no trecho 2.1, classificado como “natural”, enquanto os trechos 2.2 e 2.3 foram classificados como “seminaturais”, permitindo uma classificação mais fiel a realidade encontrada no córrego.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A categorização proposta pelo trabalho permitiu classificar o estado de cada trecho, enquadrando na mesma categoria apenas os trechos em situações semelhantes. As situações encontradas e a classificação quanto aos impactos ambientais macroscópicos nas nascentes e em cada trecho dos cursos d’água permitiram o diagnóstico da situação atual de toda a extensão da rede de drenagem

da bacia. Estas informações são fundamentais para o planejamento das ações a serem efetivadas, visando a melhoria da qualidade ambiental da bacia e a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas fluviais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasileira**, v.14, n.1, p.91-98, 2002.

CARVALHO, E. M.; RUSSO, M. G.; NAKAGAKI, J. M. Utilização de um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Ambientes Lóticos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.5, n.1, p.129-139, 2014.

FARIA, K. R. M.; GONÇALVES, R. C.; FALEIRO, M. V.; FALEIRO, J. H.; MALAFAIA, G. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios na Caracterização da Qualidade Ambiental do Ribeirão Laranjal, Pires do Rio/GO. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.247-261, 2013.

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v.4, p.853-860, 1997.

KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, v.6, n.1, p.147-158, 2010.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente / Health and Environmental Journal**, v.7, n.1, p.39-47. 2006.

OLIVEIRA, F. M.; NUNES, T. S. Aplicação de protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental do manancial de captação (Rio Pequeno) do município de Linhares, ES. **Natureza online**, v.13, n.2, p.86-91, 2015.

RADTKE, L. **Protocolos de Avaliação Rápida**: Uma ferramenta de avaliação participativa de cursos d'água urbanos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. **Acta Limnol. Bras.**, v.20, n.4, p.291-303, 2008.

USEPA - U.S. Environmental Protection Agency. **Surface water monitoring: A framework for change**. Washington. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation, 1987.

VARGAS, J. F. A.; FERREIRA JUNIOR. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio/ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.17, n.1, 2012, p.161-168, 2012.

5.16 ESTUDO DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA, CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO CÓRREGO MATIRUMBIDE EM JUIZ DE FORA- MG.

Mariana Batista Oliveira – Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: .batistaoliveiram@gmail.com

Amanda Sousa - Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: .amanda.sousa@engenharia.uff.br

Gabriel Fonseca, Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: .gabriel.fonseca@engenharia.uff.br

João Frederico Jácome, Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: .joao.frederico@engenharia.uff.br

Celso Bandeira de Melo Ribeiro – Doutor em Recursos Hídricos, Professor na Universidade Federal de Juiz de Fora, Email: .amanda.sousa@engenharia.uff.br

RESUMO

Bacias hidrográficas são consideradas como unidades de gestão dos recursos hídricos. Além de auxiliar no entendimento da dinâmica ambiental local e regional, o conhecimento das características morfométricas e hidrológicas de uma bacia geram dados que podem ser utilizados para previsão de cenários futuros, fazendo com que medidas preventivas possam ser adotadas para que não ocorram situações extremas, como escassez hídrica. Dados de vazões mínimas de referência vêm auxiliando os governos a controlarem a disponibilidade hídrica para outorga, na tentativa de garantir que as condições mínimas para a manutenção da vida nos mananciais sejam atendidas. O estudo conjunto entre vazões de referência e características morfológicas da bacia pode fornecer informações muito mais completas e reais do que o estudo individual dessas variáveis. O objetivo central do presente estudo é fazer caracterização morfométrica da Bacia do Córrego Matirumbide, na cidade de Juiz de Fora – MG, a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE), e obter os valores das vazões específicas, abrangendo características geométricas, do relevo e da rede de drenagem. A análise dos resultados dos parâmetros morfológicos indica que a bacia possui alta tendência a enchentes, e os valores encontrados para as vazões Q90, Q95, Qmlt, e Q7,10 foram, respectivamente, 0,055 m³/s, 0,047 m³/s, 0,097 m³/s e 0,037 m³/s.

Palavras-Chave: indicadores; recursos hídricos; microbacia; gestão.

ABSTRACT

Hydrographic basins are considered as units of water resources management. The studies of the morphometric characteristics of these units allow to elucidate the specifications of each one of them and provide inputs for more assertive decision making by the institutions responsible for the water resources management. In addition to helping understand local and regional environmental dynamics, the knowledge of the characteristics of a basin generates data that can be used to predict future scenarios, so that prevention measures can be adopted in order to preclude scarcity situations. Minimum flow reference data have been helping governments to control water availability for granting, in an attempt to ensure that minimum conditions for maintaining life in water sources are met. The joint study between reference flows and morphological characteristics of the basin can provide much more complete and real information than the individual study of these variables. The main objective of the present study is to make a morphometric characterization of the Matirumbide Stream Basin, in the city of Juiz de Fora - MG, by

using the Digital Elevation Model (DEM), and to obtain the values of the specific flows, covering geometric characteristics of the landscape and of the drainage network. The analysis of the results of the morphological parameters indicates that the basin has a high tendency to flood, and the values found for the flows Q_{90} , Q_{95} , Q_{mlt} , and $Q_{7,10}$ were $0.055 \text{ m}^3 / \text{s}$, $0.047 \text{ m}^3 / \text{s}$, $0.097 \text{ m}^3 / \text{s}$ and $0.037 \text{ m}^3 / \text{s}$.

Keywords: indexes; hydric resources; subwatershed; management.

INTRODUÇÃO

Na área das ciências ambientais e ao longo das últimas décadas, ações corretivas e de prevenção surgiram em função da importância de se promover o desenvolvimento econômico e social aliado à proteção ambiental, onde a inclusão de medidas de disciplinamento, principalmente da ocupação e uso do solo, e da apropriação dos recursos naturais assumem um papel fundamental (BEZERRA, 2008).

Os parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas permitem descrever e caracterizar estas unidades de gestão, estes são muito utilizados em análises hidrológicas e ambientais, e têm como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional. Neste ponto, os Indicadores Ambientais se constituem como importante ferramenta de auxílio à decisão e com o objetivo de melhorar a comunicação entre pesquisadores, gestores públicos e a sociedade na discussão de temas complexos. Segundo Júnior (2007, p.171), “os indicadores são informações de caráter quantitativo resultantes do cruzamento de pelo menos duas variáveis primárias (informações espaciais, temporais, ambientais, etc.)”.

Assim, a análise morfométrica corresponde a um conjunto de procedimentos que caracterizam aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, servindo como indicadores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e a interação entre as vertentes e a rede de canais fluviais de uma bacia hidrográfica (CHRISTOFOLLETTI, 1999), que por sua vez evidenciam situações e valores que extrapolam as questões hidrológicas e geomorfológicas. Partindo dessa premissa, este trabalho tem o objetivo de caracterizar, fazendo uso de parâmetros morfométricos, a bacia do Córrego Matirumbide localizado na cidade de Juiz de Fora – MG, além de fazer um estudo das vazões de referência e do uso e ocupação do solo.

Os estudos de uso e ocupação do solo são de extrema importância para o entendimento da dinâmica populacional, principalmente em regiões que sofrem sistematicamente com as ações antrópicas. Silva et al. (2005), explica que as características da cobertura do solo surtem efeito sobre as perdas de água e solo. Efeitos estes que podem causar assoreamento de corpos hídricos, diminuição da recarga de aquíferos subterrâneos e perda da camada fértil de solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Parâmetros morfométricos e uso e ocupação do solo

A bacia do Córrego Matirumbide está localizada entre as coordenadas $43^{\circ}21'30'' \text{ W}$ – $43^{\circ}20'30'' \text{ W}$ e $21^{\circ}44'30'' \text{ S}$ – $21^{\circ}42'30'' \text{ S}$, dentro do perímetro urbano do município de Juiz de Fora - MG, na região leste do município, com um maior adensamento urbano a jusante.

Para analisar os parâmetros área, perímetro, curva hipsométrica, declividade média da bacia e do curso d'água principal, procedeu-se com o processamento do modelo digital de elevação (MDE) no software ArcGis versão 10.2, a partir do site do

Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA). Os outros parâmetros foram calculados com base nos dados fornecidos pelo processamento do MDE, e segundo as expressões ilustradas no Quadro 1. Os dados de uso e ocupação foram obtidos através de classificação supervisionada, pelo método da máxima verossimilhança utilizando uma imagem do Google Earth, o processamento da imagem também foi realizado através do software ArcGis 10.2.

Quadro 1: Parâmetros morfométricos estudados.

Parâmetro	Fórmula	Utilidade
Densidade de drenagem	$D_d = \frac{\sum L}{A}$	Indica o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem. Expressa a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia e a sua área total.
Índice de sinuosidade	$I_s = \frac{100(L - N)}{L}$	Relação entre a distância da desembocadura do rio e a nascente mais distante medida em linha reta, e o comprimento do canal principal (L).
Coeficiente de compacidade	$K_c = \frac{P_{BH}}{P_c}$	Relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia.
Fator de forma	$K_f = \frac{\bar{L}}{L} = \frac{A}{L^2}$	É a razão entre a largura média da bacia ($\bar{L}$) e o comprimento do eixo da bacia (L), da foz ao ponto mais longínquo da área.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vazões de referência

O cálculo das vazões específicas foi baseado nos dados de séries históricas de vazão do *site Hidroweb*, de onde foram retiradas todas as vazões diárias entre os anos de 2006 a 2015, e estas foram organizadas em ordem cronológica. Especificamente para o cálculo da vazão $Q_{7,10}$ fez uso do Modelo de Weibull, em que as equações (I), (II), (III), (IV), (V) e (VI) foram aplicadas.

$$\begin{aligned}
 X_T &= \beta \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]^{1/\alpha} \quad (I) & CV &= \frac{S_{\bar{X}}}{\bar{X}} \quad (II) & \beta &= \frac{\bar{X}}{A(\alpha)} \quad (III) \\
 A(\alpha) &= 0,9982 - 0,4419 * CV + 0,4360 * CV^2 \quad (IV) \\
 \alpha &= 1,0122 * CV^{-1,0779} \quad (V) & T_r &= N + 1/m \quad (VI)
 \end{aligned}$$

Para encontrar o valor das vazões de permanência Q_{90} e Q_{95} , as vazões diárias organizadas de forma decrescente e atribuídas para cada vazão um valor de ordem. Posteriormente, o cálculo de probabilidade de ocorrência é o número de ordem dividido pela quantidade de vazões ordenadas. Já para a Q_{mlt} , foram realizadas as médias anuais, e posteriormente uma média dessas médias anuais. As vazões de permanência e a vazão média de longo período foram regionalizadas após encontrar seus valores nos gráficos, com o intuito de transferir as informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. A regionalização foi realizada a partir dos dados fluviométricos da estação Juiz de Fora Jusante (Cod. 58480500) da Agência Nacional de Águas (ANA), por ser a mais próxima da área de estudo, para a bacia do Córrego Matirumbide. Esse cálculo foi realizado relacionando a área da bacia em estudo,

com a área da bacia da estação fluviométrica e a vazão encontrada. A Equação (VII) descreve a fórmula utilizada.

$$Q = \frac{Q_{\text{estação ANA}} * A_{\text{bacia}}}{A_{\text{bacia da estação}}} \quad (\text{VII})$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratando-se da caracterização do uso e ocupação do solo, a região de estudo foi dividida em três classes: pastagem; cobertura vegetal; e solo exposto ou pavimentado e edificações, como podemos observar no Quadro 2.

Quadro 2 – Uso e ocupação do solo

Uso e ocupação do solo	(%)	Km ²
Pastagem	21,37	0,876
Cobertura Florestal	28,66	1,175
Solo exposto ou pavimentado e edificações	49,97	2,04
Total:	100%	4,1

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do processamento do modelo digital do terreno e o emprego das expressões de cada um dos parâmetros morfométricos, obteve-se os seguintes resultados para a bacia estudada, Quadro 3.

Quadro 3 – Características Morfométricas

Características Morfométricas	Valores
Área (km ²)	4,1
Perímetro (km)	9,9
Declividade média da bacia (%)	21, 38
Declividade média do talvegue principal (%)	1,13
Densidade de drenagem (km/km ²)	3,02
Perfil longitudinal e índice de sinuosidade do curso d'água principal	1,15
Coeficiente de compacidade da bacia (kc)	1,368
Fator de forma (kf)	0,38

Fonte: Elaborado pelos autores.

As vazões de referência, muito utilizadas pelos órgãos reguladores para a concessão de outorga de direito de uso de água e estudos de enquadramento dos cursos de água segundo suas classes de uso e para o licenciamento ambiental apresentaram os resultados, conforme o Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 – Vazões de Referência

Vazões de Referência	m ³ /s
Q ₉₀ (vazão de permanência em 90% do tempo)	0,055
Q ₉₅ (vazão de permanência em 95% do tempo)	0,047
Q _{mlt} (vazão média de longo período)	0,097
Q _{7,10} (vazão mínima média de sete dias de duração com período de retorno de 10 anos)	0,037

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

Segundo os resultados dos dados morfométricos, pode-se concluir que a bacia do Córrego Matirumbide possui baixa densidade de drenagem, elevado índice de sinuosidade e valores medianos para o fator de capacidade. Todas essas informações indicam que a bacia apresenta elevada tendência a enchentes.

O estudo e a avaliação das vazões de referência demonstram que a vazão Q7,10 foi a mais conservadora, pois apresentou o menor valor. Vale destacar que o conhecimento dessas vazões, é fundamental para a gestão de recursos hídricos na bacia em estudo.

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego Matirumbide em conjunto com as informações hidrológicas, das vazões de referência, possibilitaram avaliar o potencial hídrico da bacia, para potenciais usos da água, podendo subsidiar diversos projetos futuros no local.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. F. Qualidade Ambiental Urbana do Distrito de Baeta Neves, Município de São Bernardo do Campo (SP). São Paulo: USP, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

JÚNIOR, A. P. M. Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

PECHINCHA, M. G. H.; ZAIDAN, R. T.; Probabilidade à ocorrência de escorregamentos na bacia do córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG, a partir da utilização do modelo SINMAP. Revista de Geografia - v. 3, nº 2 (2013).

SILVA, D. D. et al. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

TOPODATA, Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Acesso em dezembro de 2016. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>>.

5.17 DISSIPAÇÃO DO MALATHION DA FORMULAÇÃO COMERCIAL FYFANON® 96.5% EM ÁGUAS COM DIFERENTES VALORES DE PH

Ana Carla Coleone de Carvalho – Bióloga, Mestre e Doutoranda em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo e Auxiliar de Serviços Acadêmicos da Universidade Estadual Paulista, Email: anacarlab@yahoo.com.br

Claudia Maria Gomes de Quevedo – Desenhista Industrial, Mestre e Doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo e analista de gestão da SABESP, Email: claudiagomes@sabesp.com.br

Angela Aparecida Machado - Bióloga, Mestre e Doutora em Entomologia Agrícola pela Universidade Estadual Paulista, Email: angela_machado88@hotmail.com

Joaquim Gonçalves Machado Neto – Engenheiro Agrônomo, Professor Titular da Universidade Estadual Paulista, Email: joaquim@fcav.unesp.br

Wanderley da Silva Paganini - Engenheiro Civil, Professor Associado da Universidade de São Paulo e Superintendente de Gestão Ambiental da SABESP, Email: wpaganini@sabesp.com.br

RESUMO

O mosquito *Aedes aegypti* está associado à transmissão de uma série de doenças infecciosas, como dengue, febre amarela, zika e chikungunya. O principal meio de controle das doenças é o combate ao vetor. O controle químico com o malathion é empregado há anos para combate do mosquito adulto. Porém, o malathion pode sofrer deriva e contaminar as águas ambientais. Assim, objetivou-se analisar a dissipação e calcular o tempo de meia vida ($T_{1/2}$) do malathion em água com diferentes valores de pH entre 5,0 e 9,0. O $T_{1/2}$ do malathion em pH 9,0 é de 0,1h e se dissipa totalmente na água a partir do terceiro dia após aplicação. Em pH 7,0 e 5,0 o malathion é detectado nas águas por até 7 dias, e o $T_{1/2}$ é de 3,2 dias em pH 7,0 e de 4,4 dias em pH 5,0. Quanto menor o valor do pH da água maior é a dissipação do malathion, ou seja, o pH ácido das águas favorece a dissipação deste inseticida.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*. Inseticida. Tempo de meia vida ($T_{1/2}$).

ABSTRACT

The *Aedes aegypti* mosquito is associated with the transmission of a number of infectious diseases, such as dengue, yellow fever, zika and chikungunya. The main means of disease control is combating vector. Chemical control with malathion has been utilized for years to combat adult mosquito. However, the malathion can suffer drift and contaminate the environmental waters. The aim of this study was to analyze the dissipation and to calculate the half-life ($T_{1/2}$) of malathion in water with different pH values between 5.0 and 9.0. The malathion $T_{1/2}$ at pH 9.0 is 0.1h and fully dissolves in water from the third day after application. At pH 7.0 and 5.0 malathion is detected in the water for up to 7 days, and $T_{1/2}$ is 3.2 days at pH 7.0 and 4.4 days at pH 5.0. The lower the pH value of the water, the greater the dissipation of the malathion, i.e., the acid pH of the water favors the dissipation of this insecticide.

Keywords: *Aedes aegypti*. Insecticide. Half-life ($T_{1/2}$).

INTRODUÇÃO

Uma grande preocupação da saúde pública é o controle da disseminação de doenças infecciosas transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* (*A. aegypti*). No Brasil, esse mosquito é o vetor da febre amarela, dengue, zika e chikungunya. A inexistência de métodos de imunização contra as principais doenças transmitidas pelo *A. aegypti* torna necessário o uso do controle manual, químico ou biológico do mosquito. No Brasil, o controle químico do mosquito adulto nas casas é realizado por nebulização massiva de inseticidas desde os anos 60.

O Ministério da Saúde, em 2015, distribuiu aos estados/municípios brasileiros cerca de 431.232,0 litros e 11.118,0 toneladas do inseticida malathion para o controle do *A. aegypti* (BRASIL, 2015). Além do uso em saúde pública, o malathion também é registrado para o controle de insetos em diversas culturas agrícolas.

O malathion é um inseticida organofosforado e o mecanismo de intoxicação é por meio da inibição da enzima acetilcolinesterase, que catalisa a hidrólise do neurotransmissor acetilcolina (ACh). A inibição dessa enzima provoca um acúmulo de ACh nas fendas sinápticas e, conseqüentemente, interrupção da transmissão de impulsos nervosos, que pode causar a morte dos insetos (BRAGA e VALE, 2007). Na operação de nebulização o inseticida sofre deriva e pode contaminar águas ambientais. Além da nebulização, a contaminação das águas com o malathion usado em saúde pública ocorre com os processos de higienização de embalagens, veículos e equipamentos usados na nebulização e de proteção individual.

Depois que atinge o ambiente, a dissipação dos compostos químicos é influenciada por diversos fatores, como suas características intrínsecas e as condições do meio em que se encontra (TUCCI e CABRAL, 2003). No meio aquático, a hidrólise é o principal fator que contribui para a dissipação do malathion (NEWHART, 2006), mas também pode haver ação de fatores climáticos como a temperatura (MULLA et al., 1981; LARTIGES e GARRIGUES, 1995; STARNER, 1999) e a luz (WOLFE et al., 1975; ZHAO e HWANG, 2009), bem como a biodegradação (COTHAM e BIDDLEMAN, 1989).

Pouco se conhece a respeito do comportamento do malathion na água em condições ambientais brasileiras após a nebulização. O malathion é distribuído em todo o Brasil e pode contaminar águas ambientais com grande diversidade de características físico-químicas, como valores de pH variando entre levemente básicos e ácidos e neutros. Portanto, objetivaram-se quantificar a dissipação e o tempo de meia vida do malathion em águas com valores de pH ácido, neutro e básico, bem como as variações físico-químicas das águas causadas pela diluição do malathion.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram realizados na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP Jaboticabal). O período do estudo foi entre os dias 20 e 30/11/2013. As soluções de malathion (CAS 121-75-5) foram preparadas com a formulação comercial Fyfanon® 96.5%. A formulação de malathion foi diluída em acetonitrila (ACN - 99.96%, J.T. BAKER), na dose de 146 g/ha de área aplicada, recomendada no Programa Nacional de Controle da Dengue do Ministério da Saúde (BRASIL, 2009). As amostras das águas foram coletadas após 1 e 8 horas e 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 dias após a diluição do inseticida nas águas.

As parcelas experimentais foram 10 mesocosmos de cimento amianto em forma de tubos de 250L de capacidade preenchidos com 180L de água contaminada com a dose de malathion. O ensaio foi realizado com três repetições para os valores de pH das águas de 5,0; 7,0 e 9,0, perfazendo 9 mesocosmos e o 10º foi utilizado como controle, sem a diluição do inseticida (pH = 8,3). Os valores do pH das águas foram ajustados diariamente com uma solução de hidróxido de sódio (0.2N) ou ácido clorídrico (2N). Os mesocosmos ficaram expostos às condições ambientais, mas foram tampados com uma lâmina de plástico transparente para evitar interferências externas, que causam variações na concentração do inseticida.

A amostragem das águas dos mesocosmos foi realizada com um cano plástico de PVC com três orifícios nele distribuídos para coletar água ao longo da

coluna d'água - fundo, meio e superfície. Logo após a coleta de cada amostra, foram registrados: pH, condutividade elétrica (CE), temperatura e oxigênio dissolvido (OD).

A concentração do malathion nas amostras de águas foi determinada por meio da técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em um equipamento da marca Surveyor LC, ThermoFinnigan®, acoplado a um detector UV visível. A extração foi realizada com a evaporação de volumes de 10 mL de cada amostra de água, ressuspensão em 1 mL de acetonitrila e agitação em banho ultrassônico. Os dados das concentrações de malathion ao longo do tempo foram analisados por meio de uma equação cinética de primeira ordem e o $T_{1/2}$ do inseticida foi calculado conforme descrito por Tariq, Afzal e Hussain (2006).

Os dados de temperatura, insolação e evaporação de água da área onde ficaram os mesocosmos foram obtidos nos registros da Estação Agroclimatológica da FCAV. Os dados das concentrações de malathion, a condutividade elétrica (CE), o oxigênio dissolvido (OD) e a temperatura das águas com os diferentes valores de pH ao longo do tempo foram analisados estatisticamente em um delineamento inteiramente ao acaso. A análise de variância foi realizada com o teste F, e o teste de Scott-Knott foi utilizado para a comparação das médias. As análises estatísticas foram feitas via Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração inicial obtida de malathion em água, levando-se em conta as áreas experimentais, foi de 0.041mg/L. A dissipação do inseticida foi mais acentuada em pH alcalino (pH 9,0). Não houve diferenças estatisticamente significativas na concentração de malathion na água entre os pHs 5,0 e 7,0 até o quinto dia de avaliação. Em pH 9,0, o inseticida foi detectado até o segundo dia, e nos pH 5,0 e 7,0, até o sétimo dia (Tabela 1). O $T_{1/2}$ do malathion calculado para as águas com pH 9 foi de 0,1 h, para o pH 7,0 de 3,2 dias, e para o pH 5,0 de 4,4 dias.

Os resultados obtidos estão de acordo com outros estudos que reportam a ocorrência de hidrólise, ou seja, a quebra da molécula do malathion por ação da molécula de água, como via fundamental na dissipação do inseticida (NEWHART, 2006). A temperatura e o pH também são citados como principais fatores responsáveis pela degradação química deste composto. A degradação do malathion é acelerada em pH alcalino e em temperaturas mais elevadas (WOLFE et al., 1977).

De acordo com a IUPAC (2013), o malathion é considerado estável devido a não ocorrência de hidrólise em temperaturas de 20°C, pH de 7,0 e o $T_{1/2}$ de 6,2 dias. Entretanto, nessa temperatura, o $T_{1/2}$ é reduzido para 0,49 dias em pH 9,0, e de 107 dias em pH 5,0. Starner et al. (1999) constataram que em amostras de água coletada em rio do estado americano da Califórnia, com pH entre 7,9 e 8,1 e temperatura de 25°C, o $T_{1/2}$ para o malathion no mês de abril foi de 5 dias,. O $T_{1/2}$ aumentou 3,2 vezes em temperatura de 10°C, sob mesma condição de pH. No mês de agosto, a 25°C, e o pH da água entre 7,3 e 7,7, a diferença foi de 8 vezes ($T_{1/2}$ de 2 dias). Tais resultados estão também de acordo com os obtidos nesse estudo.

Tabela 1. Concentrações médias de malathion (mg/L) nas águas com os valores de pH ao longo do tempo.

Tempo (dias)	Concentração média (mg/L)		
	pH 5,0	pH 7,0	pH 9,0
0,042	0,043 Aa	0,032 Bb	0,012 Ac

0,33	0,043 Aa	0,042 Aa	0,013 Ab
1,00	0,035 Ba	0,037 Ba	0,004 Bb
2,00	0,029 Ca	0,024 Ca	0,004 Bb
3,00	0,026 Ca	0,021 Ca	0,000 Bb
5,00	0,018 Da	0,014 Da	0,000 Bb
7,00	0,015 Da	0,004 Eb	0,000 Bb
9,00	0,000 Ea	0,000 Ea	0,000 Ba
Valor de F	F1 = 246,30**	F2 = 89,12**	F1xF2 = 9,99**

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). F1 = pH; F2 = tempo. CV = 20,90.

Além do pH e da temperatura, outros fatores também podem interferir na dissipação do inseticida, como ação de bactérias e fungos. COTHAM e BIDDLEMAN (1989) descrevem a degradação mais acentuada de malathion em água de mar não esterilizada, quando comparada a água esterilizada. A biodegradação é importante em ambiente com pH menor que 7,0, em que a taxa de hidrólise é lenta. O malathion também pode ser degradado por algas na presença de luz (O'KELLEY e DEASON, 1976), o que provavelmente ocorreu neste estudo.

A fotólise parece interferir menos no processo de degradação do composto segundo a IUPAC (2013), Zhao e Hwang (2009) e Wolfe et al. (1975), embora estes autores tenham relatado uma fotólise indireta do malathion em rio composto de materiais coloridos, derivados de ácidos húmicos e o $T_{1/2}$ de 16 horas. O período de estudo foi caracterizado por intensa radiação luminosa e altas temperaturas, que certamente influenciaram na taxa de degradação do inseticida. A temperatura média durante o período de estudo foi de 23,98°C, a taxa de evaporação média em referência a um tanque de 20 m², de 6,21 mm; que não foi considerada para efeitos de correção de concentração, e a insolação média de 5,95 horas.

Em relação às características físico-químicas da água, a maior temperatura foi registrada 8 horas após a aplicação do malathion (33,7°C). Quanto aos tratamentos, a maior temperatura média da água ocorreu nas águas com pH 9,0 (27,7°C) e a menor, com o de pH 5,0 (26,6°C). A condutividade aumentou ao longo do tempo nas águas com os pH 5,0 e 7,0. Esse fato pode ser explicado pela adição diária de solução ácida para correção do pH, já que a tendência do pH nas caixas d'água foi aumentar. O pH da caixa controle aumentou ao longo do tempo, a partir do primeiro dia após a aplicação do malathion. O oxigênio dissolvido também aumentou ao longo do tempo e foi maior em pH 5,0. Este aumento provavelmente se deu pela produção de O₂ pelas algas que cresceram nos mesocosmos (CETESB, 2009), fator que também pode estar parcialmente relacionado ao aumento do pH.

CONCLUSÕES

A dissipação do malathion é mais acentuada em pH alcalino do que em pH ácido. O $T_{1/2}$ do inseticida em água com pH 9,0 é 0,1 hora, com pH 7,0, de 3,2 dias e com pH 5,0, de 4,4 dias. Os resultados apresentados neste estudo são importantes, pois simulam as condições ambientais tipicamente encontradas em época crítica para a transmissão de doenças infecciosas transmitidas pelo *Aedes aegypti*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. Epidemiol. Serv. Saúde, v.16, n.4, p. 279-293, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue - Série A. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009.160 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Governo envia larvicida para tratar 9 bilhões de litros de água, 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2015/12/governo-envia-larvicida-para-tratar-9-bilhoes-de-litros-de-agua>. Acesso em 18 jan 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 43 p., 2009.

COTHAM, W. E.; BIDDLEMAN, T. F. Degradation of malathion, endosulfan and fenvalerate in seawater and seawater/sediment microcosms. *J. Agric. Food Chem.*, 37, p. 824-828, 1989.

LARTIGES, S. B; GARRIGUES, P. P. Degradation kinetics of organophosphorus and organonitrogen pesticides in different waters under various environmental conditions. *Environ. Sci. Technol.*, 29, p. 1246-1254, 1995.

MULLA, M. S., MIAN, L. S, KAWECKI, J. A. Distribution, transport, and fate of the insecticides malathion and parathion in the environment. *Residue Rev.*, 81, p. 1-172, 1981.

NEWHART, K. Environmental Fate Of Malathion. Department of Pesticide Regulation Environmental Monitoring Branch. 20 p. 2006.

O'KELLEY, J. C.; DEASON, T. R. Degradation of pesticides by algae. U. S. Environmental Protection Agency, Georgia, 50 p., 1976. Disponível em: <https://nepis.epa.gov> . Acesso em 18 de jan de 2017

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Thes Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Res.*, 11, 39, p. 3733-3749, 2016.

STARNER, K; KUIVILA, K. M.; JENNINGS, B.; MOON, E. Degradation Rates of Six Pesticides in Water from the Sacramento River, California. U.S. Geological Survey Toxic Substances Hydrology Program--Proceedings of the Technical Meeting, Charleston, South Carolina, p. 8-12, v. 2, 1999.

TARIQ, M. I.; AFZAL, S.; HUSSAIN, I. Degradation and persistense of cotton pesticides in Sandy loam soils from Punjab, Pakistan. *Environ. Res.*, 100, p. 184-196, 2006.

TUCCI, C. E. M.; CABRAL, J. J. S. P. Qualidade da água subterrânea. Centro de gestão e estudos estratégicos, anexo II-b, 53 p., 2003.

WOLFE, N. L; ZEPP, R. G.; BAUGHMAN, G. L.; GORDON, J. A. Kinetic investigation of malathion degradation in water. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 13, p. 707-713, 1975.

WOLFE, N. L; ZEPP, R. G.; GORDON, J. A., BAUGHMAN, G. L.; CLINE, D. M. Kinetics of chemical degradation of malathion in water. *Environ. Sci. Technol.*, 11, 1, p. 88-93, 1977.

ZHAO, X.; HWANG, H. M. A Study of the Degradation of Organophosphorus Pesticides in River Waters and the Identification of Their Degradation Products by Chromatography Coupled with Mass Spectrometry. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 56, p. 646–653, 2009.

5.18 DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE MICROBACIAS E DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍBA/MS

Denivaldo Ferreira de Souza¹

Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero¹

¹Discentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

denivaldosouza@ige.unicamp.br

pedrosphanghero@ige.unicamp.br

RESUMO

A delimitação automática de bacia hidrográfica vem se tornando comum por analistas, a praticidade e o ganho no tempo de pesquisa tornam esse método produtivo. Esse trabalho escolheu como área de estudo o município de Paranaíba/MS. A metodologia apresentada por Jenson e Domingue (1988) serviu de base para o processo de todas as etapas com extensão *ArchHydro* na geração das microbacias. A distribuição da precipitação pluvial (chuva) foi realizada com os dados das estações unificadas no sistema *hidroweb* da ANA. Os resultados mostraram uma promissora confiabilidade na geração automática de bacias e ilustrou a distribuição da chuva no município possibilitando discussões detalhadas sobre o planejamento e manejo in loco.

Palavras-chave: Análises hidrológicas; Processamento de imagem; Precipitação pluvial.

ABSTRACT

The automatic delimitation of watershed is becoming common for analysts, the practicality and the gain in the time of research make this method productive. This work chose as the study area the municipality of Paranaíba/MS. The methodology presented by Jenson and Domingue (1988) served as the basis for the process of all stages with extension *ArchHydro* in the generation of microcatchments. The distribution of rainfall (rain) was performed with data from unified stations in the ANA *hidroweb* system. The results showed a promising reliability in the automatic generation of basins and illustrated the distribution of rainfall in the municipality, allowing detailed discussions on in situ planning and management.

Key words: Hydrological analyzes; Image processing; Rainfall.

INTRODUÇÃO

Instrumentos legais devem ser considerados no planejamento e gestão dos recursos hídricos visando a sua proteção e conservação, para dar suporte a nossa civilização e ao nosso modo de vida. Um deles é a Lei nº 9.433/97 – a Lei das águas brasileiras – que propõe a política nacional das águas e o seu gerenciamento descentralizado e integrado com participação da comunidade. Utilizando-se a bacia hidrográfica, como unidade de estudo e planejamento.

A bacia hidrográfica corresponde a um sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim, todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de área entre uma bacia e outra adjacente (ROCHA et. al., 2000).

A delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando-se das ferramentas presentes nos Sistemas de Informação Geográfica - SIGs baseiam-se em dados topográficos. Os Modelos Digitais de Elevação - MDE são constantemente utilizados, estes podem ser resultantes da interpolação de curvas de nível extraídas de imagens de sensores remotos. Um exemplo notório de grande utilização são as imagens Shuttle Radar Topography Mission - SRTM da NASA (SILVA & MOURA, 2013).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende ao município de Paranaíba/MS (Figura 1), localizado na região nordeste extremo do estado de Mato Grosso do Sul. Encontra-se a uma latitude 19°40'38" sul e a uma longitude 51°11'27" oeste. Ocupa uma área de aproximadamente 5.402,778 Km², e limita-se com os municípios de Lagoa Santa/GO (Norte), Itajá/GO (Nordeste), Carneirinho/MG (Leste), Aparecida do Taboado/MS (Sul, Sudeste), Inocência/MS (Oeste) e Cassilândia/MS (Noroeste). Predominando um clima tropical de estações húmida e seca classificado como Aw por Köppen-Geiger.

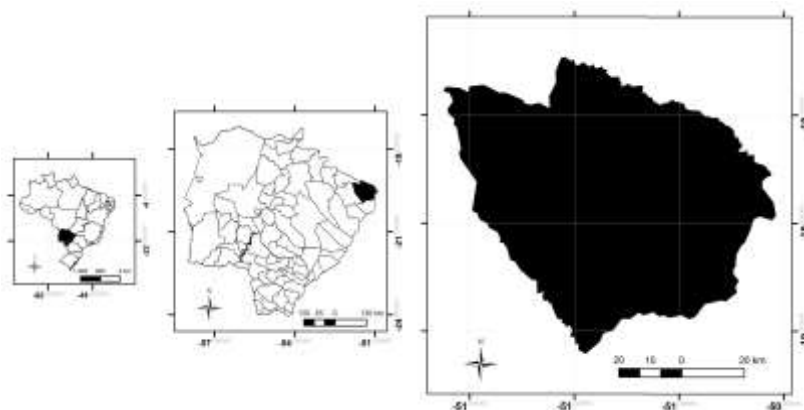


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Delimitação das Microbacias

A metodologia empregada para a delimitação das microbacias hidrográficas teve como base o trabalho realizado por Jenson e Domingue (1988). O método automático utiliza algoritmos que facilitam o processamento das informações, requerendo pouca intervenção do pesquisador, minimizando o tempo de dedicação no processo de geração das informações. Para a geração automática de bacias hidrográficas utilizou-se a extensão *ArcHydro Tools 10.1* do software *ArcGis 10.1*.

O procedimento metodológico começou com o processamento dos dados topográficos obtido através da imagem SRTM do projeto TOPODATA do INPE com resolução espacial de 30 metros da área de estudo. Posteriormente, a delimitação das microbacias hidrográficas a partir do modelo digital de elevação SRTM no formato *raster* foi gerada automaticamente com as seguintes etapas: 1) Preenchimento de sumidouros (*Fill Sinks*), 2) Direção de fluxo (*Flow direction*), 3) Fluxo acumulado (*Flow accumulation*), 4) Definição de fluxo (*Stream definition*), 5) Segmentação de fluxo (*Stream segmentation*), 6) Delineação da grade de captação (*Catchment grid delineation*) e, por fim, 7) Processamento para geração do polígono (*Catchment polygon processing*).

Distribuição da Precipitação Pluvial

A análise do total de chuva e sua distribuição espacial no município de Paranaíba/MS utilizou-se dados anuais de precipitação pluvial de 9 estações pluviométricas do sistema *HidroWeb*, da Agência Nacional de Águas - ANA localizadas dentro e no entorno da área de estudo. Os dados foram organizados em planilha excel e foi possível definir o período da média para cada estação de 30 anos, 1971 a 2000, indicados como normais climatológicas.

Dentro do ambiente SIG, utilizou-se o método de krigagem para a interpolação dos dados. Carvalho e Assad (2005) afirmaram que este é o método ideal para a construção de isoietas, quando compararam métodos de interpolação no estudo da precipitação pluviométrica do estado de São Paulo. No presente estudo, foi utilizada a krigagem com o modelo de semivariograma exponencial para caracterizar a distribuição da precipitação pluvial. No software essa técnica é realizada pela extensão *Spatial Analyst Tools* através da aba *Interpolation* e ferramenta geoestatística *kriging*. Essa técnica foi usada na elaboração do mapa da distribuição de precipitação pluvial média em Paranaíba/MS.

RESULTADOS

Os resultados gerados delineando as microbacias hidrográficas delimitadas automaticamente a partir dos dados da imagem SRTM/Topodata e extensão *ArchHydro* totalizaram 3164 microbacias no município (Figura 2) e apresentaram limites satisfatórios ao comparar com as redes de drenagem e topografia da imagem (Figura 3).

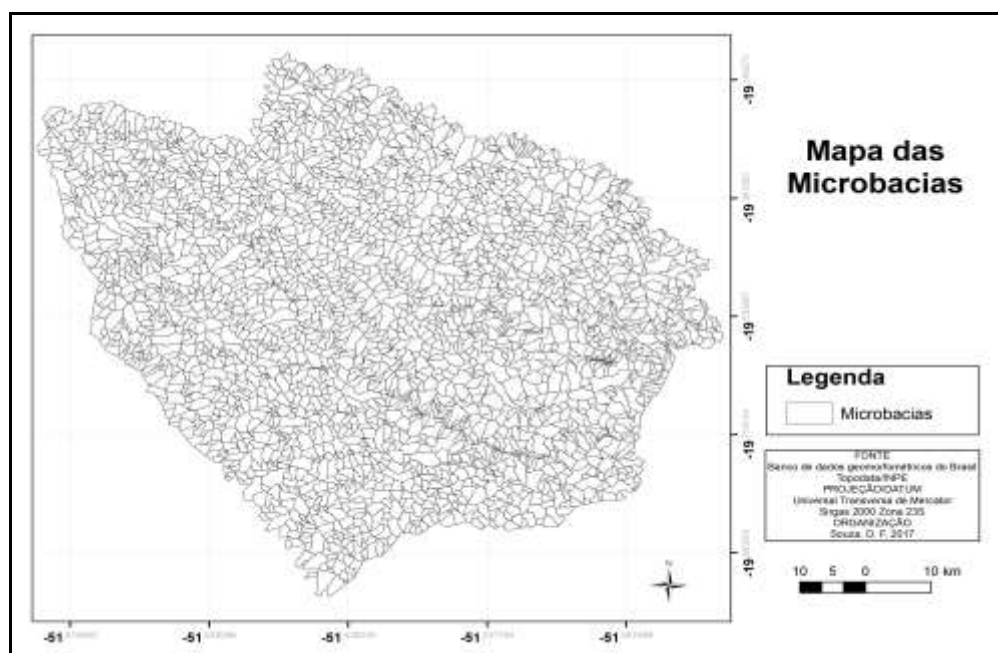


Figura 2: Microbacias geradas a partir da MDE SRTM/Topodata no município de Paranaíba/MS.

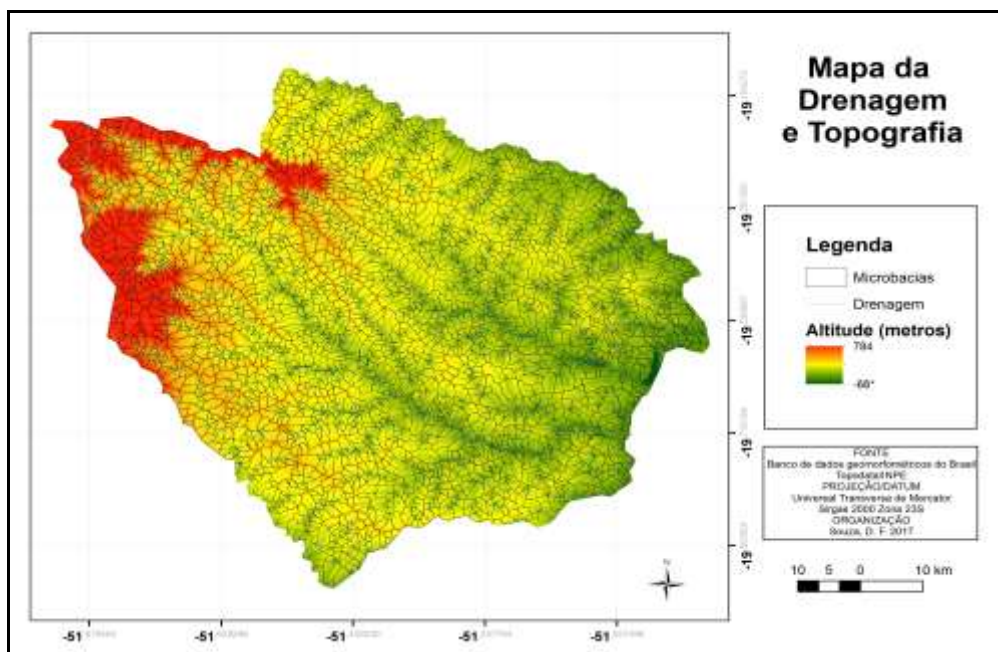


Figura 3: Microbacias sobrepostas a drenagem e topografia no município de Paranaíba/MS. (* Região de extração de areia).

Ao comparar as microbacias delimitadas a partir da imagem SRTM/Topodata com a distribuição da precipitação pluvial (Figura 4), constatou que nos extremos noroeste localizam-se as microbacias com maior índice de chuva, 1501 a 1546 mm. A região leste e sudeste apresentaram as microbacias com menor índice, 1350 a 1400 mm.

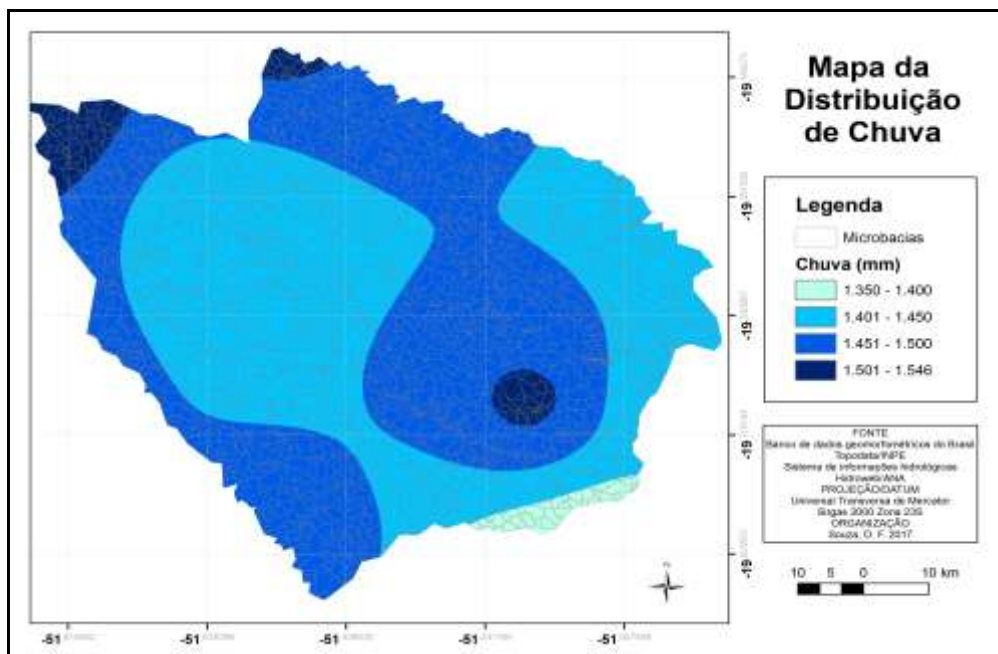


Figura 4: Microbacias sobrepostas a distribuição da precipitação pluvial no município de Paranaíba/MS.

CONCLUSÕES

A metodologia para a delimitação automática de bacias hidrográficas por ser de fácil utilização e aprendizado pode ser facilmente aplicada em outras áreas.

Comumente com a disponibilização gratuita dos dados de imagem de satélite, em especial o SRTM/Topodata, obtém com suas informações uma economia de tempo e de recursos para a realização de pesquisas e diagnósticos voltados a delimitação de bacias hidrográficas, subbacias e microbacias.

Os dados de precipitação pluvial se tornaram de fácil aquisição com a criação do sistema unificado *hidroweb* da ANA, assim, a aplicação de metodologias que utilizam chuvas ficou mais acessível. Auxiliando aos analistas, pesquisadores, gestores e sociedade civil desenvolver planos de manejo confiáveis em locais de interesse comum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, jan. 1997.

CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. **Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: Comparação de métodos de interpolação.** Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.377-384, 2005.

JENSON, S. K.; DOMINGUE, J. O. **Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis.** Photogrammetric Engineering And Remote Sensing, vol. 54, n. 11, p. 1593-1600, nov. 1988.

ROCHA, O; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E. dos. **A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento.** In: A bacia hidrográfica do rio Monjolinho: Uma abordagem Ecosistêmica e a visão interdisciplinar. São Paulo: RIMA, 2000. p.1-16.

SILVA, J. R. & MOURA, A. C. M. **Delimitação automática de sub-bacias hidrográficas no município de Ouro Preto-MG.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Foz do Iguaçu, PR, 2013. p. 4496-4502.

5.19 ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA DO CÓRREGO QUE PERCORRE A TRILHA ECOLÓGICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E AGRÁRIAS DE ITAPEVA-SP

Bruna de Paula – Engenheira Florestal, Email: bp_gabriel@hotmail.com. Caroline Rafaela Rodrigues – Engenheira Florestal, Email: caroline.rodrigues.e@hotmail.com. Fabio Monteiro Leite de Souza, Doutorando, Pesquisador da Universidade Estadual Paulista – FCA, Email: fabio.florestal@hotmail.com. Edson Luiz Furtado – Doutor, Professor e Pesquisador da Universidade Estadual Paulista – FCA, Email: elfurtado@fca.unesp.com.

RESUMO

A água é o recurso mais importante que temos acesso atualmente, é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, mas infelizmente devido a poluição ambiental frequentemente praticada pelo ser humano, está ficando fora dos padrões de potabilidade e cada vez mais escassa. Este trabalho objetiva avaliar a qualidade da água do córrego da trilha ecológica, que percorre o campus da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT) - SP. Para tal, foram realizadas análises químicas de pH, cloro, flúor e alcalinidade; análises físicas de turbidez, odor e temperatura e a microbiológica de coliformes totais. Foram utilizados os parâmetros recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/05 e pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, e comparados três trechos do mesmo córrego, para identificar se há diferenças na qualidade da água influenciada pela mata ciliar que acompanha o trecho estudado. As análises físicas e químicas foram realizadas pela SABESP da cidade de Itaberá-SP, já a análise microbiológica foi realizada na UNESP/FCA de Botucatu. Para a coleta, armazenamento, transporte e análises laboratoriais foram seguidas as normas técnicas ABNT e Norma Brasileira (NBR) número 9898. A água do córrego encontra-se com maior número de bactérias no ponto médio da trilha, divisa da fazenda experimental. A nascente e o último ponto analisado apresentam quantidades menores, porém, resultados que a torna não potável nos 3 pontos analisados. Nas condições encontradas apenas pode ser destinada ao consumo de animais.

Palavras-Chave: Potabilidade. Microbiológica. Trilha.

ABSTRACT

Water is the most important resource we have access to today, it is the fundamental liquid for the survival of living beings, but unfortunately due to the environmental pollution often practiced by the human being, it is staying out of drinking standards making it increasingly scarce. This study aims to evaluate the water quality of the stream of the ecological trail of the campus of the Faculty of Social Sciences and Agrarian of Itapeva (FAIT) - SP. It was performed chemical analyzes of pH, chlorine, fluorine and alkalinity; Physical analyzes of turbidity, odor and temperature, and microbiological diagnosis of total coliforms. Thus, we used some parameters recommended by CONAMA Resolution No. 357/05 and the Ordinance Ministry of Health No. 2914 and compared three stretches of the stream to identify whether there are differences in water quality influenced by riparian vegetation and other types of vegetations that rims the stream. The SABESP City Itaberá-SP made the physical and chemical analysis for the study of the survey, and the microbiological analysis was carried out at UNESP/FCA - Botucatu. For the collection, storage, transport and laboratory analysis, the ABNT and Brazilian Standard (NBR) number 9898. The stream water has bigger number of bacteria at the midpoint of the trail,

experimental farm currency. The nascent and the last point analyzed present smaller amounts, however, results that makes it non-potable in the three analyzed points. Under the conditions found it can only be used to the consumption of animals.

Keywords: Potability. Microbiological. Track.

INTRODUÇÃO

A água é essencial para todas as formas de vida, garantindo a sobrevivência das espécies. Seu uso indiscriminado, fez dela um recurso à beira da escassez, expondo ambientes degradados, poluídos e abandonados pelo homem, provocando a deterioração do meio ambiente, o que torna importante determinar a ocorrência de poluição no recurso hídrico, através da realização de análises químicas, físicas e microbiológicas da água do local estudado para determinar seu uso adequado. A importância da água de boa qualidade para consumo está diretamente relacionada com a saúde humana. Em 1855 o epidemiologista John Snow provou em Londres que surtos de cólera ocorreram devido à poços de abastecimento públicos contaminados, em 1880 Louis Paster afirma e demonstra que a água contém germes (micróbios) causadores de doenças em humanos. Desta maneira comprovou-se a presença de organismos patogênicos na água, devendo ser tratada para consumo (FREITAS e FREITAS, 2005). Desde então, foram surgindo diversas formas de tratamento de água, como filtragens e clorações.

As avaliações e estudos toxicológicos já eram utilizados, e principalmente aplicados para garantir a potabilidade do recurso chegando aos componentes químico-físicos ideais para a água. Atualmente esses parâmetros máximos e mínimos para consumo humano são determinados pela Organização Mundial da Saúde que incluiu nessa avaliação os elementos microbiológicos (Usepa, 1999).

Segundo Tundisi (2006), a água quando em estado sanitário irregular pode causar vários malefícios e doenças a quem consome esse recurso, e também ao meio ambiente em que esta alteração estiver inserida, pois altera as reações naturais desse recurso prejudicando as formas de vida que nela habitam. Para identificar se ocorrem no recurso hídrico algum tipo de poluição ambiental, é necessário a realização de análises de água, após isso, ela é enquadrada em algumas classificações, representando a qualidade e padrões do recurso hídrico e o seu uso adequado. É de extrema importância a realização dessas análises para garantir o abastecimento de boa qualidade para a população e a não deterioração do meio ambiente, para proporcionar um ambiente ecologicamente saudável à população e todas aos seres vivos (RESOLUÇÃO CONAMA, 2005).

Este trabalho teve como objetivo determinar os atributos químicos da água pH, alcalinidade, cloro e flúor, os atributos físicos de turbidez, temperatura e odor e microbiológicos de coliformes totais. Para verificar possíveis alterações no córrego estudado foram coletadas amostras em três locais do córrego, posteriormente os dados foram analisados e comparados conforme a Resolução CONAMA nº 357/05.

MATERIAL E MÉTODOS

O córrego estudado encontra-se no município de Itapeva/São Paulo, iniciando sua nascente ao lado de um lixão a céu aberto. Para realizar as análises da água, foram coletadas duas amostras em cada ponto, uma de 1 litro para as análises microbiológicas no laboratório de microbiologia da Faculdade de Ciências Agrônômicas (Unesp/FCA), em Botucatu, e uma outra de 500 mililitros para as análises químicas e físicas no laboratório da Sabesp de Itaberá/São Paulo.

Na nascente foi realizada a primeira coleta para análise, denominada Ponto 1, neste local foi avistado muitos resíduos sólidos, entulhos, móveis descartados e odor forte, a água apresentou uma fina camada de óleo em sua superfície agravando ainda mais seu estado.

Para comprovação da contaminação, foi coletado amostra de água em mais dois pontos do curso d'água, sendo o Ponto 2 o local onde a água entra nas dependências da faculdade, na metade do córrego, este ponto também contém resíduos, mas em menores quantidades, e o terceiro local de coleta, denominado Ponto 3, na saída da água do córrego da faculdade, local sem a presença de resíduos sólidos, aparentemente com melhor qualidade da água.

A análise de turbidez foi realizada seguindo a norma técnica interna da Sabesp, NTS008. Para a análise de pH foi utilizado o método da potenciometria direta com o auxílio de um pHmetro e soluções tampão. A alcalinidade foi determinada pelo método volumétrico com detecção potenciométrica, através de titulações com soluções padrão ácidas e alcalinas. O cloro foi analisado pelo método de Mohr de determinação de cloretos. Para as análises de flúor foram utilizados o método espectrofotométrico.

As análises de coliformes totais foram realizadas por inoculação em meio de cultura do tipo VRB (Violet Red Bile), no laboratório de microbiologia da UNESP de Botucatu. As características físicas de odor e temperatura foram aferidas no momento de coleta, o odor através da percepção de aromas estranhos pelo órgão sensível olfato; e a temperatura através de um termômetro de mercúrio com escala interna de propriedade do laboratório de microbiologia da FAIT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das análises de turbidez, odor, temperatura, pH, cloro, flúor, alcalinidade e coliformes totais na água, temos a seguinte tabela demonstrativa com os resultados encontrados, denominada Tabela 1:

Tabela 1: Resultados das análises realizadas.

PARÂMETROS ANALISADOS	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
TURBIDEZ	5,16	2,35	1,59
TEMPERATURA	18,5	17	15,5
ODOR	FORTE	FORTE	FRACO
pH	6,84	7,21	7,38
CLORO	0	0	0
FLÚOR	0,03	0,27	0,1
ALCALINIDADE	50	51	43
COLIFORMES TOTAIS	131,8	246,8	115,4

De acordo com os padrões de potabilidade da portaria do Ministério da Saúde n.º 2914, a turbidez permitida para consumo é no máximo 5,0 uT, estando irregular o Ponto 1 analisado.

A variação na temperatura da água no momento da coleta pode ser explicada pela ausência de mata ciliar no Ponto 1, o Ponto 2 apresenta mata ciliar significativa assim como o Ponto 3, o que pode ter contribuído para a temperatura mais amena ao decorrer do córrego.

O odor está associado a decomposição de matérias orgânicas, sendo assim os Pontos 1 e 2 que apresentam grandes quantidades de materiais em seu curso apresentaram odor forte, já o Ponto 3 apresentou odor fraco, devido a ausência de materiais.

O pH segundo o Ministério da Saúde, deve estar entre 6,5 e 9,5 para consumo humano, sendo assim, os 3 pontos estão de acordo com o padrão exigido.

O cloro é uma substância adicionada na água pelas estações de tratamento de água para desinfecção para consumo, sendo normal sua ausência em água de córregos.

O flúor é adicionado na água devido exigência da Lei 6.050 de 28 de maio de 1974 por proporcionar benefícios a saúde de ossos e dentes, sua ausência não limita o consumo, porém seu excesso pode causar doenças.

Segundo a Funasa, 2012, a alcalinidade deve variar entre 30 e 500 mg/L para consumo, e os três pontos analisados estão dentro da normalidade desse parâmetro.

Conforme o Ministério da Saúde, quaisquer níveis de coliformes na água inviabiliza o seu consumo, pois os três pontos analisados apresentaram grandes concentrações desses microrganismos, podendo essa água ser destinada a alimentação de animais, pois seguem outro padrão de consumo baseado às normas do Ministério da Agricultura e do Mar, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água do córrego não pode ser destinada ao consumo humano em suas condições atuais.

Os animais da fazenda experimental podem ser alimentados com essa água, sem danos em sua saúde, ou qualidade da carne e leite.

Não é recomendável o uso dessa água no viveiro da faculdade, pois podem haver patógenos no recurso hídrico.

É importante a realização de análises de coliformes fecais – E. coli - no córrego para confirmar a contaminação da água.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Fabio Monteiro Leite de Souza pelas orientações durante a pesquisa e à Universidade Estadual Paulista juntamente ao Professor/Doutor Edson Luiz Furtado pela concessão do laboratório de fitopatologia para a realização das análises microbiológicas e orientações para o estudo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano**. Brasília: Funasa, 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974**. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento quando existir estação de tratamento. Brasília, 1974.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: 13 de agosto de 2016.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/05.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. RESOLUÇÕES CONAMA, 17 de março de 2005.

FREITAS, Marcelo Bessa; FREITAS, Carlos Machado de. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Revista Eletrônica: Ciência e saúde coletiva** vol.10 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000400022> Acesso em: 29 de novembro de 2016.

GOVERNO DE PORTUGAL. **Ministério da Agricultura e do Mar.** Água de qualidade adequada para alimentação animal. Guia de boas práticas. Largo da Academia nacional de Belas Artes, Lisboa. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Rev-2 FEV 2014; 14 de março de 2014.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Norma Técnica Interna SABESP NTS008.** Análise de Turbidez pelo Método de Ensaio. São Paulo, junho de 1999.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos hídricos no Brasil problemas, desafios e estratégias para o futuro.** Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2006. Usepa (United States Environmental Protection Agency) 1999. **25 years of the safe drinking water act: history and trends.** Disponível em <<http://www.epa.gov/safe-water/consumer/trendrpt.pdf>>. Acesso em 30 de novembro de 2016.

5.20 INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA PELAS COPAS DE PINUS SP

Mirian Papin Roedas¹, Larissa Ambrósio de Andrade¹, Maria Vitória Moreira Artija¹,
Janaína Helena Gonzaga¹,
Valdemir Antonio Rodrigues².

¹ Estudantes do 5º ano de Engenharia Florestal – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp Câmpus de Botucatu – SP – Brasil. E-mails: mirian.roedas@gmail.com, lari.andrade07@gmail.com, mahvi.75@gmail.com, janainahgs@yahoo.com,

² Professor Adjunto - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” Email: valdemirrodriques@fca.unesp.br

RESUMO

A interceptação da precipitação pelas copas contribui para a diminuição do processo erosivo no solo. Parte desta água, será evaporada, retornando à atmosfera e outra parte, irá para o solo, sendo absorvida pelas raízes das plantas e também percola ao longo do perfil do solo, reabastecendo o lençol freático, nascentes, córregos e rios. Neste presente estudo, realizou-se a quantificação da precipitação à céu aberto, e interna sob cobertura vegetal de um plantio de *Pinus elliotti*, com e sem desbastes. A redistribuição da água da chuva foi quantificada em (mm) tais como: precipitação efetiva, escoamento pelo tronco, precipitação interna e interceptação pelas copas. Os estudos de um evento chuvoso demonstrou que nas áreas onde houve desbastes a precipitação interna foi maior, ocorrendo assim uma menor ação das copas sobre a interceptação das chuvas. Contudo, houve um maior input de água no solo nas áreas de floresta com desbaste.

Palavras-chave: interceptação pelas copas, água, pluviômetro, *Pinus elliotti*.

ABSTRACT

The interception of precipitation through the crowns contributes to the reduction of the erosive process in the soil. Part of this water will be evaporated, returning to the atmosphere and another part, will go to the soil, being absorbed by the roots of the plants and also the water percola along the soil profile and, restocking the water table, springs, streams and rivers. In this present study, the quantification of precipitation was performed in the open air, and under cover of a planting of *Pinus elliotti*, with and without slabs. Redistribution of rainwater was quantified in (mm) such as: effective precipitation, flow through the trunk, internal precipitation and interception through the canopies. The studies of a rainy event showed that in the areas where there was thinning the internal precipitation was greater, thus occurring a lower action of the canopies on the interception of rainfall. However, there was a greater input of water to the soil in forest areas with thinning.

Key words: Interception by canopies, water, rain gauge, *Pinus elliotti*.

INTRODUÇÃO

A interceptação da precipitação pelas copas das árvores é um processo no qual fraciona e redistribui a água pela vegetação, como dossel, estratos mais baixos, tronco e serapilheira (Caulix, 2012). A interceptação representa uma quantidade significativa da água que cai na forma de chuva, sendo que parte dela irá retornar para a atmosfera na forma de vapor antes de chegar ao solo (FERREIRA, 2005).

De acordo com Rodrigues (2016), para ter um equilíbrio entre os benéficos gerados pela retenção de precipitação pela cobertura vegetal e a conservação de processos erosivos, os tratamentos silviculturais de desbaste e poda podem ser as principais ferramentas. Caulix (2012), afirma também que no processo de erosão, a

copas das árvores podem atuar diminuindo o tamanho das gotas de água que chegam ao solo, e também através da interceptação, reduzindo o volume de água que chega ao solo, controlando assim a erosão.

Contudo, Tucci (2002), afirma que a interceptação pode variar devido as condições climáticas, bem como volume de precipitação, ventos e densidade de espécies. De acordo com Caulix (2002), a floresta, geralmente, intercepta mais água em comparação à locais de cultivos ou pastagem, sendo qualquer modificação na estrutura da vegetação, irá acarretar no volume que é interceptado.

O estudo tem como objetivo quantificar a precipitação à céu aberto, sob cobertura vegetal de um plantio de *Pinus* sp. com e sem desbastes, a precipitação efetiva, escoamento pelos troncos e interceptação pelas copas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de dado foi realizada na Fazenda Experimental da Unesp, no município de São Manuel. O município de São Manuel esta localizado no interior do estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil. Se localiza à 709 metros de altitude e suas coordenadas geográficas são: latitude de 22°43'52" sul e longitude de 48° 34'14" oeste.

Esta região, segundo o método Koppen (1936), é Cfa, se caracterizando por um clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com temperatura média de 19,8°. O mês de janeiro é considerado mais quente, com temperatura média de 22,7° e julho, o mês com temperatura mais baixa, com 16,2°.

A pluviosidade média anual, nesta região, é de 1340 mm, sendo o mês de julho mais seco com 33 mm de precipitação e janeiro, o mês de maior precipitação, com 236 mm.

Para a obtenção dos dados, coletou a precipitação à céu aberto, em 5 parcelas no interior do plantio de *Pinus elliotti* de 32 anos e em 2 áreas de Pinus, com mesma idade, com desbastes, obtendo dados de 5 pluviômetros e fazendo as médias aritméticas.

Para o cálculo do escoamento do troco (Et), interceptação das copas (Ic) e precipitação efetiva (Pe), utilizou-se as seguintes equações: A precipitação interna pela equação 1: $PI = \frac{V_{pi}}{A_p} \cdot 10$ sendo: PI = precipitação interna (mm); Vpi = volume de

chuva coletado (cm³); Ap = área do pluviômetro (cm²). O escoamento pelo tronco (Et) foi estimado em 1% da precipitação interna. A equação 2: $Et = \frac{V_{et}}{A_c} \cdot 10$ sendo: Et

= escoamento pelo tronco (mm); Vet = volume de chuva coletado pelo tronco (cm³); Ac = área da copa (cm²). A soma da precipitação interna mais a água do escoamento pelo tronco forneceram a precipitação efetiva (PE) ocorrida no interior do fragmento, determinada pela equação 3: $PE = PI + Et$ sendo: PE = precipitação efetiva (mm); PI = precipitação interna (mm); Et = escoamento pelo tronco (mm). A estimativa da interceptação (Ic) das chuvas pelas copas das árvores foi calculada utilizando as médias das precipitações totais e efetivas através da equação 4: $Ic = P - PE$ sendo: Ic = interceptação pelas copas (mm); PA = precipitação total média a céu aberto (mm); PE = precipitação efetiva (mm).

RESULTADOS

Os dados de precipitação, precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação externa e sua porcentagem e interceptação das copas e sua porcentagem foram coletados e calculados conforme demonstra a tabela 1.

A tabela demonstra a coleta de dados de diferentes áreas com a espécie de *Pinus* sp. em locais onde existe e não existe desbastes.

Tabela 1: Dados médios da precipitação e processos hidrológicos em diferentes áreas com e sem desbaste em *Pinus elliotti*, na Fazenda experimental São Manuel

Chuvas	P (mm)	PI (mm)	Et (mm)	PE (mm)	% PE	IC (mm)	% IC
T1	41.5	30.8	0.31	31.11	74.96	10.39	25.03
T2	41.5	33.8	0.33	34.13	82.24	7.37	17.76
T3	41.5	31.2	0.31	31.51	75.92	9.99	24.07
T4	41.5	28.6	0.28	28.88	69.59	12.62	30.41
MÉDIA	41.5	31.1	0.31	31.4	75.68	10.09	24.31
T5a	41.5	33.8	0.34	34.15	82.28	7.35	17.71
T5b	41.5	33.7	0.34	34.04	82.02	7.46	17.98
MÉDIA	41.5	33.5	0.34	34.09	82.15	7.41	17.85

Observa-se que a precipitação interna (PI), e o escoamento pelo troço (Et), foram maiores nas áreas desbastadas. Em contra partida, a porcentagem de interceptação das copas (%Ic), foi maior nos locais onde não houve desbaste.

Na figura 1, demonstra como que foi a intensidade das chuvas nas diferentes parcelas, tanto com o desbaste como sem.

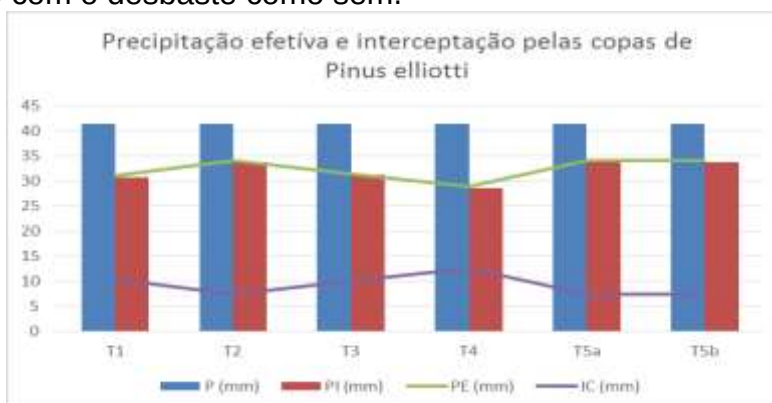


Figura 1. Processos hidrológicos com precipitação interna, externa, efetiva e interceptação pelas copas em *Pinus elliotti*.

Na figura 1, demonstra como que foi a redistribuição da água das chuvas nas diferentes parcelas de *Pinus*, com e sem desbaste. Observou-se que nas áreas 1, 3 e 4, onde não houve desbastes, a precipitação interna foi inferior quando comparadas com as áreas 5a e 5b, onde houve os desbastes. Com exceção à área 2, pode ter ocorrido problemas como abertura de clareira naquele local, obtendo assim precipitação semelhante às áreas desbastadas. A interceptação pelas copas foi menor nas parcelas 2 e 5 onde ocorreu o desbaste de 50% das árvores.

CONCLUSÃO

O presente estudo sobre a interceptação da precipitação pelas copas das árvores, ressalta sua importância na preservação do solo, contra o impacto da gota, evitando assim, possíveis erosões nas áreas florestadas.

Os estudos de apenas um evento chuvoso demonstrou que nas áreas onde houve desbastes a precipitação interna foi maior, ocorrendo assim uma menor ação das copas sobre a interceptação das chuvas. Contudo, houve um maior input de água no solo nas áreas de floresta com desbaste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAULIX, J., THOMAZ, E.L. Interceptação e precipitação interna: comparação entre floresta ombrófila mista e *Pinus elliottii* var. *elliotti*. Revista on-line Geoambiente, n.19. Jataí, 2012.

FERREIRA, S.J., LUIZÃO, F.J., DALLAROSA, G.R.L. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. Revista Acta Amazônica, vol. 35. Manaus 2005.

LEOPOLDO, P. R e CONTE, M. C. Repartição da água da chuva em cobertura vegetal com características de cerradão IN: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos e Simpósio Internacional de Recursos Hídricos em Regiões Metropolitanas. Anais... ABRH, v. 3, São Paulo, 1985.

RODRIGUES, V.A., TARJUELO, J.M., LUCAS-BORJA, M.E., RUIZ CANALES, A., TOMÁN, R.M.S. Interceptação da precipitação pelas copas em *Pinus halepensis* Mill em Albacete, Espanha. Revista Irriga Botucatu, v. 21, n.4, p. 736-749. Botucatu, 2016.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e aplicação. UFRGS/ABRH., cap. 6, 3º ed. 2002.

5.21 AVALIAÇÃO DA VAZÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE LOUVEIRA-SP

*Jorge Alcântara Espíndola Cardoso – Eng. Agrônomo, Mestrando do Instituto Agronômico IAC,
Email: jorge_gt.ba@hotmail.com*

*Jener Fernando Leite de Moraes – Eng. Agrônomo, Pesquisador do Instituto Agronômico IAC,
Email: jfmoraes@iac.sp.gov.br*

*João Carlos Batista Alves – Geógrafo, Mestrando do Instituto Agronômico IAC,
Email: joao_cpf@terra.com.br*

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se quantificar a vazão e avaliar a qualidade da água por meio do índice de qualidade da água (IQA) e do índice de qualidade da água para fins de abastecimento público (IAP) no município de Louveira-SP, tendo como referência o período entre março de 2015 e março de 2016. Para a execução do estudo foram utilizados dados obtidos a partir do projeto “Diagnóstico Agroambiental para Gestão dos Recursos Hídricos do Município de Louveira-SP”, além de dados de vazão aferidos com molinete fluviométrico nos exutórios de sub bacias hidrográficas do município de estudo. A partir destes dados foram feitos os cálculos para determinação dos índices IQA e IAP conforme proposto pela CETESB. Analisando os resultados, notou-se melhoria do IQA com o início da estação chuvosa, no entanto o IAP manteve-se estável na categoria “Boa”.

Palavras-Chave: Louveira-SP, Qualidade-Hídrica, IQA, IAP, Vazão.

ABSTRACT

This project aimed to quantify the water flow and to evaluate the quality of water through the water quality index (IQA) and water quality index for purposes of public water supply (IAP) in the municipality of Louveira-SP, regarding the period between March 2015 to March 2016. For the execution of the study were used data obtained from the project “Diagnóstico Agroambiental para Gestão dos Recursos Hídricos do Município de Louveira-SP”, and water flow data measured with flow probe in mouths of sub basins of municipality studied. From this data, were calculated the IQA and IAP index, as proposed by CETESB. Analyzing the results, was noted considerable improvement in IQA when started the rainy season, however the IAP has remained stable in the "Good" category.

Keywords: Louveira-SP, Water-Quality, IQA, IAP, Streamflow.

INTRODUÇÃO

O município de Louveira-SP é um pequeno município inserido dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no entanto comporta inúmeras empresas e áreas com atividade agrícola. Além disso, comparando imagens aéreas de 1972 e imagens orbitais 2014, ambas fornecidas pelo projeto “Diagnóstico Agroambiental para Gestão dos Recursos Hídricos do Município de Louveira-SP”, (MORAES et al., 2016), nota-se uma sensível expansão da área urbana, indicando aumento na população, incrementando consequentemente a demanda por água em quantidade e qualidade. Deste modo o objetivo deste trabalho foi quantificar a vazão e avaliar a qualidade da água por meio do índice de qualidade da água (IQA) e do índice de qualidade da água para fins de abastecimento público (IAP) no período entre março de 2015 e março de 2016.

MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas de estudo são as sub bacias hidrográficas do Município de Louveira, localizado no estado de São Paulo, entre as latitudes 23°02' e 23°07' Sul e longitudes 47°00' e 46°51' Oeste. Os dados utilizados nos cálculos do IQA e IAP, assim como os dados de vazão de água dos afluentes analisados, foram obtidos do projeto "Diagnóstico Agroambiental para Gestão dos Recursos Hídricos do Município de Louveira-SP", (MORAES et al., 2016). Para calcular os índices de IQA e IAP foram seguidos os critérios recomendados pela CETESB (2014). A vazão foi aferida nos pontos M3 (Engenho Seco, Arataba e Monterrei), M4 (Córrego Passarinho) e M5 (Córrego Fetá), com auxílio de um molinete fluviométrico para determinação da velocidade de fluxo dos afluentes, e medindo-se a área da secção transversal dos mesmos, assim, de posse destas duas informações foi efetuada a multiplicação de tais valores, obtendo-se a vazão do curso hídrico. Ambas as avaliações foram realizadas abrangendo período de seca e chuva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os índices de qualidade da água (IQA) analisados nos períodos seco e chuvoso, entre março de 2015 e janeiro de 2016. Os resultados foram dispostos seguindo as orientações propostas pela CETESB (2014), que variam de 0 a 100 e divide esta escala em 5 categorias, sendo o valor 100, o melhor cenário para a qualidade da água classificada como ótima, decrescendo sucessivamente até a categoria "Péssima", conforme disposto nas Figuras 1 e 2.

Observando o mapa de IQA para a estação seca (Figura 1), é possível identificar que a maior parte do município de Louveira-SP dispôs de água de boa qualidade no período analisado, principalmente nas regiões com predominância de ocupação rural, como é o caso das sub bacias Engenho Seco – Arataba I e II, Engenho Seco – Monterrey, Córregos Rainha, Passarinho e Fetá. Existe, entretanto, algumas sub bacias com água de qualidade, aceitável, ruim e até mesmo péssima, que estão associadas as áreas mais urbanizadas. Com o início da estação chuvosa, estas sub bacias tiveram uma sensível melhora no IQA, conforme Figura 2. Essa melhora pode estar associada com o aumento do volume de água dos afluentes, em função do aumento das precipitações, acarretando uma maior diluição dos elementos químicos presentes na água.



Figura 1. Índice de qualidade da água (IQA) para a estação seca.

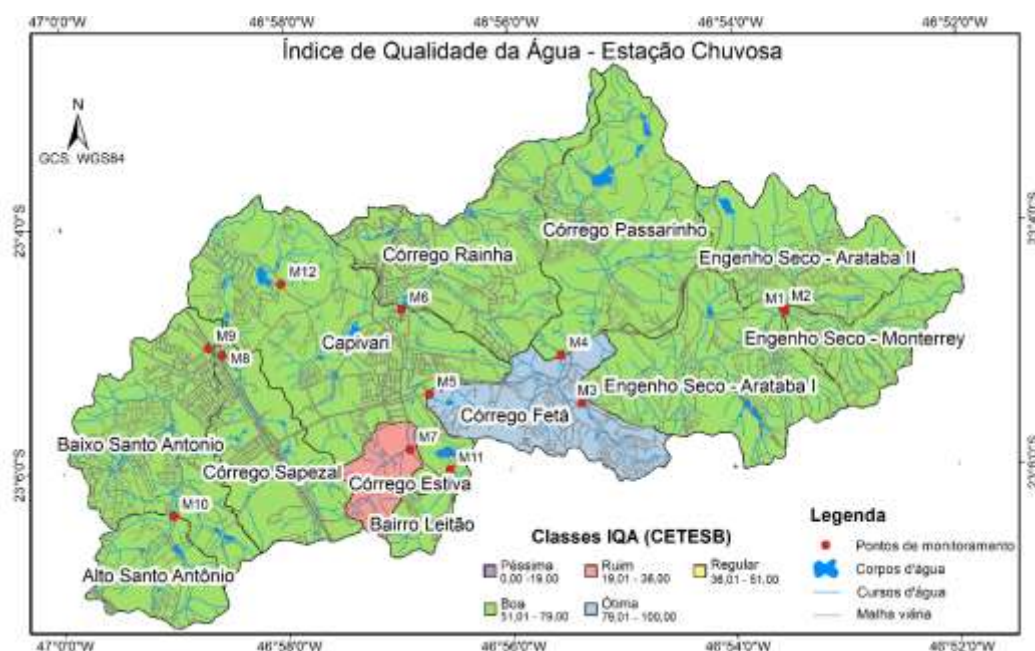


Figura 2. Índice de qualidade da água (IQA) para a estação chuvosa.

Nas Figuras 3 e 4, tem-se os resultados do IAP para as estações seca e chuvosa, e embora para ambas, a categoria “Boa” tenha se mantido inalterada, é valido salientar que este índice apenas foi avaliado nos pontos M3, M4 e M5, onde capta-se água para o abastecimento público, abrangendo as regiões de ocupação rural predominante, o que pode justificar a manutenção da boa qualidade da água nestes pontos.



Figura 3. Índice de qualidade da água para fins de abastecimento público (IAP) - estação seca.



Figura 4. Índice de qualidade da água para fins de abastecimento público (IAP) - estação chuvosa.

Na Figura 5 apresenta-se as vazões médias aferidas em sete datas que abrangeram estação seca e chuvosa. As vazões variaram de 0,05 m³/s, na estação seca a 0,67 m³/s, na estação chuvosa. Com o maior volume de água, há uma diluição natural nas suas características químicas e físicas, ocasionado uma melhoria do IQA, conforme verificado na Figura 2.



Figura 5. Vazão média aferida nos pontos M3, M4, e M5 em sete datas distintas.

CONCLUSÃO

Tendo como base o período e a base de dados avaliados é possível concluir que o IQA nos pontos avaliados apresentou resultados inferiores, na estação seca, quando comparado com a estação chuvosa, o que deve sugerir maior atenção na gestão dos recursos hídricos, principalmente quando estes são empregados para o abastecimento humano e/ou irrigação de produtos consumidos “in natura”.

Apesar do IAP, ter apresentado resultados dentro da qualidade “Boa”, recomenda-se uma maior atenção na gestão dos recursos hídricos, principalmente nas sub bacias que formam a área de manancial de abastecimento do município de Louveira.

AGRADECIMENTOS

À Pós-Graduação do IAC pelo apoio à pesquisa e à CAPES pela concessão de Bolsa.

REFERÊNCIAS

MORAES, J. F. L. **DIAGNÓSTICO AGROAMBIENTAL PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO MUNICÍPIO DE LOUVEIRA – SP.** Relatório Final, Campinas, IAC, 2016.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo: Apendice C – Índice de Qualidade das Águas** [relatório na internet]. São Paulo; 2014. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-C-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas-.pdf>>. Acessado em: ABR de 2017.

5.22 PROJETO NASCENTES DO RIO PARDO: AÇÕES DO PODER PÚBLICO PARA MELHORAR A QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE BOTUCATU ATRAVÉS DA MELHORIA DO SANEAMENTO BÁSICO

Rafael Marcelino – CATI EDR Botucatu – rafael.marcelino@cati.sp.gov.br
Júlio César Thoaldo Romeiro – CATI EDR Botucatu – julio.romeiro@cati.sp.gov.br
Ricardo Henrique Casini Chiarelli - CATI EDR Botucatu, ute.botucatu@cati.sp.gov.br
Daniel Ferreira Martins Pio – CATI EDR Botucatu – daniel.pio@cati.sp.gov.br
Marcus Paulo Vendito Soares - CATI CA Botucatu - marcus.soares@cati.sp.gov.br
Andréia Bosco Talamonte – CA Pardinho - andreiatalamonte@hotmail.com

RESUMO

Este componente do Projeto “Nascentes do Rio Pardo” tem por objetivo a manutenção da quantidade e da qualidade das águas do Rio Pardo e seus afluentes até a Represa do Mandacaru no Município de Botucatu, através de ações de tratamento de efluentes domésticos, garantindo assim a sustentabilidade do sistema de abastecimento urbano e a preservação dos recursos hídricos do Rio Pardo e seus afluentes. O projeto está sendo executado em quatro Microbacias Hidrográficas (duas em Botucatu e duas em Pardinho), totalizando uma área de 14.608 ha. O componente “fossas sépticas biodigestoras” consiste na distribuição de 120 biodigestores, sendo 60 em Botucatu e 60 em Pardinho. O biodigestor escolhido funciona como uma miniestação de tratamento de todo tipo de esgoto doméstico, e tem capacidade de receber e tratar o esgoto gerado diariamente por até 10 pessoas simultaneamente. Até o momento, 49 dos 120 biodigestores previstos no componente foram entregues e instalados. Até o final de 2017 todos os biodigestores estarão instalados, bem como os outros componentes estarão implantados (terraços, cercas de isolamento de APP, reabilitações de estradas e doações de mudas nativas). A implantação de biodigestores nas propriedades rurais localizadas nas áreas prioritárias para o Abastecimento Público de Água de Botucatu contribui para melhorar tanto a qualidade da água, quanto as condições sociais das propriedades, e os beneficiários percebem e ficam gratos por esta melhoria, criando condições para que as ações sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Palavras-chave: fossas sépticas biodigestoras; efluentes domésticos; rural

ABSTRACT

This component of the "Pardo River" Project aims to maintain the quantity and quality of the waters of the Rio Pardo and its tributaries to a Mandacaru Dam in the Municipality of Botucatu, through actions to treat domestic effluents, thus guaranteeing a Sustainability of the urban supply system and preservation of the water resources of the Pardo River and its tributaries. The project is being implemented in four hydrographic microbasins (two in Botucatu and two in Pardinho), totaling an area of 14,608 ha. The component "septic cesspool biodigesters" consists of the distribution of 120 biodigesters, 60 in Botucatu and 60 in Pardinho. The chosen biodigestor serves as a mini-treatment for all types of domestic sewage, and has the capacity to receive and treat the sewage generated daily by up to 10 people simultaneously. To date, 49 of the 120 biodigesters provided in the component have been delivered and installed. By 2017 all biodigesters will be installed, as well as the other components will be installed (terraces, APP insulation fences, road rehabilitation and donations of native seedlings). The implementation of

biodigesters in the rural properties located the priority areas for the Public Water Supply of Botucatu contributes to improve both the water quality and the social conditions of the properties, and the beneficiaries perceive and are grateful for this improvement, creating conditions for which the actions be sustainable over time.

Key words: septic cesspool biodigesters; domestic effluents; rural

INTRODUÇÃO

O Rio Pardo é o principal rio da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (UGRHI 17), nascendo em Pardinho e atravessando quatorze municípios do Estado de São Paulo até sua foz no município de Salto Grande.

Sua água é classificada como classe dois, sendo destinada ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional. Em Pardinho é barrado para abastecer uma população urbana de 5.582 habitantes. Em seguida é represado na cachoeira Véu da Noiva, cartão postal de Botucatu e na represa do Mandacaru, onde parte de suas águas são bombeadas para abastecer a população urbana de Botucatu com 127.328 habitantes. A cidade de Itatinga com uma população de 18.052 habitantes é abastecida pelo Rio Novo, afluente do Rio Pardo.

Além do abastecimento público, as águas do Rio Pardo são importantes na região para geração de energia elétrica, lazer, criação natural e/ou intensiva de peixes de espécies destinadas à alimentação; à agricultura (especificamente à irrigação) e à dessedentação de animais.

Em Botucatu, o Sistema de Abastecimento, vem apresentando déficit hídrico nos últimos anos, levando ao racionamento em períodos críticos. Em 2014, no auge da crise hídrica no Estado de São Paulo, 12 bombas de água localizadas em propriedades rurais foram lacradas pela SABESP e Defesa Civil do Município de Botucatu.

Considerando que o Rio Pardo e sua bacia de contribuição são fundamentais para o desenvolvimento regional, existe a necessidade do Poder Público implementar ações visando a sustentabilidade de seus recursos naturais, com a conservação de sua capacidade hídrica e da qualidade de suas águas.

Uma das medidas estratégicas para manutenção da qualidade das águas é a adoção de sistemas de saneamento eficientes no meio rural. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a agricultura de base familiar reúne 14 milhões de pessoas, mais de 60% do total de agricultores, e detém 75% dos estabelecimentos agrícolas no Brasil. É comum nessas propriedades o uso de fossas rudimentares (fossa "negra", poço, buraco, etc.), que contaminam águas subterrâneas e, obviamente os poços de água, os conhecidos poços "caipiras". Assim, há a possibilidade de contaminação dessa população, por doenças veiculadas pela urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelose e outras (Novaes et al., 2002).

Diante do exposto, a CATI Regional Botucatu e as Prefeituras de Botucatu e Pardinho, propuseram o presente trabalho, com objetivo de promover a manutenção da quantidade e da qualidade das águas do Rio Pardo e seus afluentes até a Represa do Mandacaru no Município de Botucatu, através de ações de tratamento de efluentes domésticos dos produtores rurais da bacia, garantindo assim a sustentabilidade do sistema de abastecimento urbano e a preservação dos recursos hídricos do Rio Pardo e seus afluentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O Projeto “Nascentes do Rio Pardo”, que abrange os municípios de Botucatu e Pardinho, é um projeto vinculado ao Programa Nascentes do Governo do Estado de São Paulo, que alia a conservação de recursos hídricos à proteção da biodiversidade por meio de uma estrutura que envolve 12 secretarias de estado, otimiza e direciona investimentos públicos e privados para cumprimento de obrigações legais, para compensação de emissões de carbono ou redução da pegada hídrica, ou ainda para implantação de projetos de restauração voluntários.

Ele tem por objetivo a manutenção da quantidade e da qualidade das águas do Rio Pardo e seus afluentes até a Represa do Mandacaru no Município de Botucatu, através de ações de conservação do solo, isolamento e recomposição de Áreas de Preservação Permanente, tratamento de efluentes domésticos, coleta e destinação de resíduos, incentivo a adoção de práticas com base agroecológica e pagamento por serviços ambientais pelos produtores rurais da bacia, garantindo assim a sustentabilidade do sistema de abastecimento urbano e a preservação dos recursos hídricos do Rio Pardo e seus afluentes.

O projeto está sendo executado em quatro Microbacias Hidrográficas (MBH), duas no município de Botucatu (MBH Água Madalena, Córrego da Água Clara, Panfilio Dantas e Rio Pardinho; MBH Rio Pardo) e duas no município de Pardinho (MBH Alto Pardo; MBH Baixo Pardo), totalizando uma área de aproximadamente 14.608 ha, correspondente a toda a bacia do Rio Pardo até a captação de água na represa do Mandacaru, município de Botucatu. Nesta área estão inseridas 301 propriedades, sendo que 90% delas são consideradas pequenas propriedades pelo fato de possuírem área inferior a quatro módulos fiscais.



Figura 1. Área de abrangência do projeto

Para viabilizar este projeto, a Secretária Estadual de Agricultura e Abastecimento (SAA) fez um convênio com a Agência Nacional das Águas (ANA), no valor de aproximadamente R\$ 5.001.956,20, que serão utilizados para custear as despesas com biodigestores, cercas, terraços e estradas.

A operacionalização local do Projeto por parte da SAA se dá por meio de sua equipe regional (Escritório de Desenvolvimento Rural de Botucatu e suas Casas de Agricultura); as Prefeituras de Botucatu e Pardinho com suas respectivas secretarias estão sendo parceiras importantes para auxiliar na implantação do Projeto, e o apoio da Assessoria Técnica da SAA é fundamental para o sucesso do Projeto.

Seu lançamento oficial ocorreu no dia 17 de abril de 2015, por meio de um plantio de mudas em Botucatu com a presença do Sr. Secretário Estadual de Agricultura e Abastecimento, Deputado Arnaldo Jardim. Desde então, etapas de planejamento foram cumpridas, e os produtores dessas áreas foram procurados para elaborarem seus Cadastros Ambientais Rurais (CAR), pré-requisito para o produtor participar do projeto.

Em 2016, a parte de implantação dos benefícios do Projeto foi iniciada com a realização de 2 reuniões de sensibilização do público alvo. No dia dezessete de agosto de 2016, foi realizada uma reunião com os produtores de Pardinho na Casa da Agricultura de Pardinho; no dia dezoito de agosto de 2016 a reunião foi realizada no Clube Kaikan (Colônia Santa Marina), com produtores de Botucatu.

O componente fossas sépticas biodigestoras do Projeto consiste na distribuição de 120 biodigestores, sendo 60 em Botucatu e 60 em Pardinho. O biodigestor escolhido foi um produto comercial da marca Acqualimp®, empresa que venceu a licitação, e é encontrado no mercado, com volume de 1.300 litros, funcionando como uma miniestação de tratamento do esgoto, com capacidade de receber e tratar o esgoto gerado diariamente por até 10 pessoas simultaneamente, distribuídas em uma ou mais residências (ACQUALIMP®, 2017). Este modelo escolhido é diferente do modelo da EMBRAPA; ele funciona com 1 caixa ao invés de 3, e possibilita o tratamento de resíduos com sabão ou detergente, como as de área de serviço, cozinhas etc, diferente do modelo da EMBRAPA.

No dia 14 de dezembro de 2016, o Eng. Civil Daniel Kuchida, Gerente de Desenvolvimento, Soluções e Serviço ao Cliente da Acqualimp, veio à região para realizar entrega técnica de 1 fossa séptica biodigestora em Botucatu, e 1 em Pardinho. Essa entrega consistiu em uma demonstração de método, onde todos os produtores da área de atuação do Projeto foram convidados, para conhecerem mais sobre os biodigestores, e tirarem dúvidas da instalação, do princípio de funcionamento, do uso, das capacidades, da manutenção, etc.

Para poder receber o benefício, os produtores tiveram que cumprir alguns pré-requisitos: estar localizado na área prioritária do Projeto; ter se cadastrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR); ter atualizado seu cadastro no Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuárias (LUPA), ter preenchido o questionário de avaliação ambiental da propriedade; ter assinado o termo de compromisso e ter comprovado a execução com o termo de conclusão.

Posteriormente, os biodigestores foram entregues nas propriedades rurais, e os produtores tiveram 60 dias para realizar a instalação dos mesmos. As prefeituras auxiliaram na entrega dos biodigestores e na escavação do buraco onde eles foram instalados com uso de retroescavadeiras. Os produtores tiveram como contrapartida, a responsabilidade de concluir a instalação de acordo com o manual técnico, arcando com os custos de material e mão-de-obra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, 49 dos 120 biodigestores previstos no componente foram entregues e instalados. Até o final de 2017 todos os biodigestores estarão instalados, bem como os outros componentes estarão implantados (terraços, cercas de isolamento de APP, reabilitações de estradas e doações de mudas nativas).

Como resultado social, constatamos que os moradores tiveram boa recepção dos biodigestores, entendendo a importância ambiental da instalação e da manutenção do equipamento, inclusive sentindo-se valorizados pelo poder público ao receberem a doação. Entenderam que para garantia da boa qualidade da água

de suas propriedades e da bacia hidrográfica o bom manejo do equipamento é fundamental.

Para garantir que os resultados sejam benéficos e duradouros, a CATI terá a função de acompanhar o funcionamento e a manutenção dos biodigestores pelos beneficiários, como garantia do perfeito funcionamento e certeza de que as águas dos mananciais e lençol freático da bacia estejam protegidas da contaminação por esgotos domésticos contendo fezes humanas.



Figura 2. Biodigestores: Antes, durante e após instalação.

Além dos benefícios diretos, o Projeto também traz contribuições ambientais indiretas, tendo em vista que muitos produtores de outras regiões dos municípios viram divulgações do Projeto na imprensa local e procuraram as Casas de Agricultura interessados em implantar as tecnologias apresentadas em suas propriedades. A Prefeitura inclusive estuda outros editais para captação de recursos, de modo a estender a implantação de fossas sépticas biodigestoras em outras áreas do município.

A ideia é que ao fim do projeto, as propriedades rurais localizadas na zona prioritária para o abastecimento público de Botucatu fiquem ambientalmente adequadas, gerando benefícios para o município como um todo, pois as ações do Projeto visam aumentar a quantidade e a qualidade da água infiltrada nos mananciais, e para o produtor, que já irá conseguir de graça, ou a um custo muito reduzido, algumas obrigações que ele teria que bancar por conta própria futuramente, de acordo com o Novo Código Florestal, que instituiu o CAR (Cadastro Ambiental Rural) e o PRA (Programa de Regularização Ambiental).

CONCLUSÕES

A implantação de fossas sépticas biodigestoras nas propriedades rurais localizadas nas áreas prioritárias para o Abastecimento Público de Água de Botucatu contribui para melhorar tanto a qualidade da água, quanto as condições sociais das propriedades, e os beneficiários percebem e ficam gratos por esta melhoria, criando condições para que as ações sejam sustentáveis ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUALIMP®. GUIA DE INSTALAÇÃO, Biodigestor 600L, 1.300L e 3.000 L. 10 p. Disponível em: <<http://www.acqualimp.com/>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

NOVAES, A. P. de; SIMÕES, M. L.; MARTIN NETO, L.; CRUVINEL, P.; SANTANA, A.; NOVITNY, E H ; SANTIAGO, G ; Nogueira, A. R. A. . Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. Sao Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002 (Comunicado Técnico 46).

5.23 PROJETO NASCENTES DO RIO PARDO: TERRACEAMENTO DO SOLO COMO FORMA DE EVITAR O ASSOREAMENTO DO RIO PARDO E AUMENTAR A INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA

*Júlio César Thoaldo Romeiro – CATI EDR Botucatu – julio.romeiro@cati.sp.gov.br
Ricardo Henrique Casini Chiarelli - CATI EDR Botucatu, ute.botucatu@cati.sp.gov.br
Daniel Ferreira Martins Pio – CATI EDR Botucatu – daniel.pio@cati.sp.gov.br
Rafael Marcelino – CATI EDR Botucatu – rafael.marcelino@cati.sp.gov.br
Jaime Duarte Filho - CATI EDR Botucatu – jaime.duarte@cati.sp.gov.br
Oswaldo Antonio Zani - CATI CA Pardinho - oswaldo.zani@cati.sp.gov.br*

RESUMO

O Rio Pardo tem 264,25km de extensão, banhando 15 municípios desde o seu nascimento no município de Pardinho até sua foz em Salto Grande. Ele é um rio estratégico para o desenvolvimento regional de Botucatu, visto sua população ser inteiramente abastecida com as águas captadas na Represa do Mandacaru. O projeto está sendo executado em quatro Microbacias Hidrográficas (duas em Botucatu e duas em Pardinho), totalizando uma área de 14.608 ha, onde 351 propriedades rurais contribuem com o abastecimento até a represa. O uso equivocado do solo vem provocando diminuição do volume útil da represa, visto os sedimentos carregados pelas águas das enxurradas que não encontram obstáculos até sua chegada aos cursos hídricos, seja diretamente no Rio Pardo, seja em seus afluentes. Com o objetivo de reduzir os impactos causados, o Projeto Nascentes foi constituído num esforço conjunto entre a Agência Nacional das Águas (ANA) e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) do Estado de São Paulo, a fim de implantar nas propriedades rurais do referido Projeto, 245 hectares de terraços para melhorar a conservação de solo e infiltração de água em áreas estratégicas. Até o momento, 95 hectares de terraços foram construídos em 12 propriedades rurais, e os resultados são positivos, tendo em vista que a água advinda das precipitações teve sua velocidade reduzida, e parte do volume que não infiltrou num primeiro momento foi armazenada nestes terraços, infiltrando posteriormente e culminando no aumento do volume e melhoria da qualidade da água do Rio Pardo.

Palavras-chave: Conservação de Solo; Abastecimento; Gestão da Água; Extensão Rural

ABSTRACT

The Pardo River is 264.25 km long, bathing 15 municipalities from its birth in the municipality of Pardinho to its mouth in Salto Grande. It is a strategic river for the regional development of Botucatu, since its population is fully supplied with the waters captured in the Mandacaru Dam. The project is being implemented in four hydrographic microbasins (two in Botucatu and two in Pardinho), totaling an area of 14,608 ha, where 351 rural properties contribute to the supply to the dam. The mistaken use of the soil has caused a decrease in the useful volume of the dam, considering the sediments carried by the floodwaters that do not encounter obstacles until their arrival in the watercourses, either directly in the Pardo River or in its tributaries. In order to reduce the impacts caused, the Nascentes Project was set up in a joint effort between the National Water Agency (ANA) and the Secretariat of Agriculture and Supply (SAA) of the State of São Paulo, in order to implement 245

hectares of terraces to improve soil conservation and water infiltration in strategic areas. So far, 95 hectares of terraces have been built on 12 farms, and the results are positive, given that the water from the precipitations had its speed reduced, and part of the volume that did not infiltrate at first was stored in these terraces, Subsequently infiltrating and culminating in the increase in volume and improvement of the water quality of the Pardo River.

Key words: Soil Conservation; Supply; Water Management; Rural extension

INTRODUÇÃO

Regiões tropicais do planeta a qual se localiza o Brasil, caracterizam-se por chuvas de elevada intensidade, muitas vezes superiores à capacidade de infiltração dos solos brasileiros, ocasionando escoamento superficial e conseqüentemente, carreamento de partículas de solo (SANTOS et al., 2010). Considerando que nos pontos mais baixos das MBHs teremos cursos d'água de diversos tipos e naturezas, esses sólidos em suspensão nas águas das enxurradas chegarão à eles, causando problemas de diversos tipos como impactos na microfauna e flora aquática, nas relações bióticas de peixes, e em casos de rios barrados para captação de água para abastecimento humano, diminuição do volume útil do respectivo reservatório.

Na região de Botucatu às águas do Rio Pardo abastecem mais de 120.000 pessoas dos municípios de Botucatu e Pardinho. Em Botucatu, o Sistema de Abastecimento vem apresentando déficit hídrico nos últimos anos, levando ao racionamento em períodos críticos. As águas do Rio Pardo, além dos dois municípios envolvidos no Projeto, abastecem outros 13 municípios do Estado e a bacia localiza-se em área de recarga do aquífero Guarani.

A manutenção da capacidade de produzir água está relacionada com o abastecimento do lençol freático. Este abastecimento ocorre através da adoção de tecnologias de produção que promovam a infiltração da água no perfil do solo (KOBAYAMA et al., 2008). Estas tecnologias que visam à redução da formação de enxurradas e aumento da capacidade de infiltração dos solos devem ser adotadas em toda a área de contribuição da bacia e não apenas nas áreas de preservação. Assim, as áreas de produção agropecuária deverão estar sempre associadas às tecnologias conservacionistas, tais como plantio direto na palha, mínimo revolvimento do solo, cultivo em nível, e terraceamento do solo.

O terraço nas áreas agrícolas brasileiras, conhecido também como curva de nível, representa a técnica mais difundida e utilizada no controle da erosão hídrica, sendo que em muitas regiões brasileiras, a conservação do solo teve, ou ainda tem como sinônimo, a construção de curvas de nível (LOMBARDI NETO et al., 1994).

A conservação dos solos compreende também a manutenção da qualidade da superfície, que é a capacidade do solo de exercer suas funções como componente do ciclo hidrológico, meio para crescimento e produção de culturas e filtro ambiental. Nas condições brasileiras, e na maior parte do planeta, a principal causa da degradação dos solos é a erosão hídrica (De MARIA & PECHE FILHO, 2009).

Se o Rio Pardo e conseqüentemente sua bacia de contribuição é fundamental para o desenvolvimento regional, existe a necessidade de se implementar ações visando a conservação de sua capacidade hídrica e da qualidade de suas águas. Em locais onde o interesse público é evidente, é papel do Estado e do Município criar políticas públicas para a sustentabilidade de seus recursos naturais e, neste caso, uma das medidas estratégicas para a manutenção do sistema de

abastecimento hídrico urbano dos municípios de Botucatu e Pardinho é a regularização ambiental das propriedades rurais da bacia em caráter de urgência.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo identificar propriedades que apresentam problemas de conservação do solo, contribuindo para a poluição do Rio Pardo, bem como seus afluentes; e assoreamento da represa do Mandacaru, visando através da construção de terraços promover a infiltração da água e resolver os problemas de escoamento superficial com consequente erosão do solo e carreamento de partículas sólidas ao rio, num projeto denominado Projeto Nascentes do Rio Pardo: O Rio de Nossas Vidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto está sendo executado em quatro Microbacias Hidrográficas, sendo duas no município de Botucatu (Água da Madalena e Rio Pardo) e duas no município de Pardinho (Alto Pardo e Baixo Pardo), conforme se pode visualizar na Figura 1; totalizando uma área de aproximadamente 14.608 hectares, correspondente a toda a bacia do Rio Pardo desde as suas nascentes até a captação de água na represa do Mandacaru, no município de Botucatu. Nesta área estão inseridas 301 propriedades, sendo que 271 delas possuem menos de quatro módulos fiscais.



Figura 1. Área de abrangência do projeto

Após a assinatura do convênio entre a ANA e a SAA, os produtores rurais com propriedades inseridas na área de abrangência do Projeto foram convidados a participar de duas reuniões, uma no Clube Kaikan na Colônia Santa Marina, em Botucatu, e a segunda na Casa da Agricultura de Pardinho, para apresentação do Projeto Nascentes do Rio Pardo (Figura 2).



Figura 2. Reuniões de sensibilização dos produtores.

Por ocasião das reuniões, os produtores interessados preencheram um questionário em que, dentre outras informações, constava a área na propriedade com problemas de erosão de solo. Vale ressaltar que as áreas com graves problemas de erosão, geralmente são ocupadas com pastagens em sistema de produção extensiva de gado, que não recebem adubações e correções do solo de acordo com os níveis exportados pelo vegetal.

Após o interesse do produtor através do questionário, o engenheiro agrônomo da CATI, tanto da Casa da Agricultura de Botucatu quanto de Pardinho, visitou individualmente cada propriedade para realizar o Plano Individual da Propriedade (PIP), verificando a real necessidade no serviço de conservação de solo e sua importância perante os objetivos do Projeto.

Em consequência desse levantamento realizado pela CATI, a empresa contratada para realizar o terraceamento das propriedades, nesta ocasião denominada Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP), iniciou os serviços em 13 propriedades nos municípios de Botucatu e Pardinho, e os resultados serão descritos a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Estância Canaã foi a primeira propriedade que sofreu intervenção do Projeto Nascentes, numa área aproximada de 7 ha, com 1.900 m lineares de terraços de base larga. Sua posição é estratégica, pois fica ao lado da represa do Mandacaru, e o impacto da erosão antes causada pelas chuvas intensas e devido a falta de conservação de solo, promovia prejuízos enormes na referida represa. Nascentes que nos últimos anos haviam secado voltaram a ter água corrente meses após a construção dos terraços, nas primeiras chuvas armazenadas (figura 3).



Figura 3. Estância Canaã antes e após intervenções do Projeto Nascentes

Na Estância Santa Marta foram construídos terraços para conservar 38,5 ha de pastagens em avançado estágio de degradação, possível de ser visualizado na Figura 4b devido aos sulcos provocados pelo pisoteio do gado, indicativo do descaso com a conservação do solo muito comum de ser encontrado em outras propriedades não só de Botucatu, como também da região. Aqui foram feitos 6.617 metros lineares de terraços embutidos.



Figura 4. Visita do Secretário de Estado da Agricultura, Dr. Arnaldo Jardim, ao final do terraceamento (A) e construção dos terraços na Estância Santa Marta (B).

Assim como nos dois exemplos mencionados acima, no ano de 2016 foram realizados 95 ha de terraceamento como forma de conservação de solo e consequente controle de erosão, e em 2017 estão previstos mais 150ha de terraceamento, totalizando 245ha os quais o Projetos Nascentes do Rio Pardo conservará. Essa prática mecânica de controle da erosão hídrica do solo irá beneficiar toda a bacia do Rio Pardo até a Represa do Mandacaru, assim como os moradores da cidade de Botucatu através do abastecimento de suas residências, além de proteger o meio ambiente e tornar a exploração mais sustentável.

CONCLUSÕES

A recuperação do solo em São Paulo é fundamental para a melhoria da qualidade das águas dos rios que abastecem seus municípios. Nesse sentido, o terraceamento é uma técnica com eficiência reconhecidamente comprovada, pois atua como obstáculo ao escoamento superficial da água, reduzindo o arraste das partículas de solo e aumentando a infiltração, melhorando a qualidade da mesma devido à filtragem pelo solo e aumentando a vazão de olhos e minas d'água.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo pela priorização dos municípios de Botucatu e Pardinho, pioneiros desse Projeto no Estado, às Prefeituras e Casas de Agricultura destes municípios, e a todos os colegas da instituição que direta ou indiretamente ajudaram na execução das metas até o momento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE MARIA, I. C.; PECHE FILHO, A. Terraceamento complementa proteção da superfície. **Revista Visão Agrícola**. n.9, p.140-143, 2009.
- KOBIYAMA, M.; MOTA, A. DE A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Ed. Organic Trading, 1.ed., 2008.
- LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; LEPSCH, I; OLIVEIRA, J. B. de; BERTOLINI, D.; GALETI, P. A.; DRUGOWICH, M. I. **Terraceamento agrícola**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994. (Boletim técnico 206.)
- SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N.P.; OLIVEIRA, L. F. C. DE. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.14, n.2, p.115-123, 2010.

5.24 AVALIAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DO SOLO EM CULTURAS DE EUCALIPTO E MILHO NO PERÍODO CHUVOSO

Yago Alves Baptista - FCA/UNESP – yago_ab@hotmail.com, Felipe Laurino – FCA/UNESP – eg4felipe@outlook.com.br, Maurício Magalhães Domingues – FCA/UNESP – mauriciomdomingues@gmail.com, Tiago Moreira – FCA/UNESP – tiagomoreiraeng16@gmail.com, Maurício Torloni Neto – FCA/UNESP – mauricio.torloni@hotmail.com

RESUMO

As propriedades físicas do solo como a umidade, densidade e porosidade podem servir de estudos para auxiliar na busca de uma maior produtividade da madeira em áreas reflorestadas com eucalipto assim como nas lavouras de milho. Todos esses fatores físicos são interligados e responsáveis pela infiltração, retenção e drenagem de água no solo. O objetivo foi estudar as interrelações entre umidade, densidade, porosidade, contração do solo e sua capacidade de armazenamento de água em um reflorestamento de *Eucalyptus urograndis*, com 5,5 e 6 anos de idade, e em uma plantação de milho, no período chuvoso. Ambas as áreas são localizadas na área da Fazenda Experimental Edgárdia, município de Botucatu, São Paulo, Brasil. As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0, 30 e 50 cm, no dia 21 de Abril de 2017, período caracterizado como chuvoso. As amostras foram levadas a laboratório para determinação da umidade, densidade das partículas e porosidade do solo. Para o cálculo do teor da umidade, foi utilizada a massa úmida e a massa seca. Para o cálculo de porosidade, foram considerados os valores médios de densidade do solo e da densidade das partículas do solo. Os resultados evidenciam que o teor de umidade na superfície foi 11.14% para eucalipto e 14.04% para milho. A densidade das partículas do solo de ambas as áreas foi de 2,45 g/cm³, enquanto a densidade aparente foi de 2,325 g/cm³, resultando em uma porosidade média de 5,102%, respectivamente.

Palavras-chave: Balanço hídrico, umidade do solo, densidade do solo, porosidade

ABSTRACT

The physical properties of the soil, as its humidity, density and porosity can be used as subject of study to help the search for higher productivity of wood in reforested areas of eucalyptus as well as corn farming. All this physical factors are intertwined and are responsible for the infiltration, retention and the draining of water in the soil. The objective was to study the relations between humidity, density, porosity, soil contraction and its capacity to hold water in a reforested area of *Eucalyptus* with 5.5 to 6 years and in a plantation of corn seeds, in the rainy season. Both areas are localized in “Fazenda Experimental Edgárdia”, county of Botucatu, state of São Paulo, Brazil. The samples were collected in layers of 0, 30 and 50 centimeters, on April 21st, 2017, period characterized as rainy. The samples were then taken to the laboratory to determine its humidity, density of particles and soil porosity. For the calculation of the humidity percentage, humid mass and dry mass were used. For the porosity calculus, the average values for the density of soil and particles were considered. The results indicate that the humidity percentage for the eucalyptus was 11.14% and 14.04% for corn. The particle density of the soil in both areas was 2.45g/cm³, while the apparent density was 2.325g/cm³, resulting in a average porosity of 5.102%.

Key words: Water balance, soil humidity, soil density, porosity.

INTRODUÇÃO

A vegetação tem grande importância na manutenção das condições de porosidade do solo, tanto pelo desenvolvimento das raízes, quanto pela formação da matéria orgânica adicionada ao solo, desta forma é importante que haja o manejo do solo com práticas conservacionistas de forma adequada, assim contendo a erosão e o escoamento, diminuindo, portanto as áreas degradadas. As características físicas controlam a percolação de água no solo. Na época das chuvas forma-se um ambiente armazenador de água e, na época das secas, a contração do solo facilita a saída de água.

No entanto, a má distribuição das chuvas e a existência de camadas coesas em muitos solos dos tabuleiros promovem, muitas vezes, alterações importantes no regime hídrico do solo e nas taxas de evapotranspiração das culturas exploradas nesse ecossistema (CINTRA, et al 2000).

As propriedades físicas do solo como a umidade, densidade e porosidade podem servir de estudos para auxiliar na busca pela produtividade da madeira em áreas reflorestadas com eucalipto. Tais fatores físicos estão interligados e são responsáveis pela infiltração, retenção e drenagem de água no solo (RODRIGUES, et al 2015). A umidade do solo é importante para a compreensão do processo de armazenamento e de distribuição da água no solo, que pode ser determinada por métodos diretos (gravimétrico e o volumétrico) e por métodos indiretos (método de atenuação de nêutrons, método da atenuação da radiação gama, método TDR), entre outros (LIBARDI, 2005).

A partir de tais considerações, o trabalho tem como objetivo estudar as interrelações entre umidade, densidade, porosidade, contração do solo e sua capacidade de armazenamento de água em 2 parcelas, realizando a análise do perfil do solo a 0, 30 e 50 cm de profundidade sob a cobertura de *Eucalyptus urograndis* e de milho, situados na área da Fazenda Experimental Edgárdia, Botucatu-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Análise física

Foram coletadas amostras de solo em diferentes profundidades, 0, 26 e 50 cm, como mostra a figura 1, em duas valas diferentes, uma localizada nas entre linhas de uma plantação de eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) com espaçamento de 3x2 m e idade de aproximadamente 5 anos, e a outra nas entre linhas de uma plantação de milho-verde (*Zea mays*) com espaçamento de 80 cm entre linhas, com idade de aproximadamente 6 meses. Para cada profundidade foram feitas três repetições, totalizando um total de 18 amostras coletadas.

Os anéis volumétricos utilizados para coletar as amostras na plantação de eucalipto possuem 4 cm de altura e 5,5 cm de diâmetro, com área da base de 23,76 cm² e volume de 95,04 cm³. Já os anéis volumétricos utilizados na plantação de milho possuem 4 cm de altura e 6 cm de diâmetro, com 28,27 cm² de área da base e volume de 113,10 cm³.

A partir dessas amostras indeformadas realizou-se as determinações das características físicas do solo tais como umidade, densidade aparente, densidade das partículas do solo, porosidade e armazenamento de água no perfil do solo.

Antes da coleta os anéis foram envoltos em papel alumínio, pesados e identificados, para posteriormente poder diferenciar o peso do anel e do solo. Após a coleta de cada amostra foi feita a limpeza externa dos anéis, para remover o excesso de solo, e cada anel foi envolto no pedaço de papel alumínio, cujo qual foi

pesado junto, para que não houvesse perda de solo durante o transporte ao laboratório. Em seguida os anéis foram levados imediatamente para o laboratório para proceder com a pesagem da massa úmida.

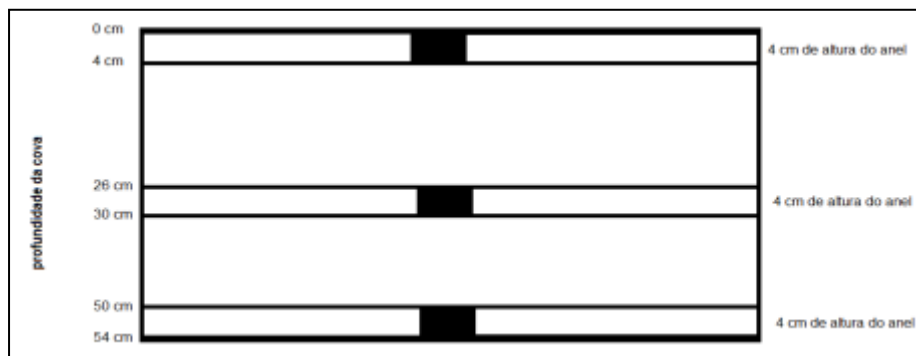


Figura 10: Esquema de posicionamento dos anéis volumétricos na cova, em diferentes profundidades.

Umidade do solo

A umidade do solo foi determinada pela formula: $U = \frac{mu - ms}{ms}$

Onde: U = umidade base seca do solo;

mu = massa úmida do solo (g);

ms = massa seca do solo (g).

Após a pesagem da massa úmida do solo, ele foi colocado em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até obter massa constante.

Teor de umidade do solo a base de volume

A umidade do solo a base de volume do solo foi determinada pela formula:

$$\theta = \rho \cdot U$$

Onde: θ = umidade do solo a base de volume do solo (cm^3 de H_2O / cm^3 de solo);

ρ = densidade aparente do solo (g/cm^3);

U = umidade base seca do solo.

Densidade do solo

A densidade do solo foi determinada pela formula: $\rho = \frac{ms}{V}$

Onde: ρ = densidade aparente do solo (g/cm^3);

ms = massa seca do solo (g);

V = volume total do solo (cm^3).

Densidade das partículas do solo

A densidade das partículas do solo foi determinada pela fórmula:

$$\rho_{es} = \frac{Ps}{(PBA - PBAS) + Ps}$$

Onde: ρ_{es} = densidade das partículas do solo (g/cm^3);

Ps = peso de solo seco (g);

PBA = peso do balão de vidro com água (g);

$PBAS$ = peso do balão de vidro com água e solo.

O seguinte procedimento foi realizado:

- Um balão volumétrico de 100 ml foi preenchido com água e pesado; 2/3 da água foi jogada fora após a pesagem;
- 20 g de solo, seco em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até obter massa constante, foi moído e adicionado ao mesmo balão volumétrico de 100 ml, que continha 1/3 da água adicionada anteriormente;

- O cadinho onde o solo foi triturado foi cuidadosamente lavado e a água despejada dentro do balão volumétrico, para que nenhuma partícula de solo fosse perdida;
- O balão volumétrico contendo a água e o solo foi levado a Banho-Maria por 30 min. de 60 a 80 °C;
- Os 100 ml do balão volumétrico foram completados e pesou-se o balão contendo a água e o solo.

Porosidade do solo

A porosidade do solo foi determinada pela formula: $P = 1 - \frac{\rho}{\rho_{es}}$

Onde: P = porosidade do solo;

ρ = densidade aparente do solo (g/cm³);

ρ_{es} = densidade específica do solo (g/cm³).

Quantificação do armazenamento de água no solo

A quantificação do armazenamento de água no solo foi determinada pela formula:

$$\Delta S = \theta \cdot h \cdot 10$$

Onde: ΔS = armazenamento de água no solo (mm);

θ = umidade do solo a base de volume do solo (cm³ de H₂O / cm³ de solo);

h = altura do perfil do solo (cm)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil do solo	mu (g)		ms (g)		Ubs		V (cm ³)		ds (g/cm ³)	
	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho
0 cm	261,48	295,36	226,64	261,97	0,1047	0,1275	95,03	113,09	2,3849	2,317
26 cm	278,18	250,88	221,32	219,90	0,1070	0,1404	95,03	113,09	2,3289	1,943
50 cm	270,35	264,00	220,80	226,92	0,1227	0,1533	95,03	113,09	2,3235	2,020

Perfil do solo	dp (g/cm ³)		Porosidade		θ (cm ³)		ΔSp (mm)	
	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho	Eucalipto	Milho
0 cm	2,45	2,45	0,0266	0,0543	0,2609	0,2954	10,436	11,816
26 cm	2,45	2,45	0,0494	0,2069	0,2829	0,2727	84,870	81,810
50 cm	2,45	2,45	0,0516	0,1755	0,3107	0,3096	167,777	167,184

Pela proximidade entre as duas áreas, os dias em que ocorreram as chuvas afetou ambas igualmente, não influenciando na análise física dos diferentes solos e consequentemente no resultado das comparações.

O solo com o plantio de milho apresentou maior teor de umidade do que o solo com plantio de Eucalipto. De acordo com Doorenbos & Kassam (1994) o milho em sua fase de colheita possui um Kc entre 0,55 e 0,60 considerado baixo, possuindo uma menor evapotranspiração o que acarreta em um menor uso da água do solo. Possivelmente uma floresta de eucalipto possua um Kc maior quando comparado ao milho nesta fase. Ressaltamos a necessidade de estudos na medição do Kc de uma floresta plantada de Eucalipto pois não encontra-se na literatura valores tabelados de Kc para Eucalipto.

A densidade aparente do solo no plantio de eucalipto encontra-se maior do que na plantação de milho, nas três faixas de profundidade, provavelmente devido ao preparo de solo feito.

Observou-se que a quantidade de água no solo aumenta ao longo da profundidade em ambas as culturas. O solo com plantio de Eucalipto apresentou menor porosidade nas faixas de solo analisadas quando comparado ao plantio agrícola.

CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado concluiu-se que o solo com o plantio de *Zea mays* e de *Eucalyptus* apresentaram um balanço hídrico semelhante.

O preparo de solo teve uma grande influência no que diz respeito a porosidade e a densidade do solo, sendo que, no plantio de Eucalipto o preparo foi feito apenas na linha de plantio e com uso do cultivo mínimo, estando o solo não revolvido por no mínimo cinco anos, diferente do plantio de milho, onde o preparo de solo foi feito de forma convencional, sendo feito em toda a área do plantio, estando o solo da entre linha revolvido a menos de um ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CINTRA, Fernando Luis Dutra; LIBARDI, Paulo Leonel; SAAD, Antonio Melhem. **Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 1, p. 23-28, 2000.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da Água no Solo**. São Paulo, Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 335p.

RODRIGUES, V. A., ENZ, T. R., OLIVEIRA, J. B., CAPOANI, M. T. **Soil physical evaluation of *Eucalyptus grandis* reforestation in the periods dry and rainy**. German-Brazilian Symposium on Sustainable Development. Heidelberg, Alemanha. 2015, p. 249.

5.25 MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE NUMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA

*Mariana W. T. Piza¹ - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas e Docente da Faculdade Iteana de Botucatu (FAIB), Botucatu,
E-mail: marywagner.adm@gmail.com*

*Francisco J.B.T. Piza² - Docente do curso de Engenharia Civil, Faculdade Sudoeste Paulista (FSP), Avaré.
E-mail: franciscotoledopiza@gmail.com,*

*Osmar C. Bueno³ - Docente do Departamento de Economia; Sociologia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.
E-mail: osmar@fca.unesp.br*

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar como a micro e minigeração distribuída podem auxiliar na busca pela sustentabilidade de uma microbacia hidrográfica. O estudo foi realizado por meio de levantamentos ao Balanço Energético Nacional (BEN), legislação vigente e acesso ao sítio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Considerou a bacia hidrográfica como unidade ideal para o trabalho com recursos naturais, visto que esta é definida pela própria natureza a partir dos processos físicos e químicos que moldam o relevo e condicionam as relações entre os componentes bióticos e abióticos existentes na área (PIROLI, 2013, p. 21). Como considerações finais tem-se que o estudo e implementação do suprimento elétrico, baseado na delimitação de microbacias por meio da micro e minigeração geração distribuída, diminuirá a utilização das redes de transmissão e distribuição do sistema elétrico, reduzirá a utilização de grandes reservatórios e utilizará de fontes locais, tais como água, biomassa, sol e vento para o atendimento da região, auxiliando então na busca por sustentabilidade.

Palavras-chave: sustentabilidade, gestão de microbacias, eletricidade.

ABSTRACT

The present study aimed to verify how the distributed micro and minigeneration of electric energy can help on seeking sustainability of a watershed. The study was performed based on the National Energy Balance (BEN), the current legislation and the access to the site of National Electric Energy Agency (ANEEL). The hydrographic basin was considered an ideal unit for working with natural resources, since it is produced by its own environment through physical and chemical processes that shape the landform and condition the relationships between biotic and abiotic components of the area (PIROLI, 2013, p.21). In conclusion, the study and implementation of electric supply, based on the delimitation of watershed through distributed micro and minigeneration, will: reduce the use of transmission and distribution networks of the electric system; reduce the use of large reservoirs; and enable the use of local sources such as water, biomass, sun, and wind to serve the region, helping with sustainability.

Keywords: sustainability, watershed management, electricity.

INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade vem, cada vez mais, participando do dia a dia das pessoas e embasando decisões. A preocupação com a continuidade dos processos e a relevância de satisfazer necessidades atuais sem impactar negativamente as futuras gerações só vem crescendo desde a década de 1980. O cuidado com a água está intimamente relacionada com a sustentabilidade, uma vez que ela é fundamental para o desenvolvimento e manutenção de vida na terra. Sua qualidade, quantidade e uso adequado e sustentável tornam-se primordiais para o desenvolvimento econômico, social e cultural da humanidade. A energia elétrica é também um recurso fundamental para a humanidade pois é a principal fonte de luz, calor e força utilizada no mundo moderno. Sua produção no Brasil está intimamente ligada a água, pois a fonte hidráulica sempre teve grande participação. Porém, esse quadro vem se alterando e outras fontes de energia renováveis vêm tomando espaço. Para apoiar a distribuição de geração de energia e diversificação das fontes, baseadas em energia renováveis a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabeleceu a Resolução 482/2012. Como objetivo do presente trabalho tem-se verificar como a micro e minigeração distribuída podem auxiliar na busca pela sustentabilidade de uma microbacia hidrográfica.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi elaborada abrangendo como material a realidade brasileira no que tange a energia elétrica e suas fontes. Por meio de levantamentos de dados secundários, consultando o Balanço Energético Nacional (BEN), a legislação vigente e acesso ao sítio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O presente trabalho considerou que a bacia hidrográfica é a unidade ideal para o trabalho com recursos naturais, visto que esta é definida pela própria natureza a partir dos processos físicos e químicos que moldam o relevo e condicionam as relações entre os componentes bióticos e abióticos existentes na área (PIROLI, 2013, p. 21). Todos os dados e informações foram analisados sistematicamente e organizados resultando no presente trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a elaboração do trabalho, observou-se a importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Um vez que a bacia hidrográfica, na condição natural, possui uma dinâmica, em equilíbrio, de entrada e saída de energia e matéria que, com a interferência humana, pode ser alterada neste sentido (com adição ou subtração) (GAYOSO, 2014). É importante também conhecer suas subdivisões, segundo Faustino (1996) apud Teodoro et al. (2007) sub-bacias são bacias com áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km², enquanto as micro bacias possuem até 100km².

Assim, quando utiliza-se da microbacia como unidade de gerenciamento, e busca por sustentabilidade, essa procura é baseada no aproveitamento dos recursos disponíveis na região delimitada para a melhoria de vida das pessoas que ali convivem. Como aliado nessa busca, a forma de geração de energia elétrica (das principais ferramentas de desenvolvimento e melhoria na qualidade de vida) que vem crescendo é a micro e minigeração geração distribuída. Segundo Aneel (2016), a micro e a minigeração distribuída baseiam-se na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes renováveis de energia elétrica, tais como eólica, solar, hídrica e térmica de biomassa, ou cogeração qualificada, conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades

consumidoras. Para efeitos de diferenciação, a microgeração distribuída refere-se a uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 quilowatts (kW), enquanto que a minigeração distribuída diz respeito às centrais geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 megawatt (MW), para a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes. Uma importante inovação é o Sistema de Compensação de Energia Elétrica que permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora a partir de micro ou minigeração seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria. Quando a energia injetada na rede for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) a ser utilizado na fatura dos meses subsequentes. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses. Há ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outras unidades previamente cadastradas dentro da mesma área de concessão (ANEEL, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Logo, o estudo e implementação do suprimento elétrico, baseado na delimitação de microbacias por meio da micro e minigeração geração distribuída, diminuirá a utilização das redes de transmissão e distribuição do sistema elétrico, reduzirá a utilização de grandes reservatórios e utilizará de fontes locais, tais como água, biomassa, sol e vento para o atendimento da região, auxiliando então na busca por sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Cadernos Temáticos ANEEL Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2 EB. Brasília: ANEEL, 2016. 31p.

GAYOSO, R. C. Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no Jardim Ângela (São Paulo-SP). São Paulo/SP. Dissertação de Mestrado. FFLCH/USP-Universidade Estadual Paulista, 2014.

PIROLI, E.L. Geoprocessamento Aplicado ao Estudo do Uso da Terra das Áreas de Preservação Permanente dos Corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Tese de doutorado para obtenção de Livre docência. UNESP Universidade Estadual Paulista, campus de Ourinhos/SP, 2013.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. In: Revista UNIARA, Araraquara, n. 20, p. 137 – 156. 2007.

5.26 ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE – SP

Manuel Enrique Gamero Guandique¹ – Engenheiro Agrônomo, Docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS

Email: enrique@sorocaba.unesp.br

Cesar de Oliveira Ferreira Silva² – Discente Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS

Email: cesar.f.oliveira@gmail.com

Fábio Navarro Manfredini³ – Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS

Email: f.manfredini@terra.com.br

RESUMO

O objetivo principal do trabalho foi realizar a análise estatística de Mann-Kendall as séries temporais dos dados de precipitação pluvial para verificar a existência da tendência da variação desses dados na bacia hidrográfica do rio do Peixe – SP. A série histórica analisada compreende o período de 1971 a 2014 em escala anual. Para aplicação da metodologia proposta, as séries históricas foram verificadas sobre dois aspectos, através do estudo de independência da série temporal pelo teste de auto correlação e pelo estudo exploratório da série sequencial do teste de tendência de Mann-Kendall e teste de mudanças bruscas nas medias de Pettitt (Sneyers, 1975; Pettitt, 1979 e Moras et al. 1997). Os resultados mostraram que as séries não apresentaram auto correlação serial significativa. Portanto, os valores são independentes e os testes estatísticos puderam ser aplicados. Os resultados da análise da precipitação pluvial mostraram pelo teste de Mann-Kendall, que existe uma tendência negativa não significativa para os dois níveis de confiança aplicados.

Palavras-Chave: Análise de Tendência, Precipitação pluvial, Bacia hidrográfica

ABSTRACT

The main objective of the work was to perform the statistical analysis of Mann-Kendall on the temporal series of the rainfall data to verify the existence of the tendency of the variation of these data on the river Peixe watershed - SP. The series comprises the analyzed period from 1971 to 2014 in annual scale. For the proposed methodology, the time series were found on two aspects, through the study of independence by the time series autocorrelation tests and the exploratory series of sequential trend test of Mann-Kendall test and sudden changes in mean Pettitt (Sneyers, 1975; Pettitt, 1979 and Moraes et al. 1997). The results showed that the series did not show significant serial autocorrelation. Therefore, the values are independent and the statistical tests could be applied. The results of the rainfall analysis showed by the Mann-Kendall test that there is a non-significant negative trend for the two confidence levels applied.

Keywords: Trends analysis; Rainfall, Watershed

INTRODUÇÃO

A variabilidade pluviométrica numa determinada região depende fortemente da influência dos elementos meteorológicos que regem a dinâmica da atmosfera. Desta forma, a variabilidade climática pode afetar significativamente os índices socioeconômicos da agricultura, indústria e da população em si.

Somado aos fatores climáticos, deve-se considerar também os processos antrópicos representados pelo desmatamento e a degradação do solo. Estes processos são responsáveis pela perda de armazenamento de água no solo devido ao desmatamento que provoca uma menor quantidade de água que volta para a atmosfera pela evapotranspiração, afetando o regime de chuvas em escala regional ou local. Naturalmente a variabilidade climática provoca a variabilidade sazonal das chuvas e das temperaturas, o que influencia diretamente o crescimento das culturas, determinando o seu ciclo de cultivo através da disponibilidade de água e temperatura.

A análise de séries temporais é necessária para verificar a existência ou não de tendências e mudanças bruscas nos valores médios, e se estas são ou não estatisticamente significativas Pellegrino et al. (2001).

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de tendências na variabilidade das precipitações pluviais na bacia hidrográfica do rio do Peixe – SP, para auxílio no gerenciamento dos recursos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Bofete, Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Rio Peixe, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-10), entre as coordenadas geográficas latitude 23° 03' 54" S e longitude 48° 11' 09" W, altitude de 590 m e uma área de 584 km².

A série histórica dos dados de precipitação anual (1971 – 2014) foi extraída do posto meteorológico E5-064 pertencente ao DAEE.

Análise de Tendência

O teste sequencial de Mann-Kendall, proposto inicialmente por Sneyers (1975), é um teste estatístico não paramétrico, no qual, na hipótese da estabilidade de uma série temporal, os valores devem ser independentes e a distribuição de probabilidades deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples). Considerando uma dada série temporal Y_i de N termos ($1 \leq i \leq N$) a ser analisada, esse teste consiste no somatório mostrado na equação 1:

$$t_n = \sum_{i=1}^N m_i \quad (1)$$

Onde: t_n = somatório; m_i = número de termos da série, relativo ao valor Y_i , cujos termos precedentes ($j < i$) são inferiores ao mesmo ($Y_j < Y_i$); N = número de termos da série.

Para N grande, sob hipótese nula H_0 de ausência de tendência, t_n apresentará uma distribuição normal com média $E(t_n)$ e variância $Var(t_n)$, conforme mostrado nas equações 2 e 3:

$$E(t_n) = N(N-1)/N \quad (2) \quad \text{e} \quad Var(t_n) = N(N-1)(2N+5)/72 \quad (3)$$

Testando a significância estatística de t_n para a hipótese nula usando um teste bilateral, ela pode ser rejeitada para grandes valores da estatística $u(t_n)$ através de:

$$u(tn) = (tn - E(tn))/(\text{var}(tn))^{1/2} \quad (4)$$

O valor da probabilidade α_1 é calculada por meio de uma tabela da normal reduzida, tal que $\alpha_1 = \text{prob}(|u| > |u(tn)|)$. Sendo α_0 o nível de significância do teste ($\alpha_0 = 0,05$ e $0,1$ para significativo e levemente significativo, respectivamente), a hipótese nula é aceita se $\alpha_1 > \alpha_0$. Caso a hipótese nula seja rejeitada, significará a existência de tendência significativa, sendo que o sinal da estatística $u(tn)$ indica se a tendência é positiva ($u(tn) > 0$) ou negativa ($u(tn) < 0$).

Em sua versão seqüencial, a equação 4 é calculada no sentido direto da série, partindo do valor de $i = 1$ até $i = N$, gerando a estatística $u(tn)$, e no sentido inverso da série, partindo do valor de $i = N$ até $i = 1$, gerando a estatística $u^*(tn)$.

A interseção das duas curvas geradas representa o ponto aproximado de uma mudança brusca na média, se ele ocorre dentro do intervalo de confiança DE $-1,96 < u(tn) < 1,96$, onde $(1,96$ correspondendo a $\alpha_0 = 0,05)$.

Nesse teste, uma tendência é constatada quando a curva $u(tn)$, que é o teste aplicado no sentido direto da série temporal, cruza os limites de confiança de 90% e 95%, representados pelas linhas horizontais pontilhadas e contínuas, respectivamente.

O teste de Pettitt (1979), também não paramétrico, utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney, em que se verifica se duas amostras $Y_1, \dots, Y_t$ e $Y_{t+1}, \dots, Y_T$ são da mesma população. A estatística $U_{t,T}$ faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior do que um membro da segunda, e pode ser escrita:

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(Y_t - Y_j) \quad (5)$$

para $t = 2, \dots, T$

Onde: $\text{sgn}(x) = 1$ para $x > 0$; $\text{sgn}(x) = 0$ para $x = 0$; $\text{sgn}(x) = -1$ para $x < 0$.

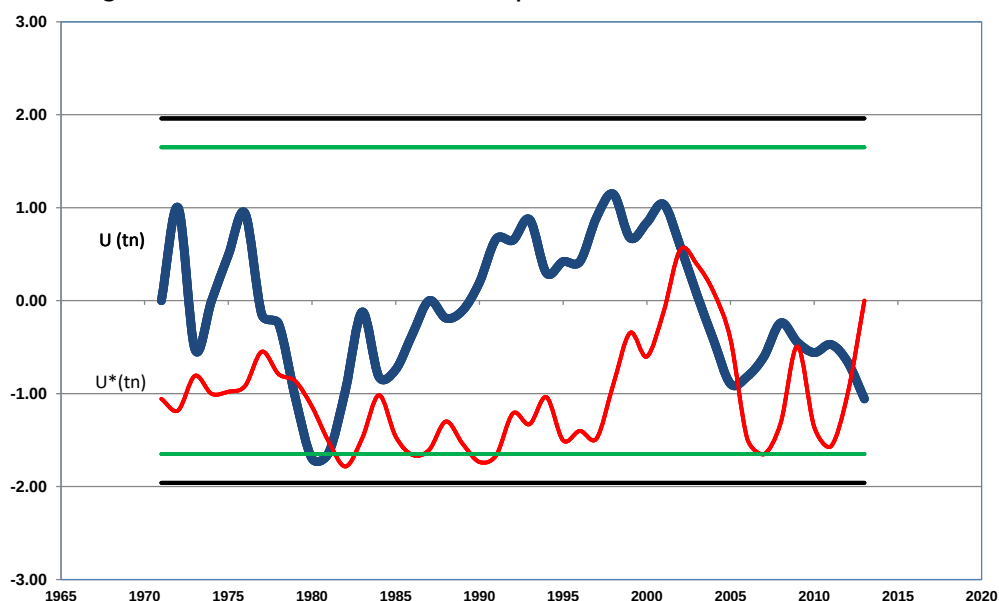
A estatística $U_{t,T}$ é então calculada para os valores de $1 \leq t \leq T$ e a estatística $k(t)$ do teste de Pettitt é o máximo valor absoluto de $U_{t,T}$. Essa estatística localiza o ponto em que houve uma mudança brusca na média (changing point) de uma série temporal, e a sua significância pode ser calculada aproximadamente pela equação:

$$p \cong 2 \exp \{-6k(t)^2/(T^3 + T^2)\} \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores totais anuais da precipitação pluvial da bacia do rio do Peixe-SP, para o período de 1971 a 2014, e analisados pelos métodos de Mann-Kendall e Pettitt estão representados nas Figuras 1 e 2.

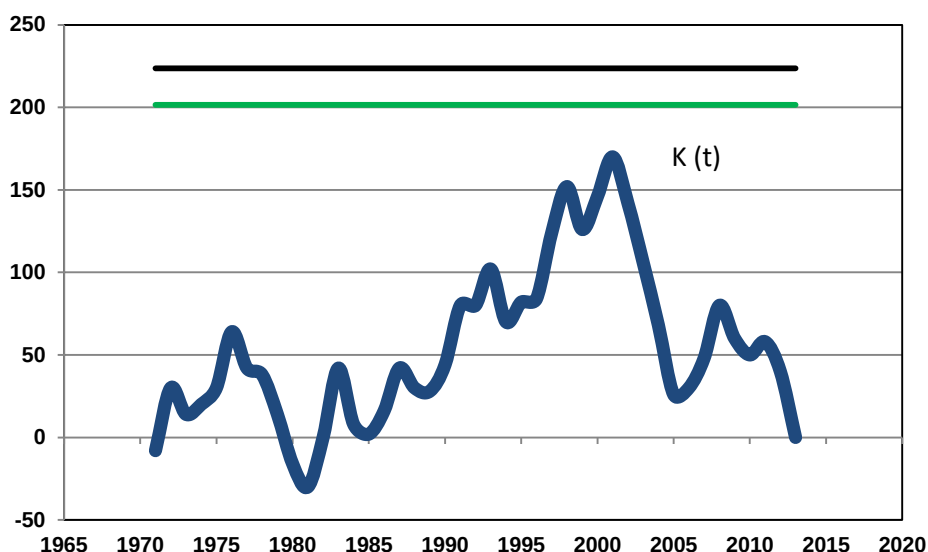
Figura 1. Análise de tendência pelo método de Mann-Kendall



Pode-se observar na Figura 1, que as linhas horizontais representam os intervalos de confiança para 90% (linha verde) e 95% (linha preta). Para este teste, a tendência é não significativa quando os valores absolutos de $U(tn)$ são maiores que os limites de confiança. Desta forma, observa-se que a curva $U(tn)$ (linha verde) apresenta tendência negativa não significativa para todo o período analisado.

A Figura 2 mostra o comportamento da precipitação anual estimado pelo teste de Pettitt. As linhas horizontais representam os intervalos de confiança para 90% (linha verde) e 95% (linha preta). Este teste indica o ponto de mudança brusca do valor máximo de $K(t)$, quando este for maior que os limites de confiança. Desta forma, observa-se que a curva $K(t)$ (linha azul) não apresentou quebra de tendência, visto que não houve, nenhuma tendência significativa no período.

Figura 2. Análise de quebra de tendência pelo método de Pettitt.



CONCLUSÃO

Os resultados da análise da precipitação pluvial na bacia hidrográfica mostraram pelo teste de Mann-Kendall, que existe uma tendência negativa não significativa de U (tn) para os dois níveis de confiança aplicados no período 1971-2014. Em relação, à quebra da tendência os resultados não foram significativos, ou seja, não houve quebra de tendência K (t) no período analisado.

REFERÊNCIAS

PELLEGRINO, G. Q.; MORAES, J.M.; GUANDIQUE, M. E. G.; BALLESTER, M.V.; VICTORIA, R.L; MARTINELLI, L.A. (2001). Análise espaço temporal de componentes hidroclimáticos na bacia do rio Piracicaba – SP. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 9 (1): 125-135

PETTITT, A.N. (1979). A non-parametric approach to the change-point problem. Appl. Statist., 28 (2): 126-135.

SNEYERS, R. (1975). Sur l'analyse statistique des séries d' observations. Note Technique n° 143, OMM – N. 145, Genève, 192p.

5.27 CURVA DE PERMANÊNCIA DO RIO DO PEIXE EM CONCHAS/SP COMPARADA À DADOS DE REGIONALIZAÇÃO

César de Oliveira Ferreira Silva – Engenheiro Ambiental e Mestrando da Universidade Estadual Paulista, ICTS – Sorocaba. Email: cesaroliveira.f.silva@gmail.com
Manuel Enrique Gamero Guandique – Docente da Universidade Estadual Paulista, ICTS – Sorocaba. Email: enrique@sorocaba.unesp.br
Fábio Manfredini – Doutorando da Universidade Estadual Paulista, ICTS – Sorocaba. Email: fabio.manfredini@terra.com.br

RESUMO

O objetivo foi construir a curva de permanência com dados de vazão de um posto fluviométrico localizado em Conchas/SP, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 10 (Bacia do Tietê-Sorocaba). A curva de permanência foi obtida através da análise de frequência das vazões médias da série histórica de 1971 a 2014 obtidas através em <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br> para o posto chamado "São João" com prefixo 5E-012 (representando uma bacia de 584km² na latitude 23°04'08"S longitude 48°09'15"W), essa curva foi comparada com os dados da regionalização da bacia. Com os dados coletados, haviam 528 dados, com amplitude de 44,33, rendendo 22,97 classes, que foram arredondadas para 23, com intervalo entre classes de 1,929. As vazões maiores que 10m³/s se concentraram em menos de 20% do tempo, indicando que existem fortes cheias e vazões mínimas baixas, o que denota que o escoamento de base é pequeno e, por conseguinte, a infiltração no solo é ineficiente e ocorre muito escoamento superficial na região. Em contrapartida, a regionalização subestimativa no período úmido e superestimativa no período seco, com amplitude de erro maior nas extremidades das curvas (25% no período úmido e 20% no período seco).

Palavras-Chave: curva de permanência, vazão, estatística, microbacia.

ABSTRACT

The objective was to Construct the curve of perm with flow data of a fluviometric station located in Conchas/SP, in the Unit of Management of Water Resources (UGRHI) 10 (Tietê-Sorocaba Basin). The permanence curve was obtained through the frequency analysis of the average flows of the historical series from 1971 to 2014 obtained on <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br> for the station named "São João" with prefix 5E-012 (representing a basin of 584km² in latitude 23°04'08"S longitude 48°09'15"W), this curve was compared with the basin regionalization data. With the collected data, there were 528 data, with amplitude of 44.33, yielding 22.97 classes, which were rounded to 23, with interval between classes of 1.929. Flows greater than 10m³/s was concentrated in less than 20% of the time, indicating that there are strong floods and low minimum flows, which indicates that the base flow is small and, therefore, the infiltration in the soil is inefficient and occurs surface runoff in the region. In contrast, the regionalized data is underestimate in the wet period and overestimate in the dry period, with greater error amplitude at the ends of the curves (25% in the wet period and 20% in the dry period).

Keywords: permanence curve, flow, statistics, watershed.

INTRODUÇÃO

A curva de permanência é uma ferramenta hidrológica que avalia a probabilidade temporal de vazões, permitindo o planejamento do abastecimento hídrico de cidades, indústrias ou empreendimentos agropecuários, a gestão da

rentabilidade econômica de centrais hidrelétricas e suas potências ótimas de dimensionamento (SARMENTO, 2007).

Assim, conhecer as vazões de permanência de um curso d'água é de relevante importância para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, por exemplo:

Para empreendimentos hidrelétricas, utiliza-se a vazão com 90% de frequência acumulada (Q90) para analisar a energia firme da futura usina nesse local.

Para abastecimento público, utiliza-se a vazão com 95% de frequência acumulada (Q95) para o planejamento.

Deve-se levar em conta que a vazão, como todas as outras variáveis utilizadas para a caracterização de processos hidrológicos, possui comportamento aleatório, exigindo, para sua adequada avaliação, séries históricas - obtidas nos postos fluviométricos instalados em bacias hidrográficas - representativas e confiáveis. Infelizmente, na maioria dos casos os dados hidrológicos são reduzidos ou inexistentes, devido aos elevados custos de implantação, operação e manutenção da rede hidrométrica.

Visando suprir as deficiências das redes hidrométricas, a regionalização de vazões é uma técnica importante e tem sido utilizada com resultados satisfatórios.

A regionalização consiste em explorar ao máximo as informações existentes, permitindo a estimativa das variáveis hidrológicas em locais sem dados ou com dados insuficientes.

Geralmente, os modelos de regionalização são baseados em análise de regressão, onde se define uma relação entre a variável/parâmetro de interesse e as características físicas e climáticas das regiões em estudo, denominadas de variáveis explicativas ou independentes (TUCCI, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo construir a curva de permanência com dados de vazão de um posto fluviométrico localizado em Conchas/SP, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 10 (Bacia do Tietê-Sorocaba) e com dados de regionalização de vazões, comparando os dois resultados criticamente verificando as potencialidades e vulnerabilidades dos dois métodos para o caso estudado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de frequência foi realizada para dados de vazões médias entre 1971 e 2014. A partir do número de dados (n), e a amplitude dos dados (A) foram identificados o o número de classes (N) e o intervalo de classe (k) pelas seguintes equações:

$$N = \sqrt{n}$$

Equação 1. Número de classes

$$k = \frac{A}{N}$$

Equação 2. Intervalo de classe

Construiu-se uma tabela com a amplitude e valores-limite de cada classe, com as suas respectivas frequências absolutas, frequências relativas e frequências acumuladas (a partir das relativas).

A curva de permanência apresenta duas séries de dados. Uma série com os dados que foram manipulados anteriormente, plotando um gráfico da frequência acumulada no eixo x e dos limites inferiores de cada classe no eixo y; a outra série trata-se dos dados da regionalização, onde, analogamente, plotou-se um gráfico da frequência acumulada no eixo x e dos limites inferiores de cada classe no eixo y. Comparou-se as duas fontes de dados e, com a interpolação logarítmica da série de dados encontrada, estimou-se os dados nas mesmas porcentagens de estudo da regionalização, e verificou-se a distinção entre as fontes de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados coletados, haviam 528 dados, com amplitude de 44,33, rendendo 22,97 classes (arredondadas para 23) com intervalo entre classes de 1,929.

Comparou-se os dados tabelados e analisados para geração da curva de permanência com o da regionalização, no caso, verificando se o comportamento dos dados reais e da simulação e o quanto diferiam, como exposto na figura 1.

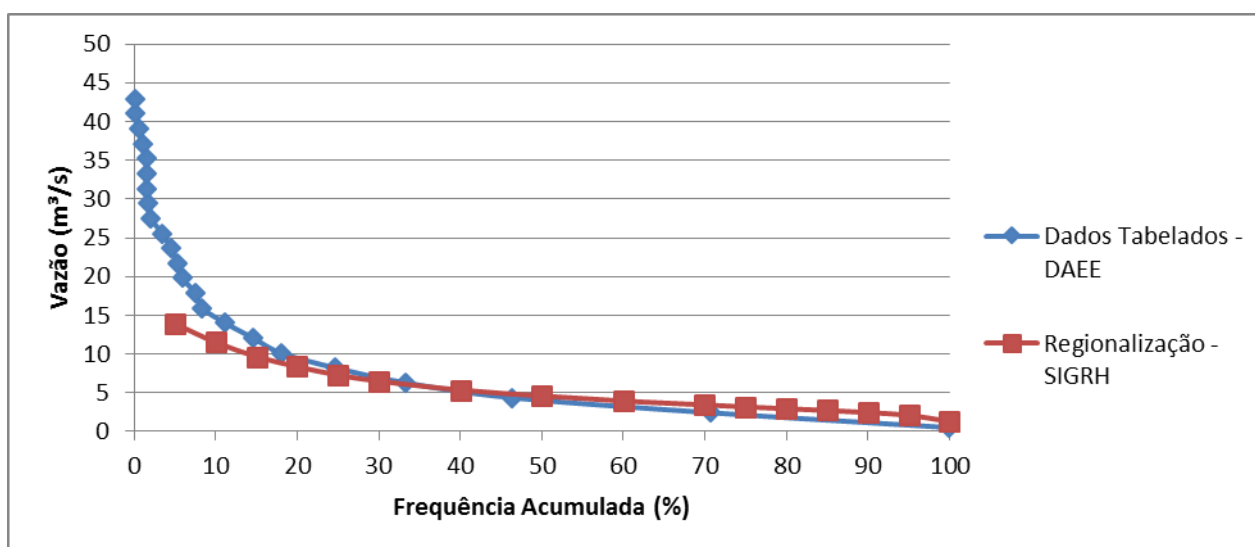


Figura 1. Curva de Permanência com dados encontrados (losangos azuis) e dados da regionalização (quadrados vermelhos).

Percebe-se que a regionalização subestimou as vazões durante o período úmido e passou a superestimá-lo durante o período de estiagem.

A curva de permanência construída a partir dos dados medidos pelo DAEE e dos dados de regionalização, ambas mantêm a tendência das vazões maiores que 10m³/s se concentrarem em menos de 20% do tempo, indicando que existem fortes cheias e vazões mínimas baixas, o que denota que o escoamento de base é pequeno e, por conseguinte, a infiltração no solo é ineficiente e ocorre muito escoamento superficial na região.

Apesar de a diferença ser pequena, mostra-se interessante a comparação dos dados simulados contra os reais para um maior detalhamento do comportamento e evitar problemas de gestão, por exemplo, se durante a outorga, utilizando dados da regionalização, com valores no período de estiagem maiores do que os valores reais, isso gerasse um mal planejamento (no caso, realizando um montante de água outorgada maior que o devido, gerando escassez no futuro). Devemos ressaltar alguns aspectos que da curva de permanência, como:

Pela curva de permanência realizar uma grande inclinação, indica-se que nesse ponto existem fortes cheias e vazões mínimas muito baixas, o que denota que

o escoamento de base é pequeno e, por conseguinte, a infiltração no solo é ineficiente e ocorre muito escoamento superficial na região;

Apesar da subestimativa no período úmido e superestimativa no período seco, a regionalização gerou uma boa simulação e mostrou-se uma excelente ferramenta de auxílio na gestão e tomada de decisão.

Com o avanço dos métodos estatísticos e melhorias nas coletas de dados (que gerarão maiores e melhores séries históricas) essa metodologia tende a ser mais eficiente e auxiliar a implantação de eficientes planos de gestão de recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A curva de permanência permite entender-se o comportamento da água sobre um ponto da bacia hidrográfica (amplitude das vazões durante um período de tempo), como também realizar inferências que poderiam dar margem a investigações direcionadas (como a possibilidade do solo na região estudada estar degradado, já que a infiltração parece estar sendo ineficiente), definir o comportamento das vazões no período úmido (do Q_0 até o Q_{50}) e no período de estiagem (do Q_{50} ao Q_{100}), podendo a curva ser construída a partir de dados medidos na bacia ou modelados por regionalização de vazões.

No caso aqui estudado, a regionalização apresenta subestimativa no período úmido e superestimativa no período seco, com amplitude de erro maior nas extremidades das curvas (25% no período úmido e 20% no período seco).

REFERÊNCIAS

SARMENTO, R. **Estado da arte da vazão ecológica no Brasil e no mundo**. Unesco/ANA/CBHSF, 38 p. 2007.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de Vazões**. Editora Universidade/UFRGS, 256 p. 2002.

5.28 ANÁLISE MORFOMÉTRICA E HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO PIRAJIBU MIRIM, SOROCABA – SP

Manuel Enrique Gamero Guandique¹ – Engenheiro Agrônomo, Docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS

Email: enrique@sorocaba.unesp.br

Victor Barbierato² – Engenheiro Ambiental, Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS

Email: victor.barbierato@gmail.com

Fábio Navarro Manfredini³ – Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS

Email: f.manfredini@terra.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fazer a caracterização morfométrica a partir de alguns parâmetros físicos da bacia hidrográfica do rio Pirajibu Mirim, Sorocaba - SP. Para isso, gerou-se inicialmente o Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir de cartas topográficas do IBGE, na escala 1: 50.000 utilizando o sistema de informações geográficas, a través dos softwares ArcVIEW e Arc/INFO. A partir do MDE, foram calculados alguns parâmetros morfométricos para o estudo do comportamento hidrológico da bacia. A área de drenagem encontrada foi de 56,82 km² e o perímetro de 53,49 km. A bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim tem formato alongado e fator de forma de 0,32. A densidade de drenagem obtida para a bacia foi de 2,35 km/km². A forma mais alongada da bacia hidrográfica indica que a bacia apresenta baixa susceptibilidade a enchentes, com baixa eficiência da rede de drenagem, devido principalmente ao tipo de solo, que favorece a infiltração.

Palavras-Chave: Análise Morfométrica, Bacia hidrográfica, Enchentes

ABSTRACT

The objective of this work was to perform a morphometric characterization based on some physical parameters of the Pirajibu Mirim river basin, Sorocaba - SP. In order to do so, the Digital Elevation Model (DEM) was generated from IBGE topographical maps, scale 1: 50.000 using as database and analysis the system of geographic information, by means of the ArcVIEW and Arc/INFO version 8.3 systems. From the DEM, some morphometric parameters were calculated for the study of the hydrological behavior of the basin. The drainage area was 56,82 Km² and 53,49 km in perimeter. The watershed of the Pirajibu-Mirim river has an elongated shape and a shape factor of 0.32. The drainage density obtained for the basin was 2.35 km / km². The more elongated form of the river basin indicates that the basin presents low susceptibility to floods, with low efficiency of the drainage network, due mainly to the type of soil, which favors infiltration.

Keywords: Morphometric analysis, River basin, Floods

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é formada por uma área de captação natural da chuva que converge ao um único ponto de saída chamado de exutório através da rede de drenagem que transporta água e sedimentos. Assim, a determinação e conhecimento das suas características morfológicas, servem como ferramenta para compreender os processos hidrológicos que ocorrem dentro dos limites da bacia hidrográfica, principalmente, os relacionados com a quantidade e qualidade da água.

Desta forma, a bacia hidrográfica foi definida pela Lei 9.433/1997, como a unidade de estudo para auxiliar na gestão e planejamento dos recursos hídricos no Brasil. Assim, a determinação das características físicas das bacias hidrográficas é de suma importância para que estas características sirvam como ferramentas na definição de ações e práticas para a conservação e melhoria dos recursos hídricos.

Os dados morfométricos comumente mais utilizados como os parâmetros área, densidade de drenagem, índice de forma, declividade da bacia entre outros, nos ajudam a entender os processos hidrológicos predominantes que irão produzir efeitos quantitativos de transporte de material, principalmente sedimentos, transporte de água, e concomitantemente, efeitos qualitativos como arraste de elementos químicos, agrotóxicos, produzindo o assoreamento e a eutrofização dos corpos de água.

Ainda, a análise dos parâmetros morfométricos como um todo, irá proporcionar resultados quantitativos em escala hidrológica, que permitirão estimar a propensão dos prováveis eventos de enchentes, e produção de sedimentos na área de estudo.

O objetivo deste trabalho foi fazer a caracterização morfométrica e hidrológica a partir dos parâmetros físicos na bacia hidrográfica do rio do Pirajibu Mirim em Sorocaba, SP.

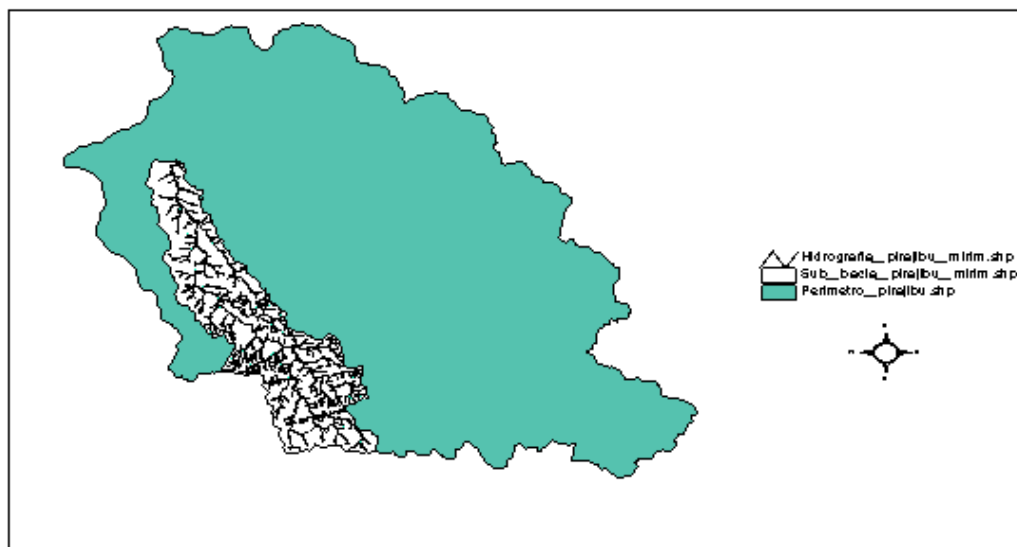
MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Sorocaba Estado de São Paulo, na bacia hidrográfica do Rio Pirajibu Mirim localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-10), entre as coordenadas geográficas latitude 23° 24' 12"S e longitude 47° 24' 10" W, altitude de 560 m e uma área de 56,8 km².

Os solos predominantes são os Argissolos e Latossolos Vermelho-Amarelo. (OLIVEIRA et al., 1999). O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é descrito como "Cfa", Clima Subtropical Quente, com verões chuvosos e invernos secos, e por temperatura média anual de 22°C (SETZER, 1966). A precipitação pluvial média anual é de 1400 mm (DAEE).

Para realizar a análise morfométrica da bacia hidrográfica, gerou-se inicialmente o Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir de cartas topográficas do IBGE, na escala 1: 50.000 utilizando o Sistema de Informações Geográficas, através dos softwares ArcVIEW e Arc/INFO. A partir do MDE, foram calculados alguns parâmetros morfológicos para o estudo do comportamento hidrológico da bacia do rio Pirajibu Mirim Figura 1.

Figura 1. Mapa da bacia hidrográfica do rio Pirajibu Mirim



Parâmetros da Análise Morfométrica

Foram estimados os parâmetros morfométricos utilizados na análise de características hidrológicas, entre elas tem-se: Área da bacia, perímetro, densidade de drenagem, fator de forma, declividade, ordem da bacia, comprimentos dos canais, altitudes, orientação da bacia e padrão de drenagem.

Área e Perímetro

Os valores destes dois parâmetros foram obtidos a partir de uma imagem vetorizada (shapefile) representando o limite da Sub Bacia do Rio Pirajibú, através da ferramenta “Attribute Table > Geometry Calculator”, criando um campo para Perímetro e um campo para Área.

Densidade de Drenagem

Para o cálculo da Densidade de Drenagem foi aplicada a seguinte equação:

$$Dd = Lt/A \quad (1)$$

Onde: Dd – Densidade de Drenagem; Lt – Comprimento da Soma de Todos os Afluentes (m); A – Área (m²).

Fator de Forma

Para o cálculo do Fator de Forma foi aplicada a seguinte equação:

$$Kf = A/L^2 \quad (2)$$

Onde: Kf – Fator de Forma; A – Área (m²); L – Comprimento Axial da Bacia (m).

Índice de Declividade Média do Canal

Para o cálculo deste índice foi utilizada a ferramenta: 3D Analyst Tools > Functional Surface > Add Surface Information; Utilizando um Feature Class criado

com pontos para receber os valores das elevações, contidos no modelo de elevação digital, referentes a nascente e a foz dos rios de interesse. A distância horizontal dos rios fora calculada com o uso da ferramenta Measure.

O cálculo do Índice de Declividade do Canal é realizado pela equação abaixo:

$$I_s = dh/L \quad (3)$$

Onde: I_s – Índice de declividade do canal; Dh – Variação da elevação; L - Comprimento do Rio Principal.

Coeficiente de Compacidade

Para o cálculo do coeficiente de compacidade fora aplicada a seguinte equação:

$$K_c = 0,28 \cdot P/A \quad (4)$$

Onde: K_c – Coeficiente de compacidade; P – Perímetro (m); A – Área (m²).

Comprimento de Canais e Comprimento do Curso de Água Principal

Para o cálculo destes parâmetros fora utilizado um arquivo vetorial (shapefile) representando a rede de drenagem da Sub Bacia de interesse. Dessa maneira a partir da ferramenta “Attribute Table > Length” fora criado um campo com a somatória dos valores dos comprimentos de todos os afluentes somados para obter o comprimento dos canais. Para o comprimento do Rio Principal fora discretizado apenas o representante de maior como o mesmo, seguindo a mesma metodologia de cálculo disposta acima.

Orientação e Ordem dos canais

A metodologia aplicada neste caso para a hierarquização dos canais foi a de STRAHLER (1957).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos que representam as características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Pirajibu Mirim estão na Tabela 1.

Tabela 1. Características morfométrica da bacia hidrográfica do rio Pirajibu Mirim

Características morfológicas	Valores
Área (km/km ²)	56,8
Perímetro (km)	53
Comprimento total de canais (km)	21,2
Comprimento canal principal (km)	18,5
Densidade de drenagem (k/km ²)	0,38
Fator de forma	0,22
Declividade equivalente (m/km)	25,4
Forma	Alongada
Altitude mínima (m)	560
Altitude máxima (m)	1030
Orientação	SW
Padrão de drenagem	Dendrítico
Ordem da bacia	4a

Desta forma, verifica-se pela Tabela 1 que a bacia analisada possui uma área de drenagem de 56,8 km², uma densidade de drenagem igual a 0,38 k/km², um fator de forma de 0,22, ainda a bacia apresenta formato alongado, e tudo isso significa, que em termos de produção de erosão e enchentes, é uma bacia sem tendência a produzir altos picos de vazão.

CONCLUSÃO

A forma alongada da bacia hidrográfica estudada indica que a mesma apresenta baixa susceptibilidade a enchentes, corroborada pela baixa densidade de drenagem e pelo tipo de solos que favorecem a infiltração.

REFERÊNCIAS

- OLIVEIRA, J. B. DE; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M. E CALDERANO FILHO, B. 1999. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Legenda Expandida. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 64p.
- SETZER, J. 1966. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 61p.
- STRAHLER, A.N. 1957. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Trans. American Geophysical Union, 38: 913-920.

5.29 ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO CACHOEIRA DE CIMA EM ITAPAGIPE – MG

Anselmo Ferreira da Silva
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
anselmoeng.ambiental@hotmail.com
Antenor Rodrigues Barbosa Júnior
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
antenorbarbosa@yahoo.com.br.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a disponibilidade hídrica da bacia do Ribeirão Cachoeira de Cima para o abastecimento público de água em Itapagipe – MG. Foram utilizados dados de vazões da concessionária local e dados pluviométricos da Agência Nacional das Águas. Foi utilizado o software QGIS para processar os arquivos para gerar os mapas temáticos. O uso de Sistema de Informações Geográficas mostrou-se de grande importância para obter dados necessários para a caracterização da bacia. Após análise dos dados e interpretação dos resultados, foi possível concluir que a bacia do Ribeirão Cachoeira de Cima é pouco propensa a inundações em condições normais de precipitação.

Palavras-chave: Disponibilidade hídrica; SIG; Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

The present work has the objective of analyzing the water availability of the Ribeirão Cachoeira de Cima basin for the public water supply in Itapagipe - MG. We used data from the local concessionaire and rainfall data from the National Water Agency. The QGIS software was used to process the files to generate thematic maps. The use of Geographic Information System was of great importance to obtain data necessary for the characterization of the basin. After analyzing the data and interpreting the results, it was possible to conclude that the Ribeirão Cachoeira de Cima basin is less prone to flooding under normal precipitation conditions.

Keywords: Water availability; SIG; Hydrographic basin.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional das cidades tem, como consequência, uma demanda crescente dos recursos hídricos. Em muitos casos, mantidos os padrões de consumo atuais, os mananciais não conseguirão atender às necessidades futuras, em razão da sua crescente degradação. Para que os mananciais possam atender à demanda futura é preciso, ainda, promover mudanças no atual padrão de consumo e adotar usos racionais e sustentáveis da água e da terra.

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997), foi criada para regular o uso dos recursos hídricos e assegurar sua disponibilidade em padrões de qualidade adequados aos usos das gerações futuras.

Neste contexto, este trabalho trata das condições ambientais locais e suas implicações sobre o balanço hídrico no município de Itapagipe, avaliando as condições da bacia hidrográfica, de forma a contribuir para o manejo sustentável da água no município.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foi definida como unidade de análise a área de contribuição, ou bacia hidrográfica, situada a montante da seção de captação de água para abastecimento público no município de Itapagipe.

A bacia do Ribeirão Cachoeira de Cima (BRCC) faz parte da bacia do Rio Grande, que por sua vez está inserida na região hidrográfica do Paraná. No que se refere à gestão, a BRCC faz parte da unidade planejamento GD-8, Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Grande e do Comitê Federal do Rio Grande.

A região em estudo possui área de 187,7km² e se destaca por sua importância em termos de fornecimento de água para a área urbana de Itapagipe e de aspectos econômicos ligados às atividades agrícolas locais.

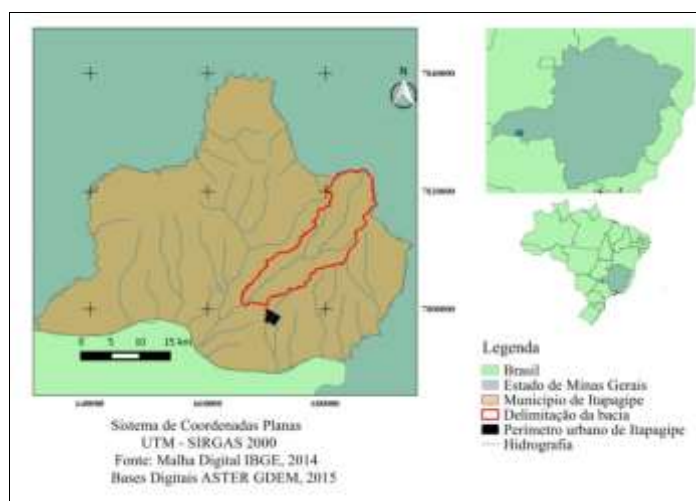


Figura 1 - Localização da BRCC, no município de Itapagipe - MG.

Para o estudo das condições de precipitação, foram analisados dados da estação pluviométrica de Campina Verde, código 01949004, obtidos no site Hidroweb, disponibilizado pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2001).

As vazões média, máxima e mínima foram calculadas com base nos dados de monitoramento do ponto de captação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Precipitação

A Figura 2 traz a distribuição das precipitações no período chuvoso (outubro a março) e no período seco (abril a setembro). O período chuvoso concentra 86% (1.103,15mm) da precipitação anual e o período seco o restante (176mm), para uma média pluviométrica anual de 1.279,15mm. Esses índices para o período seco inviabilizam o plantio de algumas culturas que necessitam de maiores volumes de água, tornando possível apenas o plantio com uso de técnicas de irrigação. Para o período chuvoso, os índices são satisfatórios para várias culturas.

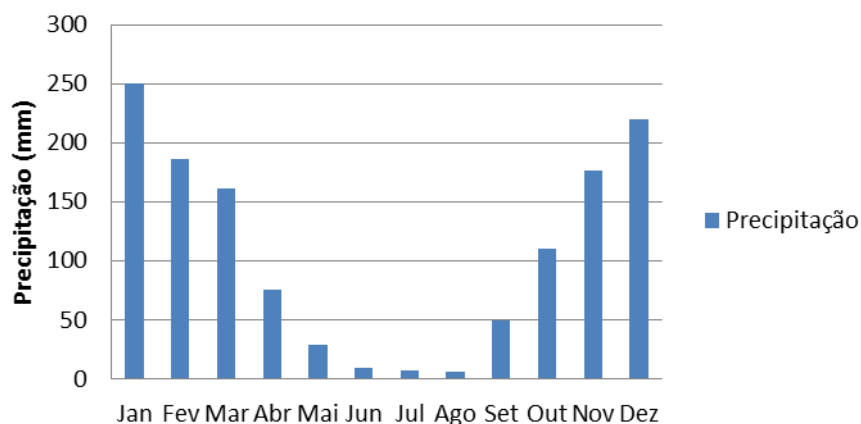


Figura 2 - Média mensal de precipitação no período de 1976 a 2015 da Estação 01949004 (Campina Verde, MG).

Fonte: Adaptado de Hidroweb/ANA (2015).

Os resultados encontrados no cálculo do balanço hídrico da bacia foram $1.055,9\text{mm/ano}^{-1}$ de evapotranspiração, 1.279mm/ano^{-1} de precipitação média (média de 40 anos) e $223,1\text{mm/ano}^{-1}$ de escoamento em sua foz. Após o balanço, pode-se concluir que 100% da precipitação média anual resultam em 17,44% de escoamento e 82,56% evapotranspiração. Em outras palavras, o coeficiente de escoamento superficial médio de longo prazo foi de 0,17.

As medições das vazões foram realizadas a montante do ponto de captação de água para abastecimento público de Itapagipe - MG. Por isso, o balanço hídrico foi aplicado para a bacia definida pela seção de medição da vazão.

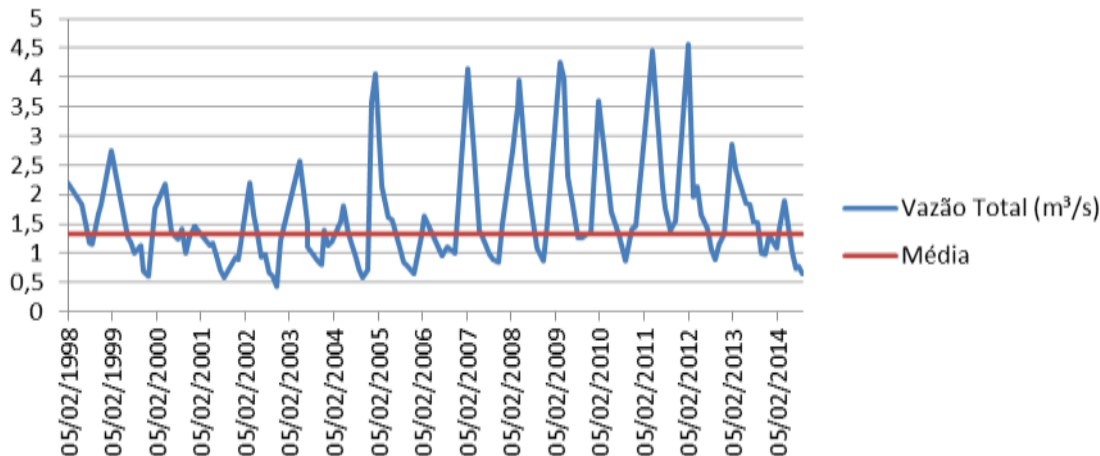


Figura 3 – Hidrograma da BRCC, Itapagipe-MG.

Fonte: Adaptado de COPASA, 2015.

Nota-se no hidrograma a vazão média de $1,33\text{m}^3/\text{s}$ e os maiores picos, que ocorreram nos anos de 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.

Na data de 11/01/2005, foi registrado um pico de vazão de $4,07\text{m}^3/\text{s}$; no período de 3 a 6 de janeiro deste ano, foi registrado um acúmulo de precipitação de 64,4mm.

Na data de 08/02/2007, foi registrado um pico de vazão de $4,14\text{m}^3/\text{s}$; verificou-se no mês que antecede esse registro, um acúmulo de precipitação de 350,3mm.

Na data de 15/04/2008, foi registrado um pico de vazão de $3,94\text{m}^3/\text{s}$; no mês que antecede esse registro, houve um acúmulo de precipitação de 159,2 mm e, também, registraram-se 34,3mm de precipitação entre os dias 13 a 15 deste mês.

Na data de 17/03/2009, foi registrado um pico de vazão de $4,24\text{m}^3/\text{s}$; neste mês, houve registro de 118,8mm de precipitação acumulada entre os dias 11 e 16.

Na data de 26/01/2010, foi registrado um pico de vazão de $3,60\text{m}^3/\text{s}$; no mês janeiro deste ano, entre os dias 14 e 25, houve acúmulo de precipitação de 78,2mm.

Na data de 14/04/2011, foi registrado um pico de vazão de $4,45\text{m}^3/\text{s}$; houve registro de acúmulo de precipitação de 63mm entre os dias 3 e 13 deste mês, e no mês anterior a precipitação alcançou o maior registro mensal desde 01/10/1941, chegando a 479,9mm.

Na data de 08/02/2012, foi registrado um pico de vazão de $4,56\text{m}^3/\text{s}$; verificou-se no mês anterior um registro de precipitação acumulada de 322,1mm.

Analisando a série de vazão representada no Figura 8, vê-se que os períodos extremos de baixa vazão aconteceram nos anos de 1999, 2001, 2002, 2004, 2005 e 2014. Detalhadamente, datas e fatores que procuram justificar esses eventos são:



Figura 4 – Hidrograma da BRCC, Itapagipe-MG, vazões máximas, mínimas e médias.

Fonte: Adaptado de COPASA, 2015.

Na data 30/11/1999, foi registrada a vazão de $0,61\text{m}^3/\text{s}$; entre julho e setembro deste ano, houve registro de precipitação nula em 70 dias consecutivos.

Na data 14/08/2001, foi registrada a vazão de $0,58\text{m}^3/\text{s}$; nos 70 dias que antecederam esta data, a precipitação registrada foi nula.

Na data 23/10/2002, foi registrada a vazão de $0,42\text{m}^3/\text{s}$; no ano anterior, registrou-se um acúmulo de precipitação de 1.040,2mm, sendo 18,7% abaixo da média que é 1.279mm. Este foi o menor registro de vazão de toda a série histórica estudada.

Na data 30/09/2004, foi registrada a vazão de $0,57\text{m}^3/\text{s}$; nos 71 dias que antecederam esta data, não ocorreu nenhuma precipitação.

Na data 22/11/2005, foi registrada a vazão de $0,63\text{m}^3/\text{s}$; durante 77 dias, entre junho e setembro, ocorreram apenas dois eventos isolados de chuva, sendo 13,2mm em 19/07/2005 e 14mm em 19/08/2005.

Na data 03/09/2014, foi registrada a vazão de $0,65\text{m}^3/\text{s}$; nos 36 dias que antecederam essa data, não ocorreu nenhuma precipitação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de Sistema de Informação Geográfica mostrou-se de grande importância para obter dados necessários para a caracterização física da bacia.

Os resultados deste estudo mostram que a quantidade de água outorgável para abastecimento público atenderá à demanda da cidade para o período projetado (2016 a 2035). Assim, Itapagipe deverá ter água em quantidade para atender à demanda projetada da população e haverá um excedente. Esse fator é importante também para o crescimento econômico, pois incentiva a implantação de novas unidades produtivas. Mas, situação confortável somente acontecerá se for garantida a qualidade dos recursos e forem preservados os mananciais.

Finalmente, espera-se que os resultados deste estudo possam subsidiar a gestão municipal nas tomadas de decisões e que permitam a adequada gestão da bacia hidrográfica e dos recursos hídricos, assegurando a disponibilidade hídrica para abastecimento da cidade e outros usos futuros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas. 2001. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=1949004&CriaArq=true&TipoArq=1>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 21 out. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016, 212 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. Disponível em:<<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

6. GOVERNANÇA DA ÁGUA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL, POLÍTICA, LEGISLAÇÃO E SERVIÇOS AMBIENTAIS

6.1 PROJETO ÁGUA VIVA: O USO DO SIG COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO DE USO DAS TERRAS

*Carlos Reys Vukomanovic – Engenheiro Agrônomo MS, Assistente Agropecuário da CATI,
Email: carlos.reys @ cati.sp.gov.br;*

*Mario Ivo Drugowich – Engenheiro Agrônomo, Assistente Agropecuário da CATI,
Email: drugo@cati.sp.gov.br;*

*Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Engenheiro Agrícola, Assistente Agropecuário da CATI,
Email: antoniane@cati.sp.gov.br;*

*Eduardo Ribeiro da Silva, Geógrafo, Assistente Técnico da CATI,
Email: eduardo.ribeiro @cati.sp.gov.br.*

RESUMO

Este estudo foi realizado no Sistema Cantareira, localizado no norte da região metropolitana de São Paulo (RMSP), com a produção de 33 mil litros por segundo e que abastece 8,8 milhões de pessoas, 46% da população da RMSP. Este sistema enfrentou a seca mais grave, entre o final de 2013 e o início de 2014, desde que o fluxo de água começou a ser medido. O objetivo deste trabalho foi o de realizar um diagnóstico dos principais fatores relacionados à erosão rural nas bacias hidrográficas do Sistema Cantareira e Jaguari, bem como propor soluções que eliminem ou reduzam seus efeitos, como suporte ao estabelecimento de políticas públicas, promovendo o aumento do abastecimento de água e na qualidade da água na região. Entre as soluções propostas estão a adequação de estradas rurais, a implementação de um programa de extensão rural, e a recomposição das Áreas de Preservação Permanente - APPs.

Palavras-Chave: Erosão rural. SIG. Diagnóstico. Qualidade de água. Sistema Cantareira.

ABSTRACT

This study was carried out in the Cantareira System, located in the north of the metropolitan region of São Paulo (RMSP), with produces 33 thousand liters per second and supplies 8.8 million people, 46% of the RMSP population. This system face the most severe drought between the end of 2013 and the beginning of 2014, since water inflow began to be measured. The objective of this work was to make a diagnosis of the main factors related to rural erosion in the catchment areas of the Cantareira and Jaguari System, as well as propose solutions that eliminate or reduce their effects, as support for the establishment of public policies, thus promoting an increase in water supply and water quality in the region. Among the solutions proposed are the adequacy of rural roads, implementation of a rural extension program, and recomposition of Permanent Preservation Areas – APPs.

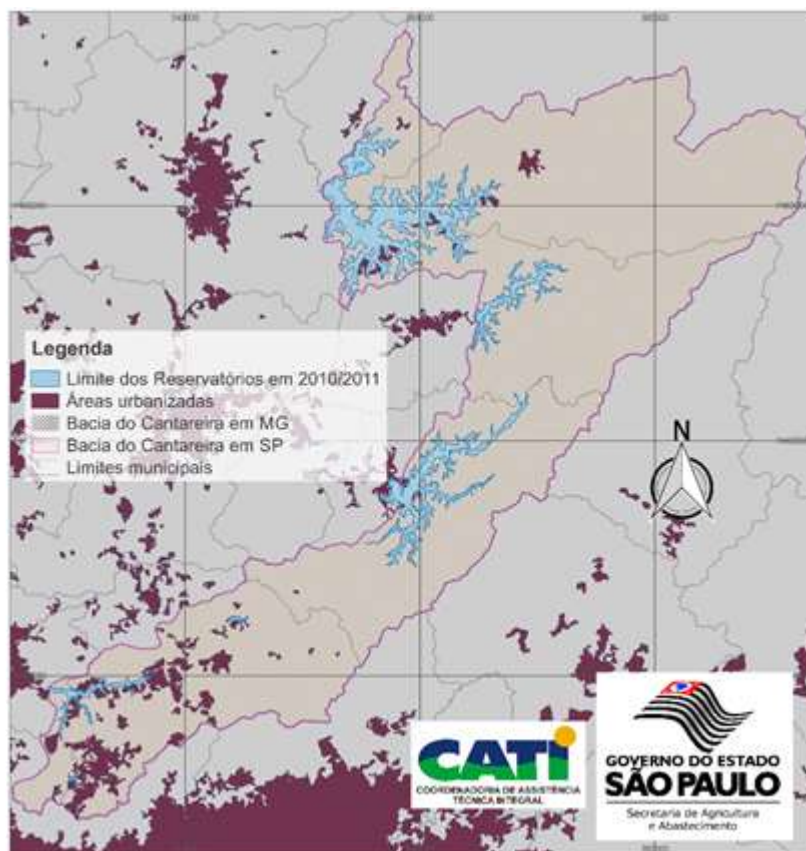
Keywords: GIS. Rural erosion. Diagnosis. Water quality. Cantareira system.

INTRODUÇÃO

O Sistema Cantareira produz metade da água consumida pelos 19 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Considerado um dos maiores sistemas produtores de água do mundo, tem uma área de aproximadamente 228 mil hectares, e abrange 12 municípios, quatro deles no Estado de Minas Gerais (WHATELY e CUNHA, 2006).

Na região encontram-se Latossolos, Argissolos e Cambissolos, sendo que estes

Figura 1 - Mapa das Bacias de captação do Sistema Cantareira em São Paulo.



últimos requerem práticas conservacionistas complexas de conservação, devido a dificuldades de infiltração e susceptibilidade a compactação, respectivamente.

Estradas vicinais, ou estradas de chão, como são mais conhecidas fazem parte da malha rodoviária de muitos países em desenvolvimento como o Brasil. Essas vias são utilizadas em muitas vezes como a única maneira para escoamento de produções agropecuárias, bem como ligação das populações rurais às cidades mais próximas. Mesmo possuindo essa importância estratégica, a falta de manutenção dessas estradas provoca uma série de danos ambientais, dentre os

mais graves, a perda de solo e a formação de processos erosivos (SOARES JUNIOR e FERREIRA, 2007).

Em geral, a grande maioria das estradas situadas em zonas rurais foi aberta de forma inadequada pelos colonizadores. Estes se orientaram, basicamente, pela estrutura fundiária e pelas facilidades do terreno, o que favorece, em períodos de chuvas intensas, o desenvolvimento de processos erosivos extremamente prejudiciais à pista de rolamento, às áreas marginais e à sua plataforma como um todo (CATI, 2003). Segundo Silva (2006), em condições naturais, as paisagens resultam de um longo e lento processo que envolve o intemperismo das rochas, a formação e erosão geológica do solo. Entretanto, por ocasião da erosão acelerada, principalmente pela ação antrópica, as perdas de solo processam-se em uma velocidade acima das perdas toleráveis de solo, que se refere às taxas aceitáveis de erosão frente ao intemperismo e à pedogênese, resultando na degradação do meio físico. Além de degradar o nosso mais importante recurso, o solo, a erosão tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água através da poluição, assoreamento de mananciais e enchentes no período das chuvas ou escassez no período da estiagem (DRUGOWICH, 2011), com a consequente diminuição do IDH do município, além de provocar o êxodo rural e agravar os problemas urbanos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Sistema Cantareira possui uma área de drenagem de aproximadamente 228 mil hectares, e abrange 12 municípios, quatro deles no Estado de Minas Gerais.

As águas produzidas pelo sistema são provenientes, em sua grande maioria, da bacia do Rio Piracicaba, e transpostas para a região da bacia do Alto Tietê, onde se localiza a grande São Paulo (WHATELY e CUNHA, 2006). No presente trabalho foram levantadas apenas as informações referentes a porção paulista da bacia, a saber: Bragança Paulista, Caieiras, Franco da Rocha, Joanópolis, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia e Vargem.

As informações referentes as estradas rurais foram levantadas com receptores GPS em visitas a campo conduzida pelos técnicos das Casas da Agricultura da CATI nos municípios constituintes do Sistema Cantareira, durante o período de junho a outubro de 2014. O restante das informações foi obtido utilizando os recursos de geo-processamento. Os trajetos prioritários foram selecionados dentre os localizados entre o cruzamento das estradas rurais com a hidrografia e o divisor de águas; os solos a partir da base vetorial do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo; as erosões e a hidrografia por meio da pesquisa e identificação a partir das ortofotos do Projeto Mapeia São Paulo utilizando-se o software ArcGIS; as bacias Hidrográficas delimitadas a partir dos dados referentes ao Modelo Digital de Terreno Aster GDEM, por meio das ferramentas do pacote "Hydrology" do software ArcGIS, sendo segmentadas e nomeadas de acordo com a área de contribuição de cada reservatório, a saber: Atibainha, Cachoeira, Jacareí, Jaguari, e Juqueri; e, o uso do solo, através da classificação da imagem Landsat-8, com data de aquisição dos dados de 23/09/2015, através do uso do plug-in "Semi-Automatic Classification", integrante do software QGIS 2.8.2 Wien. Estas metodologias encontram-se descritas em maiores detalhes em Drugowich (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bacias de contribuição apresentaram extensões de área similares, exceto a bacia do Jaguari (Tabela 1), com área significativamente menor, pois sua maior porção encontra-se em Minas Gerais e não é objeto do presente trabalho.

Tabela 9 - Quadro de áreas das BcSC em SP, expressas em km².

Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari	Total
338	314	347	201	052	1.251

Na Bacia do Cantareira predominam 3 ordens de solo, ou sejam os Latossolos, os Argissolos e os Cambissolos. Na Tabela 2 encontram-se descritas as unidades de mapeamento de solos que ocorrem na região em percentagem da área total. Os Cambissolos destacam-se com relação a suscetibilidade a erosão, pois possuem teores elevados de silte o que favorece a compactação, além de localizarem-se nas porções mais declivosas do terreno. Na BcSC, ocorrem nas unidades CX19, LVA20, LVA23, PVA41, PVA42, e PVA44.

Tabela 10 - Unidades de Mapeamento de Solo da Bacia do Cantareira (Legenda) e áreas correspondentes em ha.

CX19	LVA20	LVA23	LVA49	PVA26	PVA41	PVA42	PVA44	PVA55	PVA63
3.133	3.133	29.897	7.568	12.276	19.324	13.46	13.167	5.001	5.652

Foram levantados os trajetos das estradas rurais em toda a BcSC, bem como dos trajetos prioritários. Os trajetos priorizados foram selecionados por possuírem grande potencial de carreamento de material particulado a hidrografia, visando futuras ações de recuperação. Estes resultados encontram-se sumarizados na Tabela 3.

Tabela 11 - Totais das estradas rurais e trechos prioritários, expressos em km e em percentagem de trechos prioritários em relação ao total, por BcSC.

BcSC	Total em km	% sobre o total	Prioritárias em km
Juqueri	179,15	21,1	34,32
Atibainha	265,54	31,3	62,23
Cachoeira	224,12	26,4	84,40
Jacareí	132,93	15,7	26,98
Jaguari	46,58	5,5	5,52

O processo erosivo levantado na bacia de contribuição do Cantareira encontra-se descrito na tabela 4. Os reservatórios que apresentam uma maior área erodida em termos percentuais são o Jacareí e o Cachoeira, com 7,53% e 9,73% respectivamente. A ocorrência de erosão encontra-se associada ao uso do solo e consequentemente às práticas dispensadas nestes usos. Estas, em sua grande maioria, ocorrem em pastagens, e predominam nas BcSC Cachoeira, Jacareí e Jaguari.

Tabela 12 - Área das BcSC e área erodida por BcSC, expressas em ha e percentagem da área erodida em relação a área total.

BcSC	Área da BFR (ha)	Área erodida (ha)	% da área erodida
Juqueri	33.770	818,15	2,42
Atibainha	31.400	1.322,04	4,21
Cachoeira	34.718	2.615,56	7,53
Jacareí	20.052	1.951,68	9,73
Jaguari	5.193	207,33	3,99

A Bacia da Cantareira dentro do estado de São Paulo possui 2.389,83 km de rios unifilares, 47,73 ha de rios bifilares, 321,92 ha de lagos e 81,65 km² de represas e reservatórios. A hidrografia da área de estudo está dividida em vários mananciais e seus afluentes, descritos na forma de linhas (hidrografia unifilar) ou polígonos (hidrografia bifilar, lagos e reservatórios) sendo apresentados na Tabela 5.

Tabela 13 - Hidrografia do Sistema Cantareira.

BcSC	Unifilares¹	Bifilares²	Reservatórios³	Lagos ha
Jaguari	118,77	15,34	5,95	13,87
Jacareí	325,49	0	42,67	32,08
Cachoeira	799,30	4,73	8,07	74,95
Atibainha	586,32	0	20,51	78,28
Juqueri	559,95	27,66	4,45	122,74

(1) Rios com largura inferior a 10m, quantificados em extensão – km. (2) Rios com largura superior a 10m, quantificados em superfície - ha. (3) Represas e reservatórios quantificados em área – km².

A região do Sistema Cantareira é caracterizada principalmente por usos não urbanos, diferentemente de outros mananciais de abastecimento público da RMSP, como a Guarapiranga e a Billings. A região encontra-se bastante alterada, resultado das atividades econômicas que se desenvolveram ali nos séculos passados, como o café e a agropecuária (WHATELY e CUNHA, 2006). As classes que apresentam maior erosividade são em ordem de importância, o solo exposto e as áreas com predomínio de gramíneas. Grande parte das áreas atualmente ocupada por pastagens, na verdade trata-se de áreas marginais, que já não suportam outras explorações, por se encontrarem

degradadas pelas explorações anteriores. Ou seja, neste contexto, entenda-se como pastagens, normalmente, as áreas excluídas do processo produtivo tradicional (Tabela 6).

Tabela 14 - Uso do solo nas BcSC em percentagem em relação a área total.

Uso do solo	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Arbóreas	66,1	64,5	61,6	28,8	32,9
Gramíneas	17,5	23,6	29,2	38,9	41,9
Áreas urbanizadas	10,5	0,1	0,0	2,9	2,0
Solo exposto	4,4	5,7	7,6	23,5	21,2
Espelho d'água	1,4	6,1	1,7	5,9	2,0

CONCLUSÃO

O presente trabalho disponibiliza um conjunto de informações quantitativas e qualitativas, como suporte ao planejamento do uso das terras das BcSC. Deve-se enfrentar estes problemas de forma global e integrada, com o consequente aumento da produtividade e da produção. As medidas e ações deverão ser aplicadas de forma a evitar o desgaste e empobrecimento do solo nas suas diversas fases e formas, através de práticas que aumentem a infiltração de água no seu perfil, que intensifiquem a cobertura vegetal, seja ela viva ou morta, e que reduzam o escoamento superficial. A forma de abordagem recomendada é a de implantação de um programa de extensão rural por meio de visitas periódicas às propriedades prioritárias visando a elaboração do Projeto Individual de Propriedade – PIP. Este por sua vez tem por objetivo o planejamento da propriedade visando ao uso e manejo racional dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

CATI - COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Adequação de estradas rurais. Campinas, Centro de Comunicação Rural - CECOR - CATI/SAA, 2003. DRUGOWICH, M. I. (Coord.) Plano Diretor de Controle de Erosão Rural para o Município de Tatuí-SP. Campinas, CIAGRO/CATI/SAA, 2011. p.12.

DRUGOWICH, M. I. (Org.) Projeto Água Viva. Campinas, CIAGRO/CATI/SAA, 2016. Cap.2, p.3-5.

SILVA, P. M. O. Modelagem do Escoamento Superficial e da Erosão Hídrica na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto do Rio Grande, MG. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006. Cap.2, p.5.

SOARES JUNIOR, H. H.; FERREIRA, O. M. Processos Erosivos e Perda de Solo em Estradas Vicinais. Goiânia, PUC GOIÁS, 2007. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/PROCESSOS%20EROSIVOS%20E%20PERDA%20DE%20SOLO%20EM%20ESTRADAS%20VICINAIS.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017, 9:30:17.

WHATELY, Marussia; CUNHA, Pilar Cantareira 2006: Um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo. Resultados do Diagnóstico Socioambiental Participativo do Sistema Cantareira. São Paulo, Instituto Socioambiental, 2006. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10289.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017, 10:13:23.

6.2 PRIORIZAÇÃO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS PARA GESTÃO DE CONTROLE DE EROÇÃO RURAL

*Antoniane Arantes de Oliveira Roque, Engenheiro Agrícola, Assistente Agropecuário da CATI,
Email: antoniane@cati.sp.gov.br;*

*Mario Ivo Drugowich – Engenheiro Agrônomo, Assistente Agropecuário da CATI,
Email: drugo@cati.sp.gov.br;*

*Carlos Reys Vukomanovic – Engenheiro Agrônomo MS, Assistente Agropecuário da CATI,
Email: carlos.reys @ cati.sp.gov.br;*

*Eduardo Ribeiro da Silva, Geógrafo, Assistente Técnico da CATI,
Email: eduardo.ribeiro @cati.sp.gov.br.*

RESUMO

A gestão do controle da erosão rural é tarefa das mais importantes no gerenciamento de microbacias hidrográficas, pois a existência desta, definirá a perda da qualidade físico-química dos corpos hídricos e consequentemente a menor disponibilidade de água para atendimento à vida na localidade. O objetivo do presente estudo é o de demonstrar o uso da técnica de Processo Analítico Hierárquico (AHP) na priorização de microbacias da margem direita do ribeirão Laranja Doce, região oeste de São Paulo. Para tal utilizou-se de análises de parâmetros físicos da localidade, obtidos por meio de levantamentos a campo e de processamentos de produtos de sensoriamento remoto, uso de informações de censo da população rural local e cruzamentos de dados em ambiente de sistemas de informações geográficas. O uso da técnica AHP demonstrou versatilidade na análise integrada de critérios físicos e socioeconômicos, permitindo a hierarquização das cinco microbacias existentes, demonstrando o peso de cada um dos sete critérios de análise e permitindo a efetiva gestão de recursos, de acordo com as demandas locais, e voltadas aos problemas que cada microbacia enfrenta.

Palavras-chave: AHP. Drenagem. Assoreamento. Uso da terra.

ABSTRACT

The control of rural erosion is one of the most important task in the management of hydrographic basins, the existence of this will define the loss of the physical-chemical quality of the water bodies and, consequently, the lower availability of water to attend to life in the locality. The objective of the present study is to demonstrate the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in the prioritization of microbasins on the right side of the river Laranja Doce, in the western region of São Paulo/Brazil. For this purpose, the analysis of physical parameters of the locality, obtained through field surveys and remote sensing product processing, the use of census information of the local rural population and data crossings in a geographic information system environment. The use of the AHP demonstrated versatility in the integrated analysis of physical and socioeconomic criteria, allowing the hierarchization of the five existing microbasins, demonstrating the weight of each of the seven criteria of analysis and allowing the effective management of resources, according to the local demands and with the problems that each microbasin has.

Keywords: AHP. Drainage. Silting. Land use.

INTRODUÇÃO

O uso do solo por ação antrópica traz a retirada da vegetação de superfície para o plantio e uso a que se tiver definido, ocasionando um descobrimento da camada fértil do solo, deixando-o vulnerável à ação de ventos e chuvas, causando então o

arraste de partículas para regiões mais baixas na topografia, caracterizando a erosão do solo.

A bacia hidrográfica está entre as unidades de análise da paisagem mais utilizadas em estudos ambientais e, o conceito envolve um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (CASTRO, 2002).

A priorização de microbacias define regiões hidrográficas dentro da região em estudo, em que o gestor do município envolvido possa constatar a proporcionalidade da importância estratégica entre elas, dos problemas envolvidos ao gerenciamento e combate à erosão rural, dispondo então de critérios técnicos para realizar a tomada de decisão de onde, como e quanto dinheiro público será investido.

No entanto, a tomada de decisão é, em sua totalidade, um processo mental cognitivo, resultante da seleção do curso mais adequado de ação, baseado em critérios tangíveis e intangíveis (SAATY, 2009), sendo bem aplicáveis ferramentas que auxiliem neste processo, principalmente as que levem em consideração multicritérios envolvidos.

Segundo Silva et al. (2009) o AHP é uma ferramenta que consolida as diferentes naturezas, grandezas e importâncias das dimensões de análise, permitindo, inclusive, realizar avaliações com base em comparações múltiplas. A utilização do AHP permite a análise e hierarquização de projetos e programas de forma justificável e customizável, é matematicamente consistente e é utilizado quando se pretende analisar a importância relativa de cada um dos critérios pré-estabelecidos, uma vez que os mesmos podem possuir importâncias variáveis e interdependentes.

O objetivo do presente estudo foi levantar características e propriedades do meio físico da área da Sub-bacia do córrego Laranja Doce, margem direita, com vistas à priorização de microbacias hidrográficas, com foco no planejamento voltado ao meio rural, embasadas em critérios qualitativos e quantitativos, visando orientar o aporte de recursos do erário conforme demandas técnicas ao quesito conservação do solo no meio rural.

MATERIAIS E MÉTODOS

A região alvo do presente estudo engloba a porção sul do município de Regente Feijó, ocupando 70,8% de sua totalidade territorial e a região norte do município de Taciba, ocupando 22,4% de sua área, num total de 324,24 km² da margem direita do ribeirão Laranja Doce, afluente do rio Paranapanema. Tal localidade pertence ao oeste do estado de São Paulo/Brasil. Os solos de maior ocorrência são os Argissolos, apresentando horizonte B textural.

A comparação entre dois elementos utilizando o AHP foi realizada utilizando-se da escala de relativa de importância entre duas alternativas, proposta por Saaty (1991), e é a mais amplamente utilizada em trabalhos multicritérios. Atribuindo valores que variam entre 1 a 9, a escala determina a importância relativa de uma alternativa com relação a outra.

Os critérios adotados foram quantificados conforme graus de priorização para a gestão das microbacias, voltado à conservação do solo e ao controle da erosão, Tabela 1. Tomou-se como base aos parâmetros dos critérios, informações do Censo Agropecuário das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA 2007/2008) e informações coletadas e mapeadas a campo, conforme CATI (2016).

Os geoprocessamentos foram realizados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com uso dos softwares ArcGIS versão 10.3 e QGIS versão 2.8. Utilizou-se imagens do satélite WorldView-2 série standard 2A com filtro de correção radiométrica e combinação de bandas.

Tabela 15 – Critérios de análise multicritérios e graus de priorização.

Critério	Priorização		
	Baixa	Média	Alta
Utilização racional da terra	Área física com uso racional das terras	Área física não classificada ou com sub utilização	Área física com sobre utilização das terras
Susceptibilidade à erosão	Área física com baixa susceptibilidade	Área física com média susceptibilidade	Área física com alta e muito alta susceptibilidade
Uso de práticas conservacionistas	% de UPAs que utilizam a prática de Plantio Direto e/ou realizam práticas conservacionistas de solo	% de UPAs que fazem uso de adubação orgânica, adubação mineral, adubação verde, manejo integrado de pragas, e/ou realizam análise de solo	% de UPAs sem registro de práticas conservacionistas
Dinâmica ambiental	Relação de nascentes por quilômetro quadrado abaixo ou igual a 0,8	Relação de nascentes por quilômetro quadrado acima de 0,8	% quantitativa da existência de Lixão ou similar (entulho), Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e Poços de captação de água para abastecimento urbano
Critérios socioeconômicos	% de UPAs com ocorrência de critérios organizativos (utiliza assistência técnica oficial e/ou privada, é associado e/ou cooperado e/ou sindicalizado)	% de UPAs com ocorrência de critérios de base (faz uso de crédito rural e/ou seguro rural, possui energia elétrica, realiza escrituração agrícola)	% de UPAs sem registro dos critérios selecionados
Estradas	% de comprimento das estradas Tipo A	% de comprimento das estradas Tipo B	% de comprimento das estradas Tipo C
Exploração agrícola	% de UPAs com outras culturas	% de UPAs com área cultivada com pastagens e cana-de-açúcar	% de UPAs com área cultivada com as culturas do Grupo Olerícolas

A partir da escala de Saaty, foi construída a matriz de comparação, conforme Tabela 2, tendo-se obtido uma razão de coerência para esta de 4,51%, demonstrando assim a consistência de comparação e hierarquização.

Tabela 16 - Matriz de comparação entre os critérios de avaliação de priorização.

Critérios	Util. Racional	Susc. Erosão	Dinâmica	Prát. Conserv.	Crit. Sócioec.	Estradas	Exp. Agrícola
Util. Racional	1	3	7	3	9	1	3
Susc. Erosão	1/3	1	5	1	9	1	3
Dinâmica	1/7	1/5	1	1/5	3	1/7	1/5
Prát. Conserv.	1/3	1	5	1	5	1/3	1
Crit. Sócioec.	1/9	1/9	1/3	1/5	1	1/7	1/7
Estradas	1	1	7	3	7	1	3
Exp. Agrícola	1/3	1/3	5	1	7	1/3	1

Esta tabela é a base de comparação pareada dos critérios para hierarquização da priorização das microbacias, demonstrando os pesos relativos entre si de cada critério.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rede de drenagem, relativa a um modelo hidrologicamente consistente da área de estudo, está dividida em vários mananciais e seus respectivos afluentes, descritos no Mapa de Hidrografia, apresentado na Figura 1a.

De posse de todos os critérios quantificados, aplicou-se a técnica AHP para construção dos pesos de cada um deles, para embasamento da priorização global das microbacias, e análise par a par do vetor critérios para construção do vetor de decisão, confeccionando-se assim a Tabela 3.

Observando-se a linha grifada em amarelo do vetor critérios, torna-se possível a visualização dos diferentes pesos de cada um dos quesitos para priorização das microbacias. Constata-se que a Utilização Racional das Terras com 29,71% de peso e as Estradas com 24,50% são os quesitos de maior expressão para as atividades de controle de erosão rural e, portanto de priorização de ações.

Tabela 17 – Matriz de Resultado AHP para definição de prioridades das microbacias.

Matriz de decisão								
Priori- zação	Vetor critérios							
	Util. Racional	Susc. Erosão	Dinâmica	Prát. Conserv.	Crit. Sócioec.	Estradas	Exp. Agrícola	Total
	29,71%	17,68%	3,46%	11,88%	2,13%	24,50%	10,65%	100%
	Classificação Microbacia do Córrego da Represa							Vetor de decisão
Baixa	31,6	3,1	25	22,3	5,4	74,1	3,1	32,04
Média	67,7	25	0	42,3	84,6	25,9	95,4	47,87
Alta	0,7	71,9	75	35,4	10	0	10	20,99
	Classificação Microbacia do Córrego da Água da virgem							Vetor de decisão
Baixa	40,3	1,2	0	31	3,4	40,7	10,3	27,01
Média	52,7	25,8	50	51,7	89,7	59,3	89,7	54,08
Alta	6,9	73	50	17,2	6,9	0	0	18,87
	Classificação Microbacia do Córrego do Paca ou Azul							Vetor de decisão
Baixa	34,6	1,9	100	18,6	8,1	79,7	1,2	36,10
Média	64,9	27,5	0	49,7	79,5	20,3	98,8	47,24
Alta	0,5	70,7	0	31,7	12,4	0	1,2	16,81
	Classificação Microbacia do Córrego do Onça							Vetor de decisão
Baixa	24,4	13,7	0	10,9	20	98	5,5	35,98
Média	74,1	31	50	45,5	60	0	94,5	45,97
Alta	1,5	55,2	50	43,6	20	2	0	18,03
	Classificação Microbacia do Córrego da Formiga							Vetor de decisão
Baixa	29,4	13,4	0	8,5	10,7	89,7	1,7	34,49
Média	68,3	30,1	33,3	53,1	82,5	0	98,3	45,30
Alta	2,3	56,5	66,7	38,4	6,8	10,3	0	20,21

Quando da análise pareada dos quesitos, com os pesos calculados de cada um deles, chega-se ao vetor de decisão de cada microbacia quanto ao enquadramento em alta, média ou baixa prioridade. Percebe-se que todas as microbacias foram enquadradas como de média prioridade, com valores variando de 45,30% a 54,08%, desta forma comprovando-se que existe uma certa padronização nos problemas verificados em todas elas, não havendo parâmetros de grande vulto que as coloquem em situação de maior ou menor potencial de risco de erosão entre elas.

Atribuindo-se um peso de três para as porcentagens obtidas para alta prioridade, um peso dois para a média priorização e um peso um para a baixa, obteve-se um peso global para a priorização das microbacias, visto a necessidade de se indicar as regiões

prioritárias para ações de conservação do solo, frente a homogeneidade da região, construindo-se então o Mapa de Priorização de microbacias (Figura 1b).

Este mapa tem o intuito de fornecer subsídios para direcionar e concentrar os recursos dos futuros projetos de recuperação ambiental, bem como todas as ações dos poderes públicos e privados, na conservação dos solos, voltados às áreas onde a qualidade de vida e o meio ambiente encontram-se mais degradados ou fragilizados. Tendo-se a microbacia do córrego Água da Virgem como a prioritária, seguida das microbacias da Represa e da Formiga e com menor priorização a do Onça e do Paca.

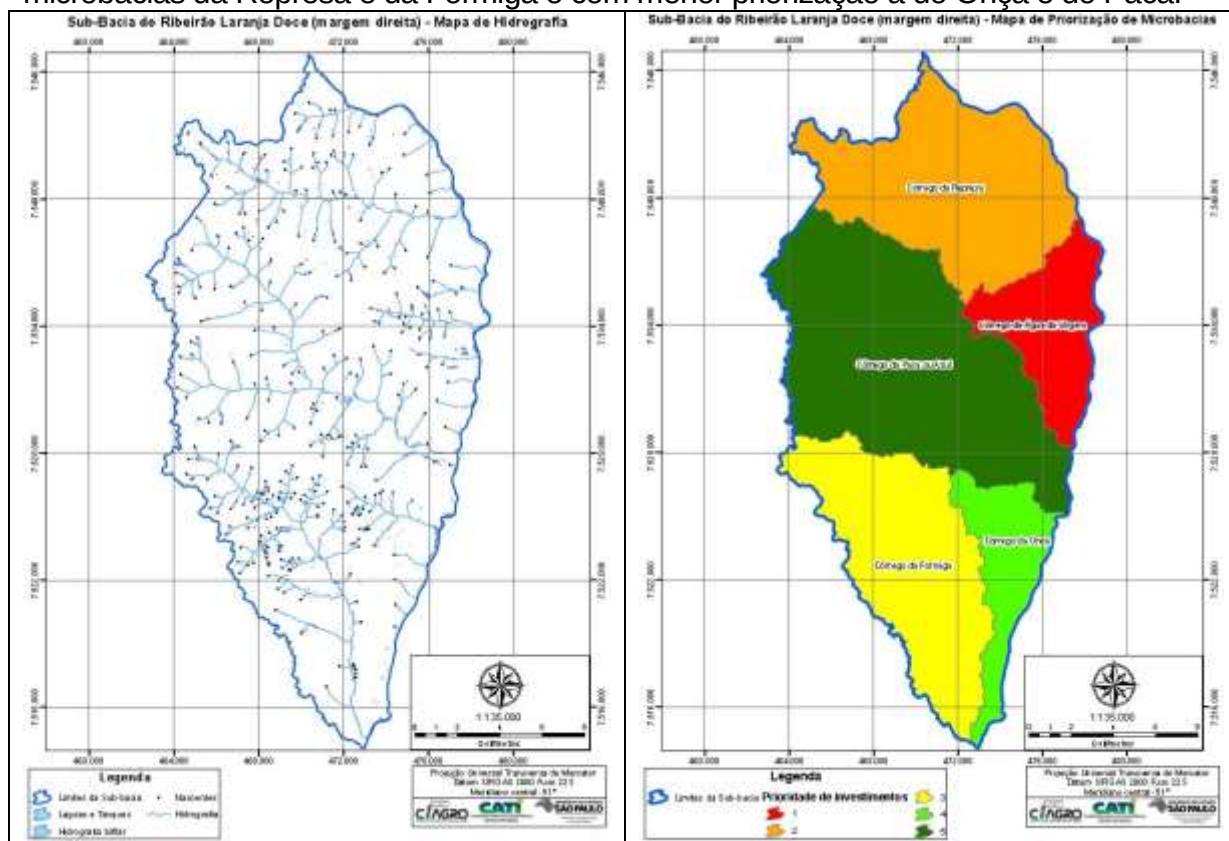


Figura 11 – Mapa de hidrografia (a) e Mapa de priorização de microbacias (b).

CONCLUSÃO

As ações e práticas que se seguirão ao presente estudo devem ser aplicadas de maneira mais intensa nas microbacias prioritárias, seguindo-se as demais, tendo-se na Matriz de Resultado AHP a definição de prioridades das microbacias, base para decisão dos montantes e porcentagens dos recursos a serem disponibilizados conforme o nível da problemática em vista das ações a serem executadas.

A priorização de microbacias desenvolvida e apresentada neste trabalho se configura como ferramenta primordial para a correta destinação de recursos para conservação dos solos, englobando diferentes parâmetros para a correta finalidade e aplicação por áreas prioritárias.

REFERÊNCIAS

CATI. **Plano Diretor de Controle de Erosão Rural da Sub-bacia do Ribeirão Laranja Doce, Margem Direita**. Campinas, CATI 2016.

CASTRO. J. F. A. Relevância da Cartografia nos estudos de Bacias Hidrográficas. O exemplo da Bacia do Corumbataí. **Geografia**, Rio Claro, v. 27 (3). 2002.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SAATY, T. L. Extending the Measurement of Tangibles to Intangibles. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, vol. 8, n. 1, p. 7-27, 2009.

SILVA, M. G.; CÂNDIDO, G. A.; MARTINS, M. F. Método de construção do índice de desenvolvimento local sustentável: uma proposta metodológica e aplicada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1, 2009.

6.3 PROJETO FITOGEOGRAFIA/SP COMO AUXÍLIO AOS PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

ANTONIANE ARANTES DE OLIVEIRA ROQUE, Eng. Agríc., Assist. Agropecuário III da Coord. de Assistência Técnica Integral-CATI, Email: antoniane@cati.sp.gov.br; MARIO IVO DRUGOWICH, Eng. Agrôn., Assist. Agrop. VI da CATI, Email: drugo@cati.sp.gov.br; EDUARDO RIBEIRO DA SILVA, Geóg., Assist. Técnico III da CATI, Email: eduardo.ribeiro@cati.sp.gov.br; CARLOS REYS VUKOMANOVIC, Eng. Agrôn., Assist. Agrop. II da CATI, Email: carlos.reys@cati.sp.gov.br

RESUMO

O uso desordenado da terra, com a consequente exploração máxima das áreas ocupadas, trouxe como consequência a supressão das matas e vegetações nativas que protegiam os corpos d'água, ocasionando a perda de qualidade destes e o surgimento dos processos de assoreamento e poluição. A recuperação da vegetação que protege rios e represas é hoje assunto dos mais importantes no meio rural, devendo as áreas de preservação permanente possuir projetos de restauração florestal. O presente estudo apresenta o levantamento das Áreas de Preservação Permanente associadas à rede de drenagem da Sub-bacia do córrego Laranja Doce (margem direita), seu uso atual, e indicando o montante a ser recuperado, utilizando-se do Projeto Fitogeografia/SP como base para a indicação de espécies a comporem o projeto de restauração. Os geoprocessamentos foram realizados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tendo como base a legislação atual para as inferências e conclusões. Obteve-se um total de 23,8 km² de APPs, estando apenas 25% destas em estado preservado, levantou-se um total de 400 espécies para comporem os projetos base de restauração. A recuperação destas APPs deve ser realizada por meio de programas conjuntos entre o estado, os municípios envolvidos, e os agricultores, trazendo ganhos para toda a comunidade, desta forma atenuando ou revertendo o assoreamento dos cursos d'água.

Palavras-Chave: Restauração florestal. Plantio. Espécies florestais. Código florestal.

ABSTRACT

The uncontrolled use of the land, with the consequent maximum exploitation of the occupied areas, resulted in the suppression of the native vegetation and forests that protected the water bodies, causing the loss of their quality and the appearance of the silting processes. The recovery of the vegetation is nowadays the most important subject in the rural environment, and the permanent preservation areas (APPs) must have forest recovery projects. The present study presents a survey of the APPs associated with the drainage network of the Sub-basin of ribeirão Laranja Doce(right bank), its current use, and indicating the amount to be recovered, using the Project Fitogeografia/SP as basis for the indication of species to compose the recovery project. Geoprocessing was carried out in a Geographic Information Systems (GIS) environment, based on current legislation for inferences and conclusions. A total of 23.8 km² of APPs were obtained, with only 25% of these being in a preserved state, and a total of 400 species were collected to compose the base recovery projects. The recovery of these APPs must be carried out through joint programs between the state, the municipalities involved, and the farmers, bringing gains to the entire community, thereby mitigating or reversing the silting of watercourses.

Keywords: Forest recovery. Planting. Forest species. Brazilian Forestry code.

INTRODUÇÃO

Segundo Neri et al. (2011) escolher corretamente a comunidade de plantas que irá iniciar o processo de sucessão em uma área degradada é um dos pontos críticos do processo de recuperação.

No meio rural, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) associadas à drenagem, ou matas ciliares, têm fundamental importância para se atingir o desenvolvimento sustentável de uma região, agindo como ambiente de preservação dos corpos hídricos que margeiam e trazem uma série de benefícios ambientais decorrentes da manutenção dessas áreas (CATI, 2016).

Para o levantamento e indicação de espécies florestais, arbustivas e arbóreas, para projetos de restauração florestal, o Projeto Fitogeografia/SP, configura-se como excelente opção, pois segundo Drugowich et al. (2015), permite que o usuário obtenha as características da área em estudo, bem como a lista de espécies recomendadas para plantio, baseadas na homogeneidade dos parâmetros de tipos de solo, clima, altitude e fisionomias florestais, com um total de 1.507 espécies catalogadas, em 44 feições sobre a superfície paulista.

Estas feições estão disponibilizadas por meio de ferramenta web, disponível em “<http://201.55.38.50/flexviewers/fitogeo/>”, permitindo que o usuário, aplicando-se o nível de aproximação à região de interesse. A ferramenta permite assim, uma melhor definição de áreas com características similares, adequando-se desta forma o detalhamento de espécies mais indicadas para as particularidades de cada região.

Segundo Drugowich et al. (2015), o aumento de espécies indicadas por meio do Projeto Fitogeografia/SP, permite uma maior gama de oferta de opções de espécies nas áreas a serem recuperadas, aumentando-se assim a diversidade da flora local, mantendo-se a obrigatoriedade estabelecida em lei (Resolução SMA 08/08 e SMA 32/14) e sendo mais específica tanto em âmbito regional, como local, com a averiguação pontual das recomendações.

O objetivo do presente estudo foi levantar as áreas de APP da Sub-bacia do córrego Laranja Doce, margem direita (oeste de São Paulo), associando-as ao uso e ocupação atual, com vistas ao cruzamento com o Projeto Fitogeografia/SP, com foco no planejamento voltado ao meio rural, realizando assim a indicação de espécies a serem reutilizadas nas áreas com necessidade de restauração florestal.

MATERIAIS E MÉTODOS

A região alvo do presente estudo engloba a porção sul do município de Regente Feijó, ocupando 70,8% de sua totalidade territorial e a região norte do município de Taciba, ocupando 22,4% de sua área, num total de 324,24 km² da margem direita do ribeirão Laranja Doce, afluente do rio Paranapanema. Tal localidade pertence ao oeste do estado de São Paulo/Brasil. Os solos de maior ocorrência são os Argissolos, apresentando horizonte B textural.

Os geoprocessamentos foram realizados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com uso dos softwares ArcGIS versão 10.3 e QGIS versão 2.8. Utilizou-se imagens do satélite WorldView-2 série standard 2A com filtro de correção radiométrica e combinação de bandas.

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) foram obtidas baseadas na vetorização da hidrografia local, estabelecidas áreas de contorno de 30 metros a partir da margem dos rios que apresentaram larguras inferiores a 10 metros, áreas de contorno de 50 metros a partir de rios com largura entre 10 e 50 metros, e de 50 metros a partir da margem de lagos e lagoas (com área entre 1 e 20 hectares) e nascentes (raio).

Tais valores, definidos no “novo código florestal”, Lei 12.651/2012, devem ser tomados como base ao planejamento, pois os mesmos são variáveis de acordo com o tamanho da propriedade, variando de acordo com o Módulo Fiscal de cada uma, admitindo-se a continuidade das atividades agrosilvipastoris nas áreas já em uso até a data de 22 de julho de 2008 (áreas consolidadas), alterando-se assim as APPs.

As áreas de declives maiores que 45° não foram constatadas no município pelo levantamento, e as áreas de topos de morros não foram consideradas para os cálculos.

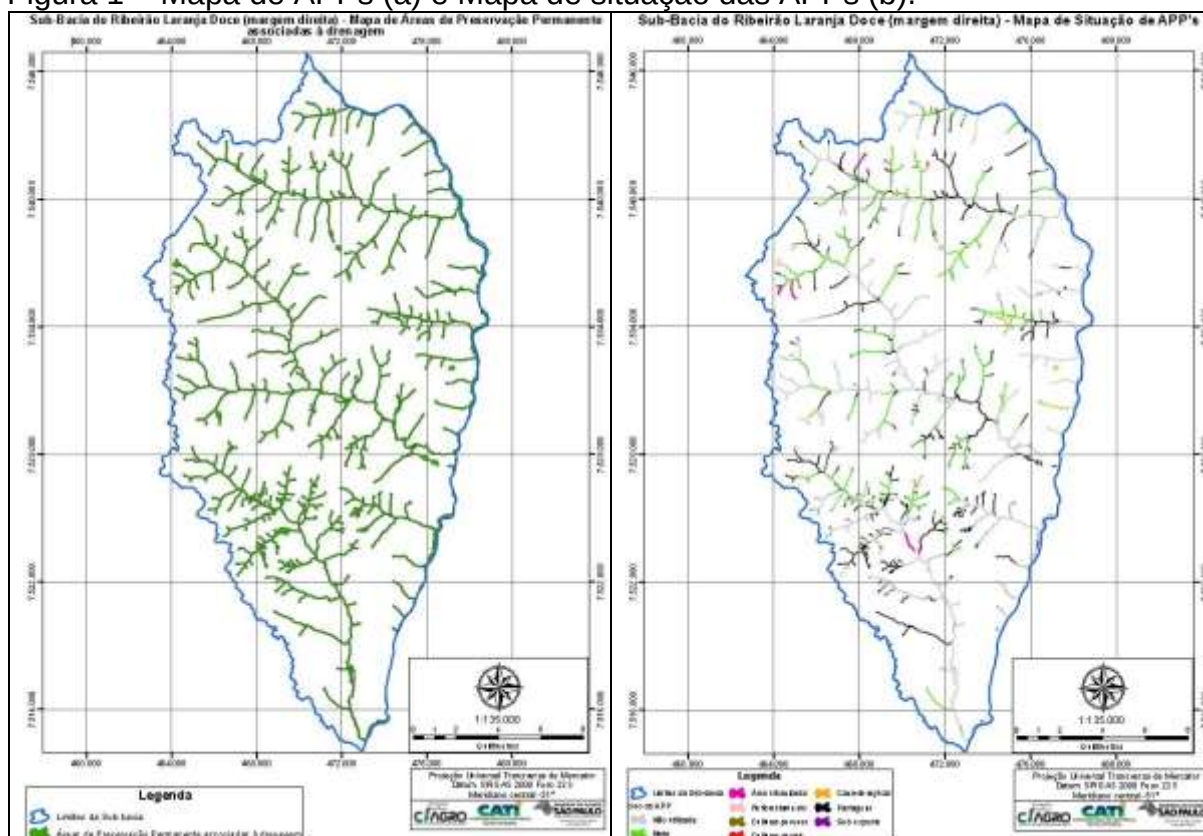
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantou-se um total de 23,84 km² de APPs, englobando 315 nascentes, as quais correspondem a 2,46 km² do total da Área de Preservação Permanente (Figura 1a).

Realizou-se então o levantamento do uso atual do solo nas APPs, obtendo-se o Mapa de Situação de APPs (Figura 1b), no qual é possível se constatar a situação atual de preservação e degradação destes ambientes.

Verifica-se que 24,99% das APPs encontram-se em estado preservado, tendo dentro de seus limites a presença de vegetação nativa (matas). Já 35,36% das áreas de APP estão em situação irregular, pois se encontram em estado de uso do solo por atividades agrícolas, tais como pastagens, cana-de-açúcar, culturas anuais e perenes.

Figura 1 – Mapa de APPs (a) e Mapa de situação das APPs (b).



Cabe ressaltar que se utilizou a classificação “Não utilizada”, correspondentes às áreas que estão em estado de abandono pelas atividades agrosilvipastoris, apresentando algumas delas estágios iniciais de regeneração natural, pelo desenvolvimento de espécies vegetais nativas de forma espontânea. Esta

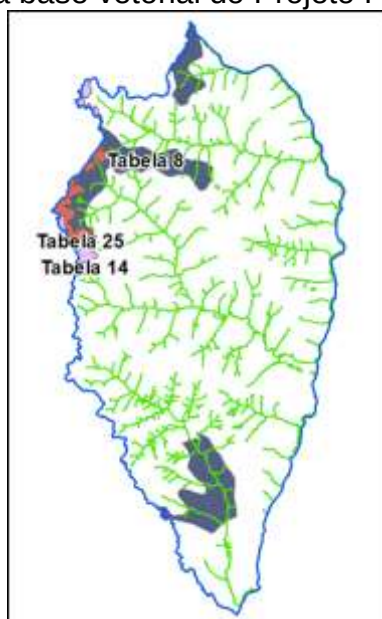
recuperação natural destas áreas indica a resiliência destas para um retorno às condições pré-existent de uso pelo homem, porém grandes porções delas não apresentam esta característica, induzindo à manutenção do ambiente degradado como se apresenta no momento. Pelo seu caráter de criticidade quanto à recuperação, são classificadas como APPs em estágio de atenção, e correspondem a 39,65% destas áreas.

Para fins de indução da regeneração natural também deverá ser considerado o plantio de espécies nativas (sistema misto), além do incremento de novas plantas a partir da rebrota e banco de sementes. No caso de plantio, o número de espécies e de indivíduos por hectare, plantados ou germinados, deverá buscar compatibilidade com a fitofisionomia local, visando acelerar a cobertura vegetal da área recuperada, observando ainda a legislação pertinente.

As Áreas de Preservação Permanente são predominantemente ocupadas por pastagens e plantios agrícolas, não possuindo uma vegetação nativa “natural”, mas sim em regeneração inicial com poucas espécies arbóreas.

Para a indicação de espécies a serem utilizadas na recuperação destas APPs, foi realizado o cruzamento com a base vetorial do projeto Fitogeografia/SP, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Cruzamento com a base vetorial do Projeto Fitogeografia/SP.



Na área da Sub-bacia, três áreas fisionômicas do Projeto Fitogeografia/SP foram identificadas (Figura 2), e a relação de espécies recomendadas (num total de 400) para projetos de restauração florestal, conforme as três diferentes áreas (Tabela 8, Tabela 14 e Tabela 25) são apresentadas na ferramenta web, bem como as características base de cada espécie para os projetos, tais como síndrome de dispersão, classe sucessional, hábito, entre outras.

Como ainda existem áreas não cobertas pelo projeto Fitogeografia (áreas em branco na Figura 2), indica-se que as espécies das três tabelas sejam base para os projetos de restauração nas demais áreas, e ainda que o poder público incentive estudos de fitofisionomias florestais nestas áreas. Na Figura 3 apresenta-se o recorte da Tabela 8, demonstrando-se as informações que enriquecerão os projetos de restauração florestal.

Figura 3 – Recorte da Tabela 8 do Projeto Fitogeografia/SP.

	Nome Científico	Nome comum	Nativa	C. S.	Zooc.	Am.	Háb.	T. E.
1	<i>Actinostemon concolor</i>	Leitinho	S	NP	N	N	At	M
2	<i>Actinostemon klotzschii</i> (<i>Actinostemon communis</i>)	Laranjeira-brava	S	NP	S	N	At	M
132	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> (<i>Zanthoxylum cinereum</i>)	Mamica-de-porca	S	NP	0	0	Ar	M
133	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Ipê-felpudo, Ipê-tabaco	S	NP	N	S	Ar	M

Obs.: Nome científico: refere-se ao nome científico encontrado nas bibliografias consultadas pelo projeto; Nome comum: nome e/ou nomes popularmente conhecidos da espécie; Nativa: quando a espécie for nativa do estado de São Paulo, S= Sim e N=Não; C. S.: refere-se a classe sucessiona engloba apenas dois parâmetros, P= pioneira e NP= não pioneira; Zooc.: refere-se a característica de sua dispersão das sementes por meio da fauna, S=Sim e N=Não; Am.: se estiver na lista de espécies ameaçadas constantes do “Livro Vermelho das Espécies Vegetais Ameaçadas do Estado de São Paulo (2007)” e na “IUCN Lista Vermelha”, S= Sim e N= Não; Háb.: refere-se ao hábito de crescimento e/ou porte da espécie, simplificado para apenas dois parâmetros, Ar= Árvore e At= Arbusto; T. E.: refere-se à tolerância ao encharcamento, ou gradiente de disponibilidade hídrica, A= Alta (espécie tolerante a solos permanentemente encharcados e/ou úmidos), M= Média (espécie que tolera certa umidade no solo) e B= Baixa (espécie tolerante a longos períodos de seca). Quando da ocorrência do valor 0, a classificação não foi levantada e/ou encontrada ou encontra-se em fase de análise para inclusão.

As características constantes nas tabelas atendem às especificações necessárias para comporem os projetos de restauração florestal, conforme resolução SMA32/14.

CONCLUSÃO

Na Sub-bacia, de acordo com a legislação vigente, são necessários 23,84 km² de APPs associadas à rede de drenagem, e destas, se faz necessária a recuperação imediata de 35,36%, atualmente ocupadas por usos agropecuários. O Projeto Fitogeografia/SP, por meio de 3 feições homogêneas para a área em estudo, apresenta um total de 400 espécies para comporem os projetos de restauração florestal, divididas em 3 feições homogêneas. A recuperação destas APPs deve ser realizada por meio de programas conjuntos entre o estado, os municípios envolvidos, e os agricultores, trazendo ganhos para toda a comunidade, desta forma atenuando ou revertendo o assoreamento dos cursos d'água.

No nível da propriedade agrícola, deverão ser discutidas com os produtores as técnicas disponíveis e, em função das condições socioeconômicas, definir um conjunto de práticas a serem implantadas, definidas através de Projeto Integral da Propriedade - PIP. Essas práticas deverão compor, no conjunto, o planejamento conservacionista da microbacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

CATI. **Plano Diretor de Controle de Erosão Rural da Sub-bacia do Ribeirão Laranja Doce, Margem Direita**. Campinas, CATI, 2016.

DRUGOWICH, M. I., ROQUE, A.A.O., GUARDIA, M.C., GOMES, C.C., et al. O Projeto Fitogeografia. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17, 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos, INPE, p.1300-1307, 2007.

NERI A.V., SOARES M.P., MEIRA-NETO J.A.A., DIAS L.E. Espécies de Cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. **Revista Árvore**. 35(4): 907-918, 2011.

6.4 O QUE A SOCIEDADE CIVIL PODE FAZER PARA MELHORAR A GESTÃO DE UMA MICROBACIA

Fillipe Martins – membro da AAVA, Email:valedoaracatu@hotmail.com
Martha Moraes – membro da AAVA, Email:valedoaracatu@hotmail.com
Patrícia Shimabuku – membro da AAVA, Email:valedoaracatu@hotmail.com
Solveig Willgoths – membro da AAVA, Email:valedoaracatu@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste artigo é expor o trabalho que uma organização da sociedade civil realiza para melhorar a gestão, desenvolvimento, e preservação de uma microbacia hidrográfica. A organização em causa, Associação dos Amigos do Vale do Aracatu, adota métodos ativos e participativos como educação ambiental, reflorestamento, ecoturismo e *advocacy* a fim de melhorar a gestão da microbacia hidrográfica do córrego Aracatu. Através destes métodos, a Associação vem desenvolvendo diversas ações e projetos: obstou a construção de 800 casas que seriam construídas infringindo a legislação vigente; fomenta a cooperação entre a sociedade civil e os setores público e privado; participa ativamente de conselhos municipais e de projetos com outras organizações; promove a educação socioambiental em escolas públicas e particulares; e tem como meta para o ano de 2017 desenvolver um programa de ecoturismo como instrumento de desenvolvimento e manejo sustentável da microbacia. Através destas atividades e de suas conquistas, a Associação comprova o importante papel da sociedade civil organizada na transformação da sociedade e no desenvolvimento sustentável de uma microbacia, de um bairro, de uma região, de um município.

Palavras-chave: *Advocacy*, educação ambiental, ecoturismo, reflorestamento, Vale do Aracatu

ABSTRACT

The object of this article is to present how a civil society organisation can work to improve the management, development and preservation of a micro watershed. The organisation in question, Associação dos Amigos do Vale de Aracatu (The Association of Friends of the Aracatu Valley), adopts participatory and interactive methods as environmental education, reforestation, ecotourism and advocacy in order to improve the management of the watershed of the Aracatu River. Through these methods, the Association inhibited a housing project of 800 houses which were to be constructed infringing the current laws, as well as fomenting the cooperation between civil society, public and private sector. As a part of their work, the Association is participating in municipal councils and in projects with other civil society organisations, promoting social environmental education in public and private schools and as a goal for 2017, it is to develop an ecotourism project as an instrument for sustainable development and management of the watershed. With these actions and victories through civil mobilisation, the Association proves the important role of civil society organisation in the transformation of the society and the sustainable development of a watershed, a neighbourhood, a region and a municipality.

Keywords: *Advocacy*, environmental education, ecotourism, reforestation, Aracatu Valley

INTRODUÇÃO

A Associação dos Amigos do Vale do Aracatu (AAVA) é uma associação civil sem fins lucrativos, de caráter socioambiental e ecológico. Em meados de 2014 os moradores deste Vale vislumbraram o perigo e riscos que corria a Microbacia do córrego do Aracatu em virtude de um empreendimento imobiliário que lograva se instalar naquela região desconsiderando as especificidades geomorfológicas locais. Com o propósito de proteger e preservar esta microbacia, os moradores fundaram a associação para, unidos, lutarem pela sua preservação e desenvolvimento racional e sustentável.

A Microbacia hidrográfica do córrego Aracatu (Figura 1), pertence a Bacia Hidrográfica do Alto Capivara e está situada no Planalto Residual de Botucatu, a sudeste da malha urbana do município, a montante da Cuesta Basáltica. O córrego Aracatu possui orientação dominante oeste-leste e é formado por dez nascentes. A jusante do Aracatu, há uma região de afloramento do Aquífero Guarani, característica fisiográfica ímpar ao Estado de São Paulo que confere relevância ambiental a esta região. (ACKERMANN, 2014, p.1)

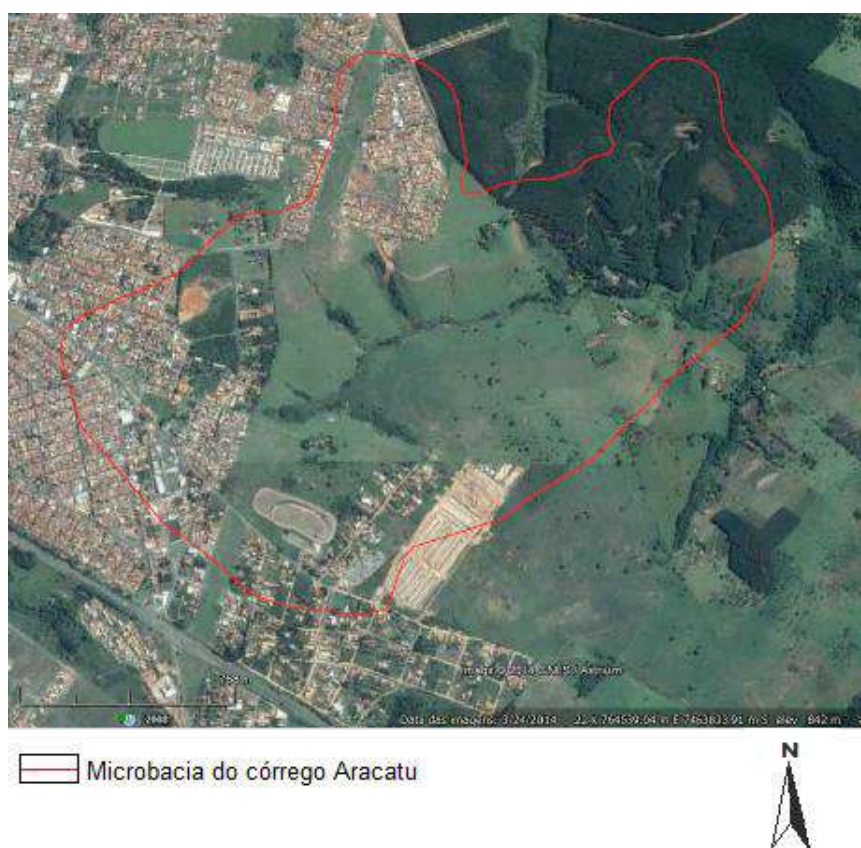


Figura 1. Além desta relevância, esta microbacia é: a) área de interesse ambiental pois o córrego em questão drena para a Zona de Vida Silvestre da Área de Proteção Ambiental Corumbataí – Botucatu – Tejupá, junto ao perímetro Botucatu⁹; b) Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta¹⁰.

⁹ O fato do córrego Aracatu drenar para esta Área de Proteção Ambiental implica que qualquer atividade nesta microbacia deverá respeitar a Deliberação n.º142/86 do Conselho Estadual do Meio Ambiente.

¹⁰ Lei Municipal n.º 4.212/2002 e Decreto Municipal n.º 8.961/2012.

As preocupações fundantes da AAVA são o avanço desmedido da expansão urbana que tem como consequências a destruição de nascentes, a impermeabilização irresponsável e não planejada do solo, o açoreamento dos córregos, a destruição da mata ciliar, a infração de leis ambientais, dentre outras coisas, e a falta ou o pouco conhecimento sobre as características geomorfológicas e hídricas desta microbacia e do município de Botucatu.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os seus objetivos estatutários e promover a gestão sustentável da microbacia, a associação desenvolve projetos e ações nos seguintes âmbitos: educação ambiental, reflorestamento, ecoturismo e *advocacy*, através da participação em conselhos municipais, realização de audiências públicas, cobrança do poder publico, etc. A seguir, serão explanados algumas ações e projetos.

Através da impugnação no Cartório de Registro de Imóveis do empreendimento imobiliário “Conjunto Habitacional Carlos Martins”, a AAVA obteve a construção de 800 casas que seriam construídas infringindo a legislação vigente. O projeto não apresentava os estudos de impacto ambiental e impacto de vizinhança, ignorando a sensibilidade geomorfológica e a riqueza hídrica da região, além de desrespeitar o SNUC¹¹, que no seu artigo 49, parágrafo único, deixa claro que a zona de amortecimento das unidades de conservação, uma vez definida formalmente, não pode ser transformada em zona urbana (BRASIL, 2000,p.21). Em 24 de Setembro de 2014, o então prefeito João Cury Neto revogou o Decreto 9.718, que aprovava a construção do loteamento.

Desde 2015 a AAVA, em representação da sociedade civil, participa de dois conselhos municipais: Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) e Conselho do Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta (CPNMCMarta). O COMDEMA é um conselho deliberativo que, ao atuar na esfera do uso e ocupação do solo, dos recursos hídricos e da arborização urbana, participa efetivamente da gestão ambiental do município. É formado por representantes da sociedade pública (estadual e municipal) e da sociedade civil e se reúne mensalmente. Já o CPNMCMarta é um conselho consultivo que tem como competência realizar a gestão participativa e integrada do Parque, aplicar as metas e diretrizes do seu Plano de Manejo e fomentar as políticas de proteção do meio ambiente. Este também é formado por representantes da sociedade pública (municipal) e da sociedade civil e se reúne mensalmente.

No âmbito da educação ambiental, em 2016, a associação implementou o projeto “Aracatu na Sala de Aula” (ASA), que trabalha e estimula a relação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula (nas disciplinas de geografia e ciências naturais) com a realidade local. O projeto é desenvolvido com alunos de escolas públicas e particulares de Botucatu, e realizado em duas etapas: conteúdos teóricos apresentados em sala de aula e visita ao Vale do Aracatu.

Na esfera do reflorestamento, a AAVA em parceria com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Botucatu, com a empresa Assobio Soluções Socioambientais, com a Eucatex, empresa que cultiva eucalipto, e com a proprietária da Fazenda Monte Selvagem (a fazenda, localizada no Vale do Aracatu, é arrendada para o plantio dos eucaliptos) está realizando um projeto que prevê o plantio de 20 mil mudas nativas para a recuperação de cinco nascentes da

¹¹ SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação - Lei 9.985/2000.

Microbacia do Aracatu. O projeto teve início em Setembro de 2016 e deve durar, pelo menos, até 2018.

E, na área do ecoturismo, a associação está desenvolvendo um Programa de Ecoturismo para a região do Vale do Aracatu. O programa tem como objetivo geral organizar e oferecer passeios para que o turista conheça o patrimônio natural do Vale e da Cuesta Basáltica Botucatuense, promovendo assim a conscientização ambiental e o desenvolvimento sustentável da região, sempre visando a sua proteção e conservação. Este projeto está em desenvolvimento e tem início previsto para Junho de 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da conscientização e empoderamento da sociedade civil organizada, temos o exercício dos direitos civis através das ferramentas legais e normativas e a proteção efetiva do meio ambiente e dos recursos hídricos.

A presença nos conselhos municipais é o resultado da ocupação dos espaços públicos garantidos constitucionalmente à sociedade civil, garantido assim a sua participação ativa, o seu direito à voz, na gestão e desenvolvimento do município de Botucatu.

A proposição e realização de audiências públicas pela AAVA, demonstrou que é possível ocupar ativamente a câmara dos vereadores. Desde o seu surgimento a associação já organizou algumas audiências públicas que trataram de temas como a microbacia do Aracatu, o sistema Aquífero Guarani e a importância do desenvolvimento planejado e sustentável. As audiências sempre estiveram cheias (mais de 80 pessoas em cada uma delas), e o público era formado por moradores, vereadores, prefeito e secretários do município, demonstrando assim a importância destes eventos para a difusão destas informações, troca de saberes e discussão dos temas abordados.

Os resultados do projeto ASA são abrangentes e extrapolam os muros das escolas. Através da explanação teórica em sala de aula e da visita ao Vale do Aracatu, os jovens tomam consciência das características geomorfológicas e hídricas da região em que vivem, observam as fragilidades locais, bem como os danos causados pelo descarte inapropriado do lixo, pela impermeabilização não planejada de bairros urbanos, pela falta de estudos de impacto ambiental e impacto de vizinhança, entre outras ações depredadoras do meio ambiente. Assim, através desta vivência aliada ao aprendizado teórico, os jovens são sensibilizados para refletirem sobre as consequências na redução da disponibilidade ou na falta dos recursos hídricos; sobre a necessidade da preservação e uso sustentável desta microbacia hidrográfica e sobre a responsabilidade da sociedade civil no desenvolvimento urbano.

O resultado do projeto de plantio ainda não é visível, já que o reflorestamento é uma ação com resultados a médio/longo prazo e o seu sucesso depende do trabalho de manutenção do plantio que vem sendo realizado pela AAVA e pela Assobio Soluções Socioambientais. Porém, podemos aqui ressaltar o resultado já significativo proveniente da parceria entre sociedade civil, setor público e setor privado que, juntos, estão trabalhando para a restauração das nascentes, juntos estão “plantando água”, juntos almejam a preservação deste bem essencial que são as bacias hidrográficas.

Considerando que o Programa de Ecoturismo no Vale do Aracatu ainda não foi implementado seria imprudente antecipar resultados. Desta forma, o que é possível neste momento discutir é a potencialidade turística da Microbacia do

Aracatu e da Cuesta Botucatuense. É fundamental e urgente desenvolver esta potencialidade para promover e proteger esta região de forma ambientalmente sustentável e inteligente, contrapondo assim o desenvolvimento irracional, nocivo, especulativo e predatório que vem acontecendo.

CONCLUSÃO

Diante do trabalho que vem sendo desenvolvido pela AAVA, podemos concluir que o papel da sociedade civil no desenvolvimento de uma sociedade sustentável é fundamental. Porém, para tal atuação, os cidadãos e cidadãs precisam saber onde vivem; precisam conhecer, de fato, o que está sob os seus pés, de onde vem a água que bebem, para onde vai a água da chuva, para onde vai o seu lixo. Para tal atuação, os cidadãos e cidadãs precisam saber que podem e devem participar da gestão do seu território, da gestão da sua água, da gestão da sua fauna e flora; porque esta participação tem impacto real na transformação do seu bairro, da sua cidade, do meio ambiente em que vive. E este saber, os resultados obtidos têm comprovado, acontece através da educação, da vivência, do conhecer o local.

Acreditamos e, finalmente, concluímos que a governança da água é reponsabilidade de toda a gente. E sim, isto é possível. Isto é possível através da educação ambiental, através do empoderamento da sociedade civil, através do reconhecimento e da apropriação do que já existe e do que já somos.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Márcio. **Relatório Ambiental Vale do Aracatu**. São Paulo: Ackermann Consultoria Ambiental, 2014.

ASSOCIAÇÃO DOS AMIGOS DO VALE DO ARACATU, **Relatório 2014-2015**. Botucatu, 2016.

BOTUCATU. Decreto nº 8.961, de 10 de fevereiro de 2012. Aprova o Plano de Manejo da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta. Botucatu, 2012.

BOTUCATU. Lei nº 4.212, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta. Botucatu, 2002.

BRASIL. Lei 9.985 de julho de 2000; decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília : MMA/SBF. 2004.

CARREGA, Ellen Fittipaldi Brasília, et al. Diagnóstico de potencialidade das unidades ambientais da Bacia do rio Capivara, Botucatu (SP). **Caminhos de Geografia – revista on line**, Uberlândia, , v.16, n.53. mar. 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/23180>>. Acesso em:19 abr.2017.

CASTRO, J.A. **A Terra dos bons ares**. Botucatu, 1966.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de manejo: APA Área de Proteção Ambiental Corumbataí, Botucatu e Tejupá – Perímetro Botucatu**. São Paulo. SÃO PAULO (Estado).Deliberação n.º142, de 12 de dezembro de 1986. Aprova o regulamento da Área de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá. São Paulo.1986.

THEODOROVICZ, A. Adequabilidades e limitações da Geodiversidade da área de influência da Cuesta na região de Botucatu. In: AUDIÊNCIA PÚBLICA, 2016, Botucatu. **Relatório...** Botucatu, 2016.p.1-10.

6.5 BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DE NASCENTES COMO ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL ORIUNDAS DA INSTALAÇÃO DO NÚCLEO INDUSTRIAL DE PARACAMBI-RJ

Rodrigo Tavares da Rocha – Engenheiro Florestal, Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro - INEA/RJ, Email: rtr.rodrigo@gmail.com / rodrigorochoa@inea.rj.gov.br

RESUMO

Alterações no regime de chuva levaram a região sudeste brasileira a conviver com a crise hídrica, causada pelas mudanças climáticas globais e a redução da cobertura florestal. O desmatamento foi agravado pela Lei nº 12.651/12, com a perda de APPs e bacias de contribuição de nascentes (BCNs). Este estudo objetiva delimitar as BCNs, bem como conhecer sua situação de cobertura do solo, de uma microbacia hidrográfica impactada pelo Núcleo Industrial de Paracambi-RJ, bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes. As BCNs foram geradas a partir de um modelo digital de elevação hidrológicamente consistente, através da ferramenta *watershed* do ArcGis, tendo como exutório, as nascentes. Foram identificadas 10 BCNs, totalizando uma área de 8,63 hectares. Do total de 25,86 hectares relativos à soma das APPs de nascente e suas bacias de contribuição, a área coberta por vegetação resultou em 3,23 hectares, indicando déficit de 22,63 hectares (87,5%) de cobertura florestal. As BCNs aumentaram a cobertura de APPs na microbacia, saltando de 5,1% para 7,7% de sua superfície. As bacias de contribuição com maior área possuíam suas nascentes mais distantes do divisor de água à montante. Analisar a cobertura do solo nas APPs e BCNs permitiu identificar e quantificar as áreas com déficit de vegetação associada a nascentes, demonstrando-se bastante útil como ferramenta de planejamento para escolha de áreas prioritárias de reflorestamento. Assim, estratégias envolvendo, cada vez mais, reflorestamentos de mananciais será crucial para o abastecimento público.

Palavras-Chave: APP. Bacia hidrográfica. Reflorestamento. MDEHC. Uso e cobertura do solo.

ABSTRACT

Changes in the rainfall regime have led Brazil's southeastern region to deal with a water crisis caused by global climate change and the reduction of forest cover. Deforestation was aggravated by the Federal Law 12.651/12, with the withdraw of Permanent Preservation Areas (PPA) and springs', or sources, recharge basins (SRB). This study aims to delimit the SRBs, as well as to know the soil coverage situation, of the hydrographic basin impacted by the installation of Paracambi's Industrial Site -RJ, the basin of Ribeirão das Lajes river. The SRBs were generated from a hydrologically consistent digital elevation model, using ArcGis' watershed tool, having as exudative the basin's source. Ten SRBs were identified, totalizing an area of 8.63 hectares. From the total of 25.86 hectares, related to the sum of PPAs and their SRBs, the area covered by vegetation resulted in 3.22 hectares, indicating a deficit of 22.63 hectares (87.5%) of forest cover. SRBs increased the coverage of PPAs in the basin, from 5.1% to 7.7% of their surface area. The SRBs with larger area had their sources more distant from the watershed upstream. The analysis of soil coverage in the PPAs and SRBs allowed the identification and quantification of areas with vegetation deficit associated with springs, proving it to be very useful as a planning tool for the selection of priority areas for reforestation. Thus, strategies

involving reforestation of springs will be, increasingly, crucial for the public water supply.

Keywords: PPA. Watershed. Reforestation. HCDEM. Use and land cover.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, alterações no regime de chuva levaram as regiões mais populosas do Brasil, sobretudo o Sudeste, a também conviver com o drama da seca (BRASIL, 2015). Algumas hipóteses responsabilizam as mudanças climáticas globais; outras culpam os eventos cíclicos naturais com longos intervalos de repetição. Incertezas e polarizações à parte, fato é que a disponibilidade hídrica está diretamente relacionada à cobertura florestal. Segundo Pereira et. al. (2011), a supressão da vegetação provoca alterações adversas na recarga do aquífero freático, influenciando na vazão das nascentes e olhos d'água, podendo determinar seu desaparecimento. Tal fato, continuam os autores, pode acarretar em aumento do escoamento superficial com assoreamento do canal de drenagem, e como consequência, a diminuição da contribuição do fluxo de base no corpo d'água superficial.

Sob as argumentações frequentes de que o Código Florestal impunha restrições exacerbadas que prejudicavam o desenvolvimento do setor agropecuário, aliada à deficiente estrutura de fiscalização dos órgãos ambientais, foi imposta a necessidade de revisão da lei florestal, culminando em sua substituição pela Lei nº 12.651/12. Com esta lei, várias áreas deixaram de ser consideradas APPs, enquanto que outras tiveram seus parâmetros de definição modificados. Instrumentos importantes de proteção foram perdidos, tais como os olhos d'água intermitentes e as bacias contribuintes de nascentes e olhos d'água (BCNs). A preservação destas nascentes e olhos d'água resumiu-se à área com raio mínimo de 50 metros, quando perenes.

Os estudos sobre nascentes e olhos d'água ainda são escassos na literatura científica (PEREIRA et. al., 2011), assim como as pesquisas sobre bacias de contribuição. Embora seus efeitos tenham cessado do ponto de vista legal, as BCNs agregam valor técnico importante, principalmente, quando associadas à cobertura florestal e a manutenção do regime hídrico.

Assim, este estudo buscou identificar, na microbacia do Núcleo Industrial de Paracambi-RJ, áreas prioritárias aptas a receberem parte da compensação ambiental, através de reposição florestal, visando o atendimento de condicionantes específicas no processo de licenciamento ambiental do empreendimento. Com isso, delimitaram-se as BCNs, qualificando-as quanto à situação de cobertura do solo, permitindo-se assim, apresentar indicadores de planejamento para a escolha das áreas mais importantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia objeto do estudo, onde está localizado o Núcleo Industrial de Paracambi, não possui hidronímia e é um dos afluentes do valão da Areia – parte integrante da bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes, contribuinte do rio Guandu, responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, com água potável. Localiza-se nos municípios de Paracambi e Seropédica, entre as coordenadas 627.337 m E; 7.489.835 m N e 630.260 m E; 7.491.925 m N, *datum* SIRGAS2000 UTM 23 Sul, totalizando área de 3,38 Km².

Utilizou-se as bases cartográficas do Projeto RJ25, convênio SEA/IBGE, na escala de 1:25.000, fornecido pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro

– Inea/RJ. A hidrografia passou por processo de consistência, garantindo que todas as linhas drenassem em direção à foz. Um modelo digital de elevação (MDE), com resolução espacial de 5 m, foi gerado a partir das curvas de nível com equidistância de 10 m, da hidrografia consistida e de massas d'água. Posteriormente, o MDE foi submetido à consistência hidrológica (MDEHC), através da extensão *ArcHydro* do software *ArcGis* 10.1, garantindo-se assim coincidência acentuada entre a drenagem derivada numericamente e a hidrografia real, para a correta delimitação das áreas de contribuição, conforme sugere Ribeiro et al. (2005). A seguir, geraram-se o *raster* fluxo de direção de escoamento e o *raster* fluxo acumulado para posterior delimitação da microbacia hidrográfica e seus ajustes. As nascentes foram obtidas a partir da conversão da hidrografia com a ferramenta *feature vertices to points* do *ArcGis*, opção *dangle* – que gera pontos somente das extremidades de linhas que não estejam ligadas a outras linhas. As bacias de contribuição das nascentes (BCNs) foram geradas a partir da ferramenta *watershed*, tendo como *inputs* o *raster* fluxo de direção de escoamento e as nascentes – consideradas exutórios das bacias de contribuição. As APPs de nascentes foram obtidas a partir da ferramenta *buffer*, tendo como *input* as nascentes e o raio de 50 m. A fim de se evitar sobreposição entre APPs e BCNs, podendo acarretar em erros de cálculo de área, utilizou-se a ferramenta *erase*.

A cobertura do solo foi obtida através da base temática, atualizada em 2013, pelo Inea, a partir de classificação supervisionada de imagens *Landsat* 8 (INEA, 2013). Gerou-se um novo *layer* contendo as classes de uso e cobertura do solo para toda a microbacia hidrográfica. A partir deste *layer* obteve-se, através de recorte pela ferramenta *clip*, a distribuição da cobertura de solo dentro das APPs de nascente e das BCNs e seus respectivos quantitativos de área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pontos de afloramento das nascentes e olhos d'água podem mover-se de acordo com a variação da superfície freática, interferindo, inclusive, em suas vazões. Como a cobertura florestal está diretamente relacionada a este fato, delimitar as bacias de contribuição destes pontos de afloramento, bem como conhecer sua situação de uso, contribuiriam com a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal, garantindo a disponibilidade de água o ano todo. Assim, foram identificadas 22 APPs de nascentes – total de 17,23 ha, ou 5,1% da microbacia –; e 10 bacias de contribuição de nascentes, já descontadas suas respectivas sobreposições nas APPs, totalizando 8,63 ha (2,56%). Juntas, APPs e BCNs totalizam 25,86 ha, cobrindo cerca de 7,66% da superfície da microbacia (337,61 ha). Observou-se, que quanto maior a distância entre a nascente e os divisores de sua respectiva sub-bacia, maior será a área protegida à montante.

Com relação à cobertura do solo, as classes observadas foram: “pasto”; “fragmento florestal”, onde predomina o estágio inicial de regeneração; e “Núcleo Industrial”, como a área efetiva do empreendimento licenciado.

Observou-se que, do total de 25,86 ha relativos à soma das APPs de nascente com as BCNs, a área coberta por fragmentos florestais resultou em 3,23 ha. Isto indica um déficit de vegetação, ou necessidade de reflorestamento, nestas áreas, equivalente a 22,63 ha (87,5%).

A distribuição destas classes nas APPs de nascente e em suas respectivas bacias de contribuição é demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Cobertura do solo nas APPs de nascente e de suas respectivas BCNs.

Classe	APP		BCN		Total	
	Área (ha)	Área (%) ¹	Área (ha)	Área (%) ²	Área (ha)	Área (%) ³
Pasto	12,80	74,29	8,02	92,93	20,82	80,51
Fragmento florestal	2,62	15,21	0,61	7,07	3,23	12,49
Núcleo Industrial	1,00	5,80	0,00	0,00	1,00	3,87

¹ Relativo à Área total de APPs de nascente na microbacia hidrográfica: 17,23 ha;

² Relativo à Área total de Bacias de Contribuição de Nascente na microbacia hidrográfica: 8,63 ha;

³ Relativo ao total de APP + BCN na microbacia hidrográfica: 25,86 ha.

A Figura 1 apresenta a distribuição das APPs de nascentes e suas respectivas BNCs na microbacia estudada.

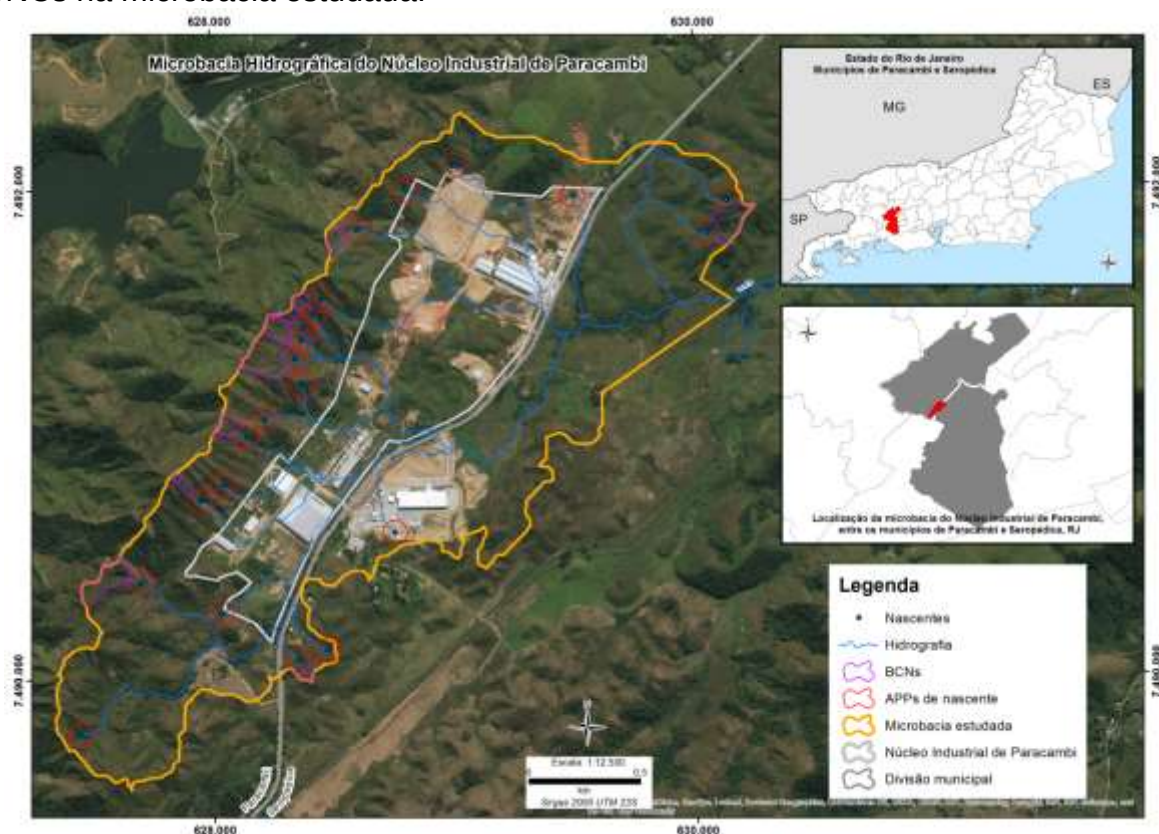


Figura 1 – Distribuição das bacias de contribuição de nascentes (BCN) incorporadas às respectivas APPs, na microbacia onde está inserido o Núcleo Industrial de Paracambi-RJ.

Alguns trabalhos demonstram a representatividade das bacias de contribuição em complementação às APPs de nascente, sob diversas condições topográficas locais. Estudo realizado por Ribeiro et al. (2005) na microbacia do córrego do Paraíso (121 ha), em Viçosa-MG, identificou que 33% de sua superfície (70 ha) correspondiam às APPs de nascentes com suas respectivas bacias de contribuição. Já Lana (2011) observou que este índice representa 7,8% da sub-bacia hidrográfica da margem esquerda do Rio São Francisco-MG. Por fim, Rocha (2016) identificou 508 BCNs que, incorporadas às APPs de nascentes, totalizaram 819,46 ha, cobrindo cerca de 5% da superfície da bacia do rio das Flores (165,2 km²), entre os municípios de Barra do Piraí e Valença, RJ.

CONCLUSÃO

As bacias de contribuição, incorporadas à proteção das nascentes, permitiram dobrar a cobertura de APPs na microbacia, saltando de 5,1% para 7,7% de sua superfície. As BCNs com maior área foram aquelas cuja nascente encontrava-se mais distante em relação ao divisor de água à montante, dentro de sua respectiva sub-bacia.

A microbacia estudada apresentou 25,86 ha destinados à proteção de nascentes. Deste total, apenas 3,23 ha apresentaram cobertura florestal nativa, indicando a necessidade de reflorestamento equivalente a 22,63 ha (87,5%). A análise da cobertura do solo nas APPs e BCNs permitiu identificar e quantificar as áreas com déficit de vegetação associada a nascentes, demonstrando-se bastante útil como ferramenta de planejamento para escolha de áreas prioritárias de reflorestamento.

Novos estudos que envolvam a investigação dos efeitos positivos das BCNs sobre a saúde de nascentes são de crucial importância e devem ser estimulados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Rádio Câmara. Crise hídrica: falta d'água chega ao Sudeste; como tudo começou? - Bloco 1. Brasília, 02 fev. 2015. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/reportagem-especial/481135-crise-hidrica-falta-d'agua-chega-ao-sudeste-como-tudo-comecou-bloco-1.html>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

CASTRO, N. L. M. de. Delimitação automatizada das áreas de preservação permanente ao longo das linhas de cumeada. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

INEA. Uso e Cobertura do Solo do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Geopea / Digat / INEA, 2013. Base temática digital gerada por classificação supervisionada de imagens LANDSAT 8. Esc. 1:100.000.

LANA, V.M. Unidades de conservação e áreas de preservação permanente: Estudo de caso para a bacia do rio São Francisco. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

PEREIRA, P. H. V.; PEREIRA, S. Y.; YOSHINAGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2011, vol.07, no. 2, p.139-151.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, P. V.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. Revista Árvore, abr 2005, vol.29, no. 2, p.203-212.

ROCHA, R. T. da. Bacias de contribuição de nascentes como áreas prioritárias para restauração florestal. In: Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental, 4., 2016, Rio de Janeiro. Disponível em: <www.reflorestamentoambiental.com.br/trabalhos/rodrigo_rocha.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.

6.6 A PESQUISA AÇÃO NA SUSTENTABILIDADE DO PROJETO AQUAPÔNICO

Bernardo Ramos Simões Corrêa¹; Vânia Ferreira Roque-Specht²; Carlos Alberto da Cruz Júnior³; Manoel Maciel da Costa⁴; Ana Carolina Mota de Faria⁵; Vitor Ramos Simões Corrêa⁶
UnB – Brasília – Distrito Federal - Brasil- bernersc@hotmail.com; 2 – UnB – Brasília – Distrito Federal – Brasil – vaniars@unb.br; 3- UniCEUB – Brasília – Distrito Federal - Brasil- carlos.junior@uniceub.br; 4 - UnB – Brasília – Distrito Federal - Brasil- neto.dad@hotmail.com; 5- UniCEUB – Brasília – Distrito Federal - Brasil- anacarolina.mota.faria@gmail.com; 6 - UPIS - Planaltina – Distrito Federal - Brasil- quintadelfim@gmail.com

RESUMO

Diante da atual preocupação acerca dos problemas relacionados à água, em especial o desperdício da irrigação na agricultura e os impactos da atividade aquícola, a aquaponia surge como uma alternativa para propriedades rurais com pouca disponibilidade de água, por meio da integração da aquicultura com a hidroponia. O presente estudo analisou a pesquisa-ação como método para as fases de concepção, implementação e operação de um sistema aquapônico. O método foi desenvolvido em uma propriedade rural de base familiar situada na microbacia hidrográfica do Córrego do Urubu, Distrito Federal. Com o envolvimento dos pesquisadores e o agricultor familiar foi possível mitigar os principais impactos da aquicultura e da agricultura convencional por meio da integração entre peixes e plantas. A emancipação do produtor se deu pela capacitação para a tecnologia utilizada, com acesso ao mercado local através de produtos valorizados na região.

Palavras-Chave: aquaponia; ferro-cimento; microbacia; tecnologias sociais.

ABSTRACT

Faced with the current concern about water-related problems, especially the waste of irrigation in agriculture and the impacts of aquaculture activity, aquaponics appears as an alternative to rural properties with little availability of water, through the integration of aquaculture with hydroponics. The present study analyzed action research as a method for the design, implementation and operation phases of an aquaponic system. The method was developed in a family-owned rural property located in the microbasin of the Urubu Stream, Federal District. With the involvement of researchers and the family farmer, it was possible to mitigate the main impacts of aquaculture and conventional agriculture through the integration of fish and plants. The emancipation of the producer was due to the training for the technology used, with access to the local market through products valued in the region.

Keywords/Palabras-clave: aquaponics; ferro-cement; microbasin; social technologies.

INTRODUÇÃO

Diante da escassez hídrica que assola o Brasil a produção agrícola consumiu cerca de 75% da vazão de consumo em 2014, segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2016). A fim de reduzir a velocidade no esgotamento dos recursos hídricos, agricultores demandam sistemas inovadores, que incrementem a produção comercial de modo sustentável por meio de tecnologias que permitam reduzir o consumo da água e se possível, que promovam o reuso e a reciclagem. Lennard (2004) e Braz (2000), afirmam que as crescentes restrições e custos quanto ao uso da água tem obrigado produtores rurais em inúmeros países a buscarem alternativas mais econômicas com respeito à utilização da água para viabilização da produção

de alimentos.

A irrigação, além de ser imprescindível para a agricultura convencional é o setor que mais desperdiça água. A Organização das Nações Unidas (ONU) revela que aproximadamente 70% de toda a água disponível no mundo é utilizada para irrigação (UNESCO, 2012), no Brasil, esse índice chega a 72% (WALBERT, 2013). Entretanto, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e a Alimentação (FAO) indica que cerca de 60% da água utilizada em projetos de irrigação é perdida por fenômenos como a evaporação. Ainda segundo o órgão, uma redução de 10% no desperdício poderia abastecer o dobro da população mundial dos dias atuais (WALBERT, 2013). Assim, a agricultura é vista pela ONU como alvo prioritário para as políticas de controle racional de água.

Os principais impactos dos efluentes das atividades de aquicultura sobre os ecossistemas aquáticos são: o aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo na coluna d'água e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos, que tendem a favorecer o aumento da comunidade fitoplanctônica, alterando a dinâmica do oxigênio dissolvido (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008).

A técnica de aquaponia tem o potencial para aumentar a produtividade de proteína animal e de vegetais com menor mão de obra, utilizando menos solo e pouca água. Sendo um sistema estritamente controlado, combina alto nível de biossegurança com baixo risco de doenças e contaminação externa, enquanto produz sem a necessidade de químicos e pesticidas. Além disso, é uma ferramenta potencialmente usual para transpassar alguns desafios da agricultura tradicional em frente à escassez hídrica, mudanças climáticas e a degradação do solo (FAO, 2016).

A aquaponia pode ser utilizada em regiões onde o solo apresenta baixa fertilidade química (solos distróficos) e a água é escassa, por exemplo, em áreas urbanas, climas áridos e ilhas abaixo do nível do mar (FAO, 2016). É uma técnica de produção de alimentos que pode reduzir o consumo de água em até 90%, se comparada aos sistemas convencionais, e promover o reaproveitamento integral do efluente gerado dentro do próprio sistema (CARNEIRO *et al*, 2015).

A pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática. Uma das características deste tipo de pesquisa é que através dela se procura intervir na prática de modo inovador já no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto (ENGEL, 2000). O objetivo do presente estudo foi utilizar a pesquisa-ação para a sustentabilidade de um projeto aquapônico no Distrito Federal.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está situada em um fragmento de mata de galeria e savana, no Lago Norte, Brasília – DF e localiza-se na chácara Delfim T-61, Núcleo Rural Córrego do Urubu, a 11 km da rodoviária do Plano Piloto. Localizada pelas seguintes coordenadas geográficas: Latitude (S) 15° 42' 0,05" e Longitude (O) 47° 51' 27,8" a área de estudo se encontra na microbacia do Córrego do Urubu, pertencente à unidade hidrográfica Santa Maria/Torto (bacia hidrográfica do lago Paranoá) e está inserida em duas importantes Áreas de Proteção Ambiental (APA) do Planalto Central e do Lago Paranoá. O clima da região é tropical com estação seca, do tipo Aw na classificação climática de Köppen-Geiger, com temperaturas médias mensais sempre superiores a 18° C e índice pluviométrico em torno de 1.540 milímetros anuais, concentrados entre os meses de outubro a abril.

Uma pesquisa pode ser qualificada de pesquisa-ação quando houver realmente uma ação por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação. Além disso, é preciso que a ação seja uma ação não trivial, o que quer

dizer uma ação problemática merecendo investigação para ser elaborada e conduzida (THIOLLENT, 2000). Thiollent (2000) caracteriza a pesquisa-ação como um tipo de pesquisa social com base empírica, que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Devido à baixa quantidade de água disponível na propriedade para a produção convencional de vegetais aliada a baixa qualidade do solo, a ação problemática da pesquisa-ação foi a produção integrada entre plantas e animais.

Para a resolução do problema identificado os pesquisadores e os participantes representativos da situação se envolveram de modo cooperativo e participativo. Iniciou-se então a explicitação dos conhecimentos prévios relativo ao tema da pesquisa-ação para o grupo como um ponto de partida, e sobre os contextos que precisaria ser observados. O

senso comum construído a partir das experiências sobre a realidade, muitas vezes pouco refletidas, foi superado por um novo conhecimento, resultado da pesquisa reflexiva sobre essa realidade, de todas as determinações que a constroem, do papel do indivíduo neste processo e do entendimento da responsabilidade de cada um. Do crescimento desse primeiro olhar à união com o saber sistematizado, científico, que fornece instrumentos à elaboração sistemática para o conhecimento dessa realidade, surgiu um novo saber, o saber pensado, contextualizado.

No segundo momento identificaram-se as dimensões necessárias para que o sistema aquapônico pudesse servir não apenas para instrumentalizar o produtor rural e os envolvidos, mas para incluir a técnica aquapônica em um contexto mais amplo, que considerasse os aspectos sociais e ambientais da produção rural, resultando na sustentabilidade e que perpassasse as etapas de concepção, implantação e a operação do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da observação coletiva do mundo, surgiram perguntas e também ideias de como fazer diferente e melhor. À medida que o grupo analisou e fez diversas reflexões dialógicas e críticas da situação, construíram-se novos conhecimentos que se materializaram na prática do grupo, por meio da ação coletiva. A ação produziu resultados e, no diálogo, chegou-se às conclusões sobre a melhor forma de implantar o projeto integrado entre peixes e plantas sem o uso de solo, com baixo consumo de água e baixo impacto ao meio ambiente. Segundo Bernal (2015), é nessa ação coletiva de intervenção e reflexão sobre o mundo que o sujeito elabora seus conhecimentos e avança no entendimento da realidade socioambiental.

A pesquisa-ação permitiu desatar os nós da atividade aquapônica sendo explicitadas quatro dimensões que geraram a sustentabilidade do projeto, a ambiental, a social, a financeira e a de gestão, destacando-se os seguintes resultados:

- **Ambiental:** Desenvolveu-se um sistema integrado de produção alimentícia de organismos aquáticos e vegetais de maneira sinérgica, com a reutilização do efluente piscícola na produção vegetal, através de filtros biofísicos que aceleraram o ciclo dos principais nutrientes envolvidos (nitrogênio e o fósforo), e ainda conduziram ao aumento na qualidade da água que retorna ao sistema;
- **Social:** O sistema serviu ao agricultor familiar, que através de capacitação conseguiu iniciar a atividade, exercendo um papel de difusor da técnica aquapônica como tecnologia social adaptável;

- **Financeira:** Foram utilizadas técnicas sustentáveis, com materiais de fácil acesso, como areia, cimento e ferro para os tanques de ferro-cimento da produção piscícola e armazenamento de água, manilhas de concreto com telhas e brita para filtros biofísicos, bem como placas pré-moldadas de concreto para os leitos hidropônicos. Adotaram-se também espécies aquáticas e vegetais que ofereciam maior lucratividade no contexto local;
- **Gestão:** Maximizaram-se as relações das pessoas com a aquaponia e seus produtos a partir do mapeamento dos organizadores do empreendimento, da coordenação de pessoas como os trabalhadores, colaboradores, fornecedores e consumidores.

Bernal (2015), Lobo (2009) e Lima (2006) também demonstram como a pesquisa-ação pode ser utilizada de forma eficiente nas pesquisas ambientais e agrárias reforçando a necessidade do emprego deste método para facilitar as decisões no decorrer da pesquisa e proporcionar o envolvimento de todos os participantes com a pesquisa.

CONCLUSÃO

Uma vez que o problema inicial desta pesquisa foi detectado como uma proposta de produção agrícola aliada aos cuidados com o meio ambiente, a pesquisa-ação forneceu aos envolvidos subsídios para elucidar, de forma eficiente, eficaz e sustentável as problemáticas as quais os métodos tradicionais efetivamente não conseguem contemplar, servindo de guia para os pesquisadores e como instrumento de ação transformadora da realidade dos indivíduos em sociedade e de suas próprias posições enquanto sujeitos ativos dessa mudança.

É de vital importância que o método de pesquisa-ação seja difundido para todas as áreas que trabalham o meio rural e as águas, tornando a participação de vários envolvidos em uma forma de governança para a produção de baixo impacto.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas - ANA. **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese** / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2016. 33 p.

BERNAL, A. B. (Org.). **Apoio à implementação do Programa de educação ambiental e agricultura familiar nos territórios: volume 4 – Fundamentos e estratégias para a educação ambiental na agricultura familiar**. Brasília: MMA, 2015. 96p.

BRAZ, M.. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água**. Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, SP. 2000.

CARNEIRO, Paulo C. Falanghe; MORAIS, Carlos A. R. S.; NUNES, Maria U. C.; MARIA, Alexandre N.; FUJIMOTO, Rodrigo Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Documento 189/2015 - Embrapa. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

ENGEL, G. I. **Pesquisa-ação**. Educar, Curitiba, nº. 16, p. 181-191. Editora da UFPR. 2000.

FAO. 2016. **Report of the FAO technical workshop on advancing aquaponics:**

an efficient use of limited resources, Bogor, Indonesia, 23–26 November 2015. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1133. Rome, Italy.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga e CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. **Impacto das atividades de aquicultura e sistema de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso**. Boletim Instituto de Pesca, 34 (1): 163-173, São Paulo, 2008.

LENNARD, W. A. **Aquaponics research at RMIT university**, Melbourne Australia. Aquaponics Journal, v. 35, p. p18-24, 2004.

LIMA, Irenilda de Souza. **Pesquisa-Ação e Extensão Rural: obstáculos epistemológicos para o diálogo de saberes**. Anais XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Brasília, 13 p., 2006.

LOBO, Lilian Messias. **Solos e Alternâncias Educativas: Pesquisa-ação na formação de educadores**. Dissertação de mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, Viçosa, 2009. 115p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 10^a ed, São Paulo: Cortez, 2000.
UNESCO. 2012. Fatos e dados. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos**. O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco. 17 p. Paris, França.

WALBERT, A. Portal EBC – **Quem mais gasta água no Brasil e no Mundo. 2013**. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-água-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em: 11 out. 2016.

6.7 GOVERNABILIDADE DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS, ATRAVÉS DAS UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS, NO ESTADO DE SÃO PAULO

Sabrina Lais Basso, Especialista, Mestranda, Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP Sorocaba, bassolais@gmail.com

Jonas Teixeira Nery, Professor/Pesquisador da Universidade Estadual Paulista UNESP Ourinhos, jonas@ourinhos.unesp.br

Ana Claudia Bento, Mestranda Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP Sorocaba, anabento@outlook.com

RESUMO

Diante das atuais discussões em torno da anunciada crise hídrica, que afetou cidades paulistas contemporaneamente, estudos que busquem colocar recursos hídricos no cerne das questões têm ganhado notoriedade. Dentre eles aqueles que buscam aprofundar a discussão sobre a democratização e a governabilidade dos recursos hídricos de forma compartilhada, uma vez que o recorte administrativo/político não é condizente com as delimitações hídricas, tendo em vista a necessidade de uma gestão compartilhada da água, elemento essencial para a sobrevivência no planeta. Neste contexto, o presente trabalho objetiva o estudo da gestão adotada pelas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) pelo estado de São Paulo, delimitando as UGRHI - 17 (Médio Paranapanema) UGRHI - 10 (Tietê/Sorocaba) e UGRHI - 2 (Paraíba do Sul) para acompanhamento e análise dos processos realizados e os princípios de gestão de recursos hídricos adotados. Utilizou-se a metodologia quantitativa e qualitativa, evidenciando os colegiados e a proposta da pesquisa. Os resultados preliminares do trabalho baseiam-se no ponto em relação aos três comitês, nas semelhanças e diferenças.

Palavras-Chave: Governabilidade, Gestão, UGRHI, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Among currently discussions around the announced water crisis, which affected São Paulo State cities nowadays, studies that search to put water resources in the middle of issues has gained great notoriety. Among them, the ones, which search a deeper discussion about, water democratization and governability in shared way, once the political/administrative area is not suitable to water delimitations, taking into account the necessity of shared management of water resources, essential element for planet survival. In this context, the present work aims to study the management adopted by Water Management Unities (UGRHI) in São Paulo State, delimiting UGRHI - 17 (Médio Paranapanema) UGRHI - 10 (Tietê/Sorocaba) and UGRHI - 2 (Paraíba do Sul) for monitoring and analysis of process done and issues of adopted water resources management. It was used the quantitative and qualitative methodology, highlighting the collegiate and research proposal. The work preliminary results are based in the point related to the three committee, resemblances and differences.

Keywords: Governance, Management, UGRHI, Water Resources.

INTRODUÇÃO

Uma das grandes problemáticas do século XXI é água, ou melhor, a escassez da água em muitas regiões do mundo. A relação demanda/disponibilidade se faz necessária, uma vez que crise hídrica está ligada à sua desigual distribuição para as áreas com ou sem concentração populacional. A quantidade de água no planeta

Terra é invariável a milhões de anos, o que se altera é a quantidade e o estado da água em determinadas regiões, ou seja, sua distribuição e mudança estão associadas ao ciclo hidrológico. Perde-se água por dois meios: poluição e contaminação dos Recursos Hídricos. É necessário então o gerenciamento deste recurso indispensável para a vida humana.

Segundo ROGERS et al. (2006 apud Tundisi, 2008, p.7) “a crise da água no século XXI é muito mais de gerenciamento do que uma crise real de escassez e estresse”. TUNDISI (2008) elucida sobre a importância e a necessidade de realizar uma abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão da água por delimitações naturais e não pela divisão político/administrativo, que não condiz com o percurso da água.

No Brasil a divisão política administrativa é constituída por 27 estados divididos em municípios, que somam cerca de 5.500 municípios mais o Distrito Federal. Este recorte político não condiz com a delimitação natural da bacia hidrográfica, assim a Unidade de Gerenciamento de Recurso Hídrico não concede com as delimitações político administrativo, impossibilitando as tomadas de decisões referentes à água isoladamente, necessitando de uma gestão integrada para as complexas determinações que garanta água para todos.

A gestão necessita considerar de forma integrada e harmônica os arranjos institucionais envolvidos a situação político administrativo e o gerenciamento hídrico. Também carece de elucidar as imbricações entre os arranjos na definição de uma política hídrica, bem como necessita o envolvimento na gestão hídrica dos municípios, estados e união para gerir de modo compartilhado da água. Para DOFAM (1993, p.20): “Gerir é sinônimo de uma ação humana de administrar, de controlar ou de utilizar alguma coisa para obter o máximo de benefício social por um período indefinido, para além da nossa história pessoal e única”.

YASSUDA (1993, p.7) elucida que o objetivo da Gestão de Recurso Hídrico é:

(...) portanto, a gestão integrada dos recursos hídricos tem por objetivo assegurar sua preservação, uso, recuperação e conservação em condições satisfatórias para os seus múltiplos usuários e de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região.

Deste modo, percebe-se que a gestão deve considerar de forma integrada e harmônica todos os princípios referentes a água, como as características referentes ao ciclo hidrológico, a quantidade da água, a questão energética, o aproveitamento da água nas atividades humanas e o controle sobre o uso e a quantidade e qualidade. É necessário que haja a governabilidade da água, ou seja, a capacidade da sociedade para identificar os desafios e problemas da água e elaborar soluções adequadas para implantá-las, permitindo responder e superar os problemas e desafios encontrados conjuntamente, uma vez que tudo o que acontece com uma bacia hidrográfica não pode ser resolvido isoladamente por um município se o problema afeta todos os municípios, então a solução faz necessário ser definida conjuntamente.

Para isso foi estabelecido o art. 20 da Lei Estadual Nº 7.663 de 30/12/1991 designa as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI), que são entendidas como unidades territoriais “com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos”, constituídas de cursos hídricos (rios, lagos, lagoas) e por partes de bacias hidrográficas ou por um conjunto delas. Deste modo, este trabalho tem como área de estudo a UGRHI-17 (Médio Paranapanema) UGRHI-10

(Tietê/Sorocaba) e UGRHI-2 (Paraíba do Sul), que representa três das 22 UGRHI do estado de São Paulo, definida pela Lei 9.034/94.

O trabalho objetiva analisar como é realizada a gestão dos recursos hídricos em três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Estado de São Paulo, as UGRHI – 17 (Médio Paranapanema), UGRHI – 10 (Tietê/Sorocaba) e UGRHI – 2 (Paraíba do Sul). Busca-se assim identificar os atores do gerenciamento dos recursos hídricos para cada Unidade, a governabilidade da água para as três Unidades e a comparação entre semelhanças e diferenças dos modelos de gestão de recursos hídricos utilizados como instrumento necessário para a execução da política hídrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia realizada foi de observação participante, ou seja, será realizado contato direto com os atores estudados, como elucida CORREIA (2009), constituindo assim uma técnica de investigação com base na entrevista livre e semiestruturada e na base documental das Unidades estudadas. Buscou-se o conhecimento do espaço estudado e nos processos e modelos adotados na gestão compartilhada ou não de cada uma das Unidades, sendo deste modo a pesquisa quantitativa e qualitativa.

Para isso fez necessário a revisão bibliográfica sobre a governabilidade, gestão e gerenciamento das Unidades, além da caracterização das UGRHI – 17 (Médio Paranapanema) UGRHI – 10 (Tietê/Sorocaba) e UGRHI – 2 (Paraíba do Sul), para analisar as leis, normas e resoluções que descrevem a política hídrica brasileira, a funcionalidade e organização dos comitês, com isso teve-se a possibilidade de identificar as estruturas de gestão dos Recursos Hídricos e os atores deste gerenciamento, permitindo a sistematização das informações coletadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares entrelaçam-se na caracterização das Unidades de Gerenciamento e apontamentos iniciais referente à governabilidade imprecada em cada comitê referente as informações coletadas.

A UGRHI - 17 do Médio Paranapanema localiza-se entre os paralelos 22° 15' de latitude e os meridianos 48° 15' e 50° 00' de longitude. Apresenta um contingente populacional (em 2010) segundo o IBGE de 663.780 habitantes e é formada predominantemente por municípios com menos de 10 mil habitantes. O Rio Paranapanema vale elucidar que por pertencer a dois Estados, São Paulo e Paraná, é denominado como sendo um rio da União, equivaler a dizer que o gerenciamento deste rio é realizado pelo Governo Federal, tanto nos aspectos quantitativos, quanto nos qualitativos. Sabe-se que atualmente têm-se um Comitê da Bacia do Rio Paranapanema na esfera interestadual, como aponta o CBH - MP (2007).

A UGRHI - 10 de Sorocaba/Médio Tietê está localizada no centro-sudeste do Estado de São Paulo e abrange área de 54 municípios, dos quais 34 com sede em seu território (CBH-SMT/2008). Apresenta um contingente populacional (em 2010) segundo o IBGE de 1.847.569 habitantes. Os principais corpos hídricos da Unidade são os Rio de Sorocaba e o Rio Tietê, estão localizados no trecho compreendido entre o reservatório de Pirapora (Montante) até a barragem de Barra Bonita (jusante). Em linhas gerais estabelece relação direta com a região metropolitana de São Paulo (RMSP) e a Baixada Santista (UGRHI - 07), segundo SIGH (2008), deste modo eventuais conflitos são identificados relativos a águas do Alto Tietê, que

são agravados pela a falta de tratamento de seus afluentes, coleta de resíduos sólidos na RMSP e são agravadas com a forma operacional do Sistema Tietê/Billings.

A UGRHI – 02, Paraíba do Sul, constitui na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, tem como limites as Unidades de Gerenciamento Paulista e ao Norte com o estado de Minas Gerais e ao Sudeste com o estado do Rio de Janeiro. Segundo SIGRH (2008) esta UGRHI apresenta a terceira maior população entre as demais Unidades do estado. Os corpos hídricos são o rio Paraíba do Sul que se forma através da confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga, cujas nascentes são no Estado de São Paulo, e desemboca no Oceano Atlântico, no Estado do Rio de Janeiro.

A UGRHI-10. Encontrar-se o principal eixo econômico do país, que é formado pelas duas maiores metrópoles do Brasil, São Paulo e Rio de Janeiro, propiciando o surgimento de importantes pólos de desenvolvimento, como a cidade de São José dos Campos com tem parque industrial diversificado e centros renomados de pesquisa tecnológica. Destaca-se os ramos industriais da Unidade a aeronáutica, papel e celulose, automobilística, química, mecânica e eletroeletrônica. Deste modo refere-se a uma Unidade localizada em uma região de economia intensa e dinâmica, por causa da presença de diversos polos industriais e tecnológicos.

Percebe-se assim que são três Unidades que apresentam muitas diferenças e algumas semelhanças, se selecionar o aspecto referente a cobrança da água, que é um instrumento de gestão importante para manutenção do comitê, o embate em cada uma será de uma forma e alceando pontos, uma vez que se refere a áreas com aspectos econômicos e sociais distintos, todavia é unanime que o pagamento pela água tem que estar correlacionado com o seu consumo independentemente da área que está água esteja sendo gasta, seja na agricultura ou indústria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais dos resultados preliminares permitem compreender algumas semelhanças e algumas particularidades entre as três Unidades de Gerenciamento estudadas, apontando as características sociais, econômicas e políticas, uma vez que se acredita que estas características influenciam no modelo e forma da gestão adotada, com suas particularidades nas principais ações desenvolvidas, assim as unidades estudadas a UGRHI – 17 (Médio Paranapanema), localizada no Centro-Oeste paulista, UGRHI – 10 (Tietê/Sorocaba) localizada na Região Metropolitana de Sorocaba e UGRHI – 2 (Paraíba do Sul) localizada no vale do Paraíba apresentam características diferentes, todavia a cobrança da água se assemelha.

Com os resultados da pesquisa espera-se que seja um importante instrumento sinalizador para caminhos para o sistema de gestão compartilhada pelas as UGRHI paulista.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de Mestrado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal n. 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 1997. 361

_____. Lei Federal n. 9.984, de 17 de julho de 2000. Cria a Agência Nacional de Águas.

DORFMAN, R. **O papel do Estado na gestão dos recursos hídricos.** Administração Publica. Rio de Janeiro, v.27, n.2, p.19-26, abr./jun., 1993.

LANNA, A. E. L. **Gestão dos recursos hídricos.** In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1997. p.727-68.

LEAL, A. C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema,** São Paulo. Campinas. Universidade Estadual de Campinas/Instituto de Geociências, Tese de Doutorado, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Legislação de Recursos Hídricos:** consolidação. São Paulo: DAEE, 2002.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Avaliação da recuperação ambiental da mineração de areia para aperfeiçoar os instrumentos de gestão : várzea do Paraíba do Sul - trecho Jacareí-Pindamonhangaba/ Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental; coordenação Lina Maria Aché, Sônia Aparecida Abissi Nogueira [e] Neide Araújo; equipe técnica executora Antônio José Dias...[et al.]. - São Paulo : SMA, 2008.

SECRETARIA DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO, ESTADO DE SÃO PAULO, 2005. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007 Relatório Síntese.** Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/1063/cap_01a03_05a12.pdf.

TUNDISI, J. E. M. 2006. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos: estudo de caso:** bacia hidrográfica do médio Tocantins (TO). Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 152 p

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez.** RIMA/IIIE, 2003. 247p.

YASSUDA, E. R; **Gestão de Recursos Hídricos: Fundamentos e Aspectos Institucionais.** Rev. Adm. Púb., Rio de Janeiro, 27 (2): 5-18, abr-jun.1993

6.8 AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE LEGISLAÇÃO MUNICIPAL COMO INSTRUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE ASSIS-SP

Cledir Mendes Soares – Cientista Econômico Especialista em Economia Ambiental, discente do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos Profª Água, UNESP/FEIS, cledir.mendes@hotmail.com.

Drº Edson Luís Piroli – Docente do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos Profª Água, UNESP/FEIS, piroli@ourinhos.unesp.br.

Drº Ramon Juliano Rodrigues – Docente do Curso de Biotecnologia da FCL-UNESP, ramon@assis.sp.gov.br

RESUMO

O trabalho apresentado tem como objetivo analisar e avaliar a aplicabilidade das legislações vigentes no município de Assis – SP, bem como os instrumentos nelas contidos. Foi analisada os instrumentos contidos Lei Municipal nº 5.894/2.009, que dispõe sobre a proteção de mananciais de interesse público destinados ao abastecimento municipal. Dentre destes instrumentos, encontram-se a delimitação das microbacias hidrográficas apontadas na referida lei, a caracterização do uso e ocupação de solo destas microbacias, a identificação das atividades econômicas desenvolvidas nestas microbacias, bem como a presença de vegetação nativa e a avaliação das Áreas de Preservação permanente. Ao final deste trabalho espera-se demonstrar uma justificativa técnica a ser apresentada ao Conselho Municipal de Meio Ambiente com o intuito de cravar a aplicação da referida lei e seus decretos regulamentatórios, para que os instrumentos identificados na legislação vigente sejam implementados e utilizados para o desenvolvimento de políticas públicas municipais relacionadas a correta gestão dos recursos hídricos locais.

Palavras-Chave: Microbacias, Políticas Públicas, Gestão Ambiental Municipal.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze and evaluate the applicability of the laws in force in the city of Assis - SP, as well as the instruments contained in them. It was analyzed the instruments contained in Municipal Law No. 5.894 / 2.009, which provides for the protection of public interest springs destined to the municipal supply. Among these instruments are the delimitation of the hydrographic basins indicated in the mentioned law, the characterization of the use and occupation of soil of these micro-basins, the identification of the economic activities developed in these micro-basins, as well as the presence of native vegetation and the evaluation of the Areas of Permanent preservation. At the end of this paper, it is expected to demonstrate a technical justification to be presented to the Municipal Environmental Council in order to establish the application of said law and its regulatory decrees, so that the instruments identified in the current legislation are implemented and used for the development Of municipal public policies related to the correct management of local water resources.

Key Words: Microbacias, Public Policies, Municipal Environmental Management

INTRODUÇÃO

A situação ambiental no Brasil se encontra em um momento delicado em sua aplicabilidade, crises políticas e econômicas relegam a segundo, e em alguns casos, terceiro plano a discussão da qualidade ambiental dentro da sociedade brasileira. Mesmo frente a grandes desastres ambientais, como o caso do

rompimento das barragens de Mariana, em Novembro de 2015, o Poder Público ainda não age de forma adequada para garantir o cumprimento da legislação existente.

As políticas públicas ambientais, apesar de sua complexidade e abrangência, ainda não saíram do papel em grande parte dos seus casos, sejam em nível federal, estadual ou municipal. Diante deste cenário, é de suma importância a revisão da legislação existente e a análise de sua aplicabilidade, de maneira que a qualidade de vida seja garantida, seguindo o Art. 225 da Constituição Federal do Brasil (Constituição Federal, 1988).

Neste cenário, e com uma visão atual frente aos problemas hídricos, pode-se ser identificada uma legislação ambiental voltada à proteção hídrica com grande potencial para promover a adequada gestão dos recursos hídricos nacionais, como a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) e a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (Lei Estadual nº 7.663/1991). Porém, observa-se que os mecanismos de aplicabilidade esbarram nos baixos níveis de eficiência técnica e na disponibilidade financeira encontradas em todas as esferas governamentais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Após a pesquisa bibliográfica serão aplicadas metodologias de georreferenciamento e técnicas de geoprocessamento para delimitar as microbacias hidrográficas de interesse para o abastecimento público em Assis, seguindo a nomenclatura popular de cada corpo hídrico e o divisor de água entre eles. Com a delimitação de cada microbacia hidrográfica finalizada, serão estabelecidos pontos de análise para o enquadramento dos mesmos, seguindo orientações das normas e legislações vigentes, também sendo levantados os usos diversos que ocorrem ao longo dos principais corpos hídricos de cada microbacia.

RESULTADOS ESPERADOS

O estudo proposto terá como objetivo a delimitação das nove microbacias hidrográficas de interesse para o abastecimento público, indicadas de acordo com o Decreto Municipal n 5.894, de 05 de Outubro de 2010 (que regulamenta a Lei Municipal n 5.300/2009) e a microbacia hidrográfica adicionada pelo Decreto Municipal n 6.937, de 03 de Fevereiro de 2016 (que altera o Art. 4 do Decreto Municipal n 6.937/2009).

Como um dos problemas de aplicabilidade dos mecanismos de controle ambiental, pode-se apontar a falta de planejamento dos municípios brasileiros no que se trata do ordenamento e ocupação territorial. Neste contexto, o uso e as formas de ocupação do solo nos territórios municipais podem afetar negativamente a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos disponíveis para as atividades humanas. Como exemplo, podemos citar a crise hídrica que ocorreu de forma aguda entre os anos de 2014 e 2015. Nela foi evidenciada esta falta de planejamento na preservação de nascentes e de corpos hídricos e na gestão e manejo das bacias hidrográficas o que interferiu na alimentação dos principais reservatórios de abastecimento público. Nos municípios não se observa um cenário diferente, mesmo com a obrigatoriedade da presença dos Planos Diretores (Lei Federal nº 10.2051/2001), uma quantidade considerável de municípios brasileiros conta com este mecanismo apenas no papel, sendo baixa sua eficiência e aplicação.

Dentro dos aspectos já abordados, o Município de Assis, via Secretaria Municipal de Meio Ambiente, está firmando uma parceria com a Universidade

Estadual Paulista – UNESP Campus Assis para o levantamento de dados necessários para a realização do planejamento ambiental do município, dentro da Lei Municipal de Proteção de Mananciais (Lei Municipal nº 5.300/2009 e Decreto Municipal nº 5.894/2010), que determinam o levantamento da delimitação de mananciais, cursos d'água e reservatórios de interesse para o abastecimento público e os tipos de uso que serão designados para cada corpo hídrico do município (ANA, 2013), seguindo a resolução CONAMA nº 357.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proteção dos mananciais municipais, com o cumprimento da legislação municipal, é constantemente levantada em assuntos de pauta dentro do Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA de Assis, onde também é garantida a participação da sociedade civil organizada, seguindo o princípio de deliberação participativa (Agência Nacional de Águas, 2013).

Como reflexo, propõe-se um estudo dos mananciais localizados no Município de Assis para que seja aplicada a legislação vigente (federal, estadual e municipal), visando o aspecto quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos na área em estudo, realizando o levantamento dos mananciais de interesse público e seu histórico, resultando em uma base de dados que permita o planejamento do ordenamento urbano de forma sustentável e com a possível implementação de comitês comunitários de sub-bacias municipais, seguindo o exemplo do Município de São Leopoldo – RS, visando a recuperação, preservação e conservação (Agência Nacional de Águas, 2013).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos / Agência Nacional de Águas. **Brasília: ANA, 2013.**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água / Agência Nacional de Águas. **Brasília: ANA, 2013.**

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Promulgada em 05 de Outubro de 1988. **Presidência da República - Casa Civil - BRASIL.** Lei Federal nº 10.251 de 10 de Julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Presidência da República – Casa Civil.**

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Presidência da República – Casa Civil.**

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **CONAMA.**

ESTADO DE SÃO PAULO. Lei Estadual nº 7.663 de 30 de Dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo.**

MUNICÍPIO DE ASSIS. Lei Municipal nº 5.300 de 06 de Outubro de 2009. Institui a política municipal de proteção de corpos de água destinado ao abastecimento público e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Assis – Poder Executivo.**

MUNICÍPIO DE ASSIS. Decreto Municipal nº 5.894 de 05 de Outubro de 2010. Regulamenta o artigo 4º da Lei nº 5.300/2009, que institui a política municipal de proteção aos mananciais de água destinados ao abastecimento público, delimita áreas de proteção de mananciais, cursos e reservatórios de água de interesse do Município de Assis. **Prefeitura Municipal de Assis – Secretaria Municipal de Governo e Administração.**

MUNICÍPIO DE ASSIS. Decreto Municipal nº 6.937 de 03 de Fevereiro de 2016. Altera dispositivos do Decreto 5.894 de 05 de Outubro de 2010, que regulamenta o artigo 4º da Lei nº 5.300/2009, que institui a política municipal de proteção aos mananciais de água destinados ao abastecimento público, delimita áreas de proteção de mananciais, cursos e reservatórios de água de interesse do Município de Assis. **Prefeitura Municipal de Assis – Secretaria Municipal de Governo e Administração.**

RODRIGUES et al. USO DO GEOPROCESSAMENTO EM FOTOS AÉREAS PARA AVALIAR O DESMATAMENTO OCORRIDO NOS ÚLTIMOS 50 ANOS NA CIDADE DE ASSIS-SP. **Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.1, Abril, 2016.**

RODRIGUES, J. R. et al. AVALIAÇÃO, USO E OCUPAÇÃO, DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS MICROBACIAS A BAIXO CUSTO NA CIDADE DE ASSIS-SP in: **VII Encontro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - “Do Laboratório ao Campo”.** Londrina – PR, 2016. Temático 26, 27, 28, 29 e 30 de set de 2016, p. 9.

6.9 ESTIMATIVA DO VALOR DO SERVIÇO AMBIENTAL HÍDRICO DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR

Roberto Starzynski – Instituto Florestal, São Paulo - SP, Brasil, rostarzynski@hotmail.com

José Luiz de Carvalho - Instituto Florestal, São Paulo - SP, Brasil

hidrocarvalho@gmail.com

Paulo Valladares Soares – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Guaratinguetá – SP, Brasil,

paulo.valladares27@gmail.com

RESUMO

Visando contribuir com a proposição de uma metodologia para a valoração do serviço ambiental hídrico do Parque Estadual da Serra do Mar, bem como para o estabelecimento de parâmetros que visem o cálculo da compensação financeira por parte dos usuários, de acordo com a legislação vigente, este trabalho faz uma simulação dos valores que poderiam ser relacionados à cobrança da água que verte do Parque Estadual da Serra do Mar e de sua Zona de Amortecimento, tanto considerando a quantidade de água captada, quanto a qualidade desta água a ser tratada e distribuída pelas concessionárias. Partindo de dados de outorga de água na região de estudo e do custo de produtos químicos nas estações de tratamento, este trabalho sugere que o montante financeiro de compensação ambiental pode atingir valores altamente significativos para a gestão da unidade de conservação.

Palavras-chave: Parque Estadual da Serra do Mar. Compensação por serviços ambientais. Pagamento pelo serviço ambiental hídrico.

ABSTRACT

Aiming to contribute to the proposal of a methodology for the evaluation of the water environmental service of the Serra do Mar State Park, as well as for the establishment of parameters that aim at the calculation of the financial compensation by the users, according to the current legislation, this work makes a simulation of the values that could be related to the collection of the water that flows from the Serra do Mar State Park and its buffer zone, considering both the amount of water captured and the quality of this water to be treated and distributed by the concessionaires. Based on water granting data in the study region and the cost of chemicals in treatment plants, this paper suggests that the financial amount of environmental compensation can reach highly significant values for the management of the protected area.

Keywords: Serra do Mar State Park. Compensation for environmental services. Payment for the water environmental service.

INTRODUÇÃO

O Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) é uma unidade de conservação (UC) criada em 30 de agosto de 1977 com a finalidade de assegurar integral proteção à flora, à fauna, às belezas naturais, bem como para garantir sua utilização a objetivos educacionais, recreativos e científicos. Localizado na porção leste do Estado de São Paulo, ao longo da Serra do Mar, forma um verdadeiro corredor ecológico que conecta os mais significativos remanescentes de Mata Atlântica do país. Apresenta área de 303.783 ha localizada em 23 municípios, sendo 11 na região litorânea e 12 na região do planalto. Por ocasião da elaboração de seu plano de manejo foi estabelecida uma zona de amortecimento (ZA) com área de 498.005 ha. A Figura 1 ilustra a localização do PESM e sua ZA.

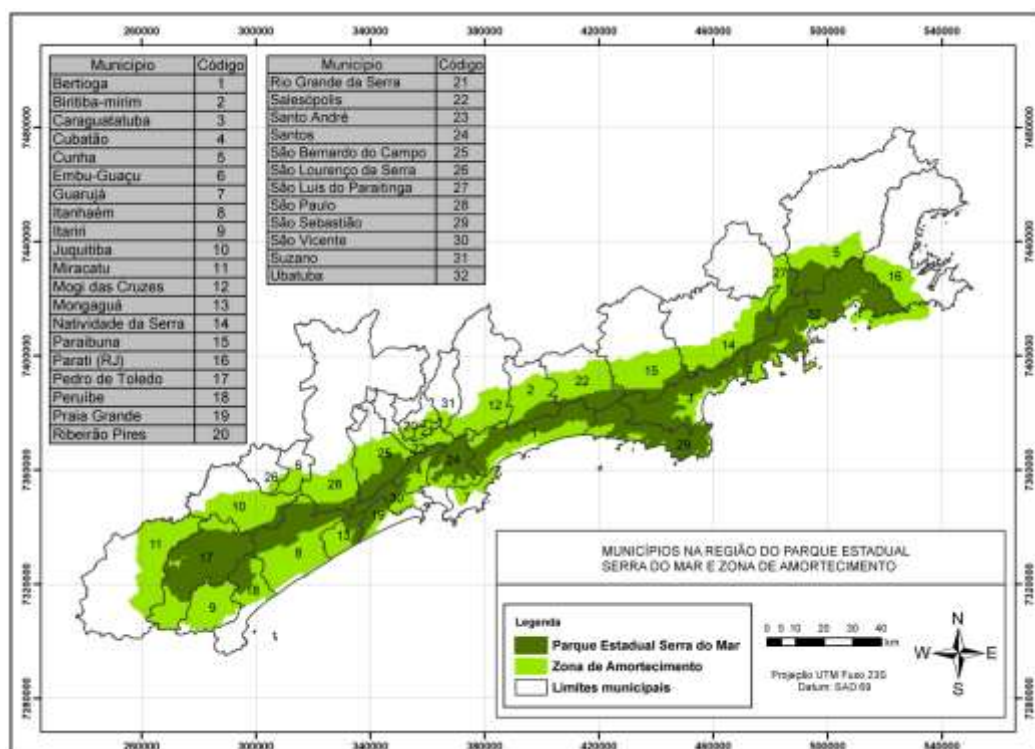


Figura 1 – Localização do PESM e sua ZA. Fonte: STARZYNSKI, 2014.

Além de proteger uma elevada biodiversidade o PESM presta serviços ambientais significativos, especialmente nos núcleos urbanos localizados em seu entorno, propiciando diversos aspectos positivos: ameniza o clima, oferece a estabilização das encostas, dando melhor proteção aos moradores de áreas críticas, e regula o fluxo dos mananciais garantindo o suprimento de água em aspectos quantitativos e qualitativos (STARZYNSKI, 2014).

A legislação brasileira relativa aos recursos hídricos passou por contínuas atualizações à medida que evoluiu o conceito sobre a água, aumentaram as preocupações com sua futura escassez e passou a ser considerado o conceito de pagamento por serviços ambientais. A Lei Nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), criou a obrigatoriedade de contribuição financeira para as UCs, por parte de empresas responsáveis pelo abastecimento de água ou que façam uso de seus recursos hídricos. No âmbito do Estado de São Paulo o Decreto 60.302/14, que instituiu o Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo (SIGAP), também estabeleceu a mesma obrigatoriedade. A Lei Nº 12.183, de 29 de dezembro de 2005 reconhece a água como bem público de valor econômico e dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo. O Decreto Nº 50.667 de 30 de março de 2006, que regulamenta esta lei, determina a metodologia da cobrança e em seu Artigo 10 dispõe que o Preço Unitário Final (PUF) para captação, extração ou derivação deverá respeitar o limite máximo correspondente a 0,001078 UFESP por metro cúbico de água.

A valoração dos serviços ambientais prestados por uma UC é tema que ainda carece de estudos que indiquem parâmetros norteadores para a compensação ambiental. No caso de recursos hídricos esta valoração pode ser embasada em estudos que relacionem a cobertura florestal da área protegida com a produção de água, tanto em aspectos quantitativos, quanto qualitativos. Segundo LIMA (1986), a cobertura florestal de uma bacia hidrográfica influi positivamente sobre a hidrologia

no solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água, além de diminuir o escoamento superficial. Inúmeros trabalhos de hidrologia florestal, desenvolvidos no Laboratório de Hidrologia Florestal Eng.º Agr.º Walter Emmerich localizado no PESH - Núcleo Cunha, tais como FUJIEDA et al. (1985), e ARCOVA (1996), auxiliaram no entendimento do papel da floresta Atlântica na conservação dos recursos hídricos ao constatar que as microbacias experimentais estudadas são conservativas quanto ao consumo de água e que a evapotranspiração anual da vegetação de Mata Atlântica ocorre a taxas consideravelmente menores que em outras florestas de clima tropical. Estes dados revelam a característica hídrica de grande produção de água da floresta Atlântica, ecossistema dominante no PESH. No que diz respeito ao aspecto qualitativo das águas que vertem de determinada bacia hidrográfica ARCOVA e CICCIO (1999), avaliando a qualidade da água com diferentes usos de solo na região de Cunha – SP (agricultura, pecuária extensiva e vegetação de Floresta Atlântica), constataram que a temperatura, turbidez e cor aparente da água nas bacias com agricultura tiveram valores superiores aos registrados nas microbacias florestadas. HONDA et al. (2002) compararam a concentração de sedimentos em suspensão nas águas dos rios Paraíba e Paraitinga, cujas bacias hidrográficas apresentam grande variação no uso do solo e concluíram que as altas concentrações de material particulado encontradas no rio Paraitinga refletem o uso do solo desta bacia, ocupado extensamente por pastagens, na sua maioria em processo de degradação, enquanto que na bacia do rio Paraíba o solo está melhor protegido por remanescentes de floresta natural. Benefícios econômicos da proteção florestal foram constatados no tratamento da água para consumo humano. REIS (2004), determinou os custos do tratamento da água proveniente de bacias hidrográficas com diversos percentuais de cobertura florestal e verificou que o valor gasto com produtos químicos nas Estações de Tratamento de Água (ETA) eleva-se com a redução do percentual de cobertura florestal na bacia de abastecimento. Dentre as bacias hidrográficas estudadas o maior custo de tratamento ocorria na água proveniente do rio Piracicaba (R\$ 92,16/1.000m³), cuja bacia hidrográfica apresentava 4,30% de cobertura florestal, enquanto que o menor custo ocorria na água proveniente do Sistema Cantareira (R\$ 7,20/1.000m³) cuja bacia hidrográfica apresentava 27,16% de cobertura florestal.

Objetivando calcular o volume de água captada STARZYNSKI (2014) analisou dados do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE), fornecidos em maio de 2013, relativos à outorga de água superficial e subterrânea na região do PESH e sua ZA. A análise dos volumes totais outorgados mostrou que foram outorgados 752.305.722 m³/ano sendo que 99,09% da água foi captada superficialmente e apenas 0,91% captada em poços, o que demonstra a importância dos processos hidrológicos superficiais na captação de água e reforça a importância da manutenção da integridade florestal para os diversos usuários da água que verte do PESH. A água destinada ao abastecimento público apresentava um volume de 484.483.021 m³/ano, 64,40% do total outorgado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Visando contribuir com a proposição de uma metodologia para a valoração do serviço ambiental hídrico do PESH, bem como para o estabelecimento de parâmetros que visem o cálculo da compensação financeira por parte dos usuários, para a proteção e implementação da UC, este trabalho faz uma simulação dos valores que poderiam ser relacionados à cobrança da água que verte do PESH e de

sua ZA, tanto considerando a quantidade de água captada, quanto a qualidade desta água a ser tratada e distribuída pelas concessionárias.

No aspecto quantitativo, partindo-se dos volumes outorgados pelo DAEE para a captação de água, analisados por STARZYNSKI (2014), foi realizado um exercício de cálculo do valor que poderia ser arrecadado através dos parâmetros ditados pelo Artigo 10 do Decreto 50.667/06. A fórmula para cálculo do valor da cobrança determinada pelo decreto estadual é complexa, e envolve diversas variáveis, entretanto foi utilizada uma abordagem mais simplificada, apenas com o intuito de fornecer uma ordem de grandeza do recurso.

Quanto ao aspecto qualitativo a valoração apresenta maiores dificuldades, pois envolve fatores objetivos e subjetivos em seu dimensionamento, exigindo ainda uma série de trabalhos a serem desenvolvidos sobre o assunto. Entretanto, é necessário considerar que a proteção ambiental proporcionada por uma UC tem influência positiva na qualidade da água que verte de suas bacias hidrográficas, o que acarreta um menor custo de tratamento desta água. Nesta abordagem foram considerados os dados de REIS (2004), que determinou os custos do tratamento da água proveniente de bacias hidrográficas com diversos percentuais de cobertura florestal e verificou que o valor gasto com produtos químicos nas ETAs eleva-se com a redução do percentual de cobertura florestal na bacia de abastecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise quantitativa, a aplicação uma simplificação da metodologia citada pelo Decreto Nº 50.667 forneceu os seguintes valores, considerando o Preço Unitário Final (PUF) máximo e valor da UFESP do ano de 2014 (R\$ 20,14):

- $PUF = 0,001078 \text{ UFESP/m}^3 = 0,001078 \times R\$ 20,14 = R\$ 0,02171092 /\text{m}^3$
- Volume total outorgado no PESM e ZA: $752.305.722 \text{ m}^3/\text{ano}$.
- $752.305.722 \text{ m}^3/\text{ano} \times R\$ 0,02171092 /\text{m}^3 = R\$ 16.333.249,34 /\text{ano}$

Desta forma um valor de R\$ 16.333.249,34 poderia ser arrecadado anualmente, apenas considerando-se quantitativamente a cobrança da outorga da água que verte do PESM. Em relação ao aspecto qualitativo a valoração do serviço ambiental hídrico foi baseada no custo de tratamento da água. REIS (2004), analisou o custo específico dos produtos químicos, tendo como base o ano de 2002, utilizados em 7 ETAs que captavam em bacias hidrográficas com diferentes porcentagens de cobertura florestal. Observou que na ETA que tratava a água do rio Piracicaba, cuja bacia apresenta 4,30% de cobertura florestal, o valor dos produtos químicos utilizados era de R\$ 0,09261/m³. Na ETA que tratava a água do Sistema Cantareira, cuja bacia apresenta 27,16% de cobertura florestal, o valor dos produtos químicos utilizados era de R\$ 0,00720/m³. A diferença entre estes dois valores - R\$ 0,08541/m³ - representa a economia em produtos químicos utilizados nas ETAs consideradas, em função da melhor qualidade da água no Sistema Cantareira que apresenta 22,86% a mais de cobertura florestal. Esta economia em produtos químicos atualizada pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) para janeiro de 2014 (fator multiplicativo de 2,49) fornece o valor de R\$ 0,21/m³ de água tratada. Aplicando-se o mesmo conceito para o PESM vale ressaltar que esta UC apresenta mais de 90% de sua área recoberta por florestas naturais, o que garante uma alta qualidade da água captada e acarreta uma significativa redução no valor do tratamento. Um aporte de R\$ 0,21/m³ para o PESM, em função dos 484.483.021

m³/ano outorgados para o abastecimento público, atingiria um valor de R\$ 101.741.434,40/ano.

CONSIDERAÇÃO FINAL

Visando contribuir com o estabelecimento de parâmetros para a implantação de uma política de pagamento pelo serviço ambiental hídrico prestado pelo PESM, este trabalho fez uma simulação dos valores que poderiam ser relacionados à cobrança da água que verte da UC, tanto considerando os volumes captados quanto a qualidade da água a ser tratada, e constatou que estes valores são altamente significativos e que sua aplicação na unidade teria reflexos positivos nas atividades de proteção ambiental, garantido desta forma a continuidade dos serviços ambientais prestados.

REFERÊNCIAS

ARCOVA, F. C. S. **Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP**. 1996. 130 f. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba.

ARCOVA, F. C. S. ; CICCIO, V. de. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, 56: 125 – 134, 1999.

FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; CICCIO, V. de ; EMMERICH, W. Cunha forestry hydrology research project in Brazil: annual water balance of D-basin. JAPANESE FORESTRY SOCIETY, 96; 1985 Japan. **Annual Meeting**. Japan 1994. p. 557-560.

HONDA, E. A.; ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de; ANIDO, N. M. R. Concentração de sedimentos em suspensão em rios de bacias com diferentes usos do solo, na região do Alto Paraíba – SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 5. 2002, São Paulo. **Anais...**São Paulo: ABRH, 2002. p. 395-401.

LIMA, W. de P. O Papel Hidrológico da Floresta na Proteção dos Recursos Hídricos. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1. 1986, Olinda. **Revista Silvicultura**, v.41, p. 59-62.

REIS, L. V. de S. **Cobertura Florestal e Custo do Tratamento de Águas em Bacias Hidrográficas de Abastecimento Público: Um Caso do Município de Piracicaba**. 2004. 215f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

STARZYNSKI, R. **Avaliação quantitativa do uso dos recursos hídricos em unidade de conservação. Estudo de caso do Parque Estadual Serra do Mar**. 2014. 79 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Guaratinguetá.

6.10 USO Y MANEJO DE AGUA EN CONTEXTOS DE ESCACEZ. ANÁLISIS PRELIMINAR

Gabriela Carolina Villamagua Vergara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas, g_villamagua@yahoo.com; Natalia Soledad Samaniego Rojas, Universidad Nacional de Loja, natty.ssr@gmail.com; Humberto de Jesus Eufraide Junior, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas, hdjejunior@gmail.com; Priscila Fernanda Prado Beltrán, Universidade Federal de Santa Catarina, prado.priscila@gmail.com; Karen Lorena Arauz Vásquez, Universidad de Costa Rica, arauzka@hotmail.com; Marjorie Cristina Díaz López, Universidad Nacional de Loja, marjorie.diaz@unl.edu.ec

RESUMEN

En la mayoría de las sociedades, el agua es un elemento fundamental en el ordenamiento territorial para la promoción del componente biótico. En paisajes con déficit hídrico, es más claro como el ingenio ha desarrollado prácticas de uso y manejo de agua para consumo y aprovechamiento productivo. Por tanto, este estudio tuvo como objetivo identificar esas prácticas y entender como las mismas influyen en la configuración de unidades de paisaje y subunidades manejadas en los bosques secos del suroeste de Ecuador. Por medio de un estudio de caso, visitas técnicas, colecta de datos en campo y entrevistas a la población local, fue encontrada una división espacial del territorio en función del uso del agua para consumo y producción. El agua para consumo humano proviene de fuentes localizadas en las partes altas y escarpadas del área de estudio, con cobertura de bosque seco denso y semidenso, que representa el 35% del territorio, mientras que para uso agrícola son destinadas áreas planas y ligeramente onduladas, que totalizan el 2,94% del territorio. Las áreas topográficas más colinadas son destinadas para agricultura de temporal. En los meses secos son usados los márgenes de los ríos Cazaderos y Puyango para el cultivo de productos de la huerta (seguridad alimentaria) y aprovechando el flujo de agua aun existente en pozos subterráneos para el cultivo de maíz.

Palabras claves: territorios hidrosociales, bosque seco, zoneamiento, unidades de paisaje.

ABSTRACT

In most societies, water is a key element in spatial planning for the promotion of the biotic environment. In landscapes with water deficit, it is clearer how engineering has developed practices of water use and management for consumption and productive use. Thus, this study aimed to identify these practices and to understand how they influence the configuration of landscape units and subunits managed in dry forests in the southwest of Ecuador. Through a case study, technical visits, field data and interviews with local residents, a spatial division of the territory was found due to the use of water for consumption and production, and the same for human consumption comes from the sources located in the high and steep parts of the district, with dense and semi-dense dry forest cover, which represent 35% of the

territory, while for agricultural use are destined the flat and slightly sloping areas that occupy 2.94% of the total territory. Already the collimated slopes are intended for temporary agriculture. In the dry months the banks of the Cazaderos and Puyango rivers are used for vegetable garden products (food security), taking advantage of the still existing water flow and underground wells for maize cultivation.

Keywords: hidrosocial territories, dry forest, zoning, landscape units.

INTRODUCCIÓN

El territorio se ordena alrededor del agua. El comportamiento de los cuerpos hídricos adquiere un carácter estratégico para que las comunidades se constituyan y operen sobre el territorio. Los asentamientos humanos, así como las prácticas agropecuarias y forestales, se ordenan tomando como referencia las quebradas y cursos de agua (SKEWES et al., 2012).

En paisajes con déficit hídrico, es más claro como el ingenio de la población ha desarrollado prácticas de uso y manejo de agua para consumo y aprovechamiento productivo, en función del comportamiento de las aguas.

Por tanto, este estudio tuvo como objetivo identificar esas prácticas y entender como las mismas influyen en la configuración de unidades de paisaje y subunidades manejadas en los bosques secos del suroeste de Ecuador, como insumo para la gestión del recurso hídrico y ordenamiento del territorio en función de este.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización y caracterización del área

La parroquia Cazaderos cuenta con 11.808,7 ha y se localiza en la subcuenca Cazaderos, en la frontera entre Ecuador y Perú (4° 05' 05.47" de latitud Sur y 80° 28' 45.27" de longitud O). La Subcuenca abarca una superficie de 75.190 ha, de los cuales el 58,4% del territorio se encuentra en el lado ecuatoriano.

Según Köppen, el clima de la Parroquia es tropical megatérmico seco, con un periodo lluvioso corto y un periodo seco extendido. La precipitación media en el periodo lluvioso (enero – abril) es de 217,80 mm y la media en el periodo seco (mayo – diciembre) es de 2,02 mm. El periodo más crítico con déficit de agua es de agosto a noviembre, debido al aumento de la temperatura, lo que provoca estrés hídrico en los cultivos y por consiguiente la demanda para riego se intensifica.

La parroquia Cazaderos cuenta con 8.103 ha de bosque seco protegido, y su importancia radica en ser uno de los escasos remanentes de bosque seco que forman parte del centro de Endemismo Tumbesino entre Ecuador y Perú, estos ecosistemas son conocidos por su alto riesgo a desaparecer debido a actividades productivas extensivas, crianza de ganado y monocultivos (FREILE; VÁZQUEZ, 2005; AGUIRRE, 2012). La diversidad florista apunta que el 80% de sus componentes son endémicas regionales, sirve de hábitat de 500 especies de aves, 84 especies de distribución bien restringida, y 15 amenazadas; y 10 mamíferos endémicos (AGUIRRE; KVIST, 2006; AGUIRRE, 2012). Zona de alta diversidad, según el índice de Margalef (9,52) (MUÑOZ et al., 2013).

Desarrollo del estudio

Se realizó el análisis morfométrico de la Subcuenca y Microcuencas. Se calcularon parámetros generales, como área de las cuencas, factor de forma adimensional de Horton, pendiente media, escurrimiento superficial, entre otros. Paralelamente, se elaboraron mapas de pendientes, uso y cobertura vegetal, tipos

de ecosistemas, usando como base la cartografía del IGM a escala 1:50.000 y el programa ArGIS 10.0.

Para complementar la información biofísica levantada, se entrevistaron a las familias de 98 viviendas en relación con los usos y formas de manejar el agua en el territorio, prácticamente se cubrió el 100% de la población. Las entrevistas fueron tabuladas, y en los casos que amerito fueron creadas categorías de análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Internamente, la parroquia Cazaderos cuenta con cinco microcuencas: Gualtaco, Paulinos, Linderos, Balsal y Guineal, que corresponden al 54% del territorio. El 57% del territorio presenta pendientes entre 0 y 15% indicando un relieve plano a ligeramente ondulado, lo que favorece en la regulación del tiempo de duración y velocidad de escurrimiento superficial y el tiempo de concentración del agua lluvia a los causes principales.

Las microcuencas Balsal y Guineal, según el índice de forma de Horton, presentan una forma alargada, mientras las otras tres microcuencas presentan forma semicircular, siendo las dos primeras menos susceptibles a inundaciones, colmatación y erosión. El caudal de estiaje en las microcuencas Guineal, Balsal y Linderos es mayor y más sostenible debido a las propiedades físicas del suelo, facilitando la infiltración del agua lluvia al subsuelo, la cual es liberada de manera lenta y constante, bajos volúmenes de agua durante el periodo seco.

Uso del agua

De las 98 viviendas censadas, el 57% de ellas utiliza agua exclusivamente para consumo doméstico; el 25% de las viviendas, además del uso doméstico, utilizan el agua para riego; y 18%, además de uso doméstico, utilizan para consumo animal. El agua para consumo doméstico de la Parroquia proviene de fuentes subterráneas y nacientes. El mayor consumo de agua está en las comunidades de Cazaderos y Progreso, que son las comunidades más densamente pobladas (26% y 19%, respectivamente).

El agua para riego es obtenida por bombeo del río Puyando y de pozos para cubrir la demanda de agua para el cultivo de maíz, frejol, zarandaja y camote, dos veces al año. El agua para consumo animal es obtenida del río Cazaderos.

Manejo del agua

La ocupación del territorio está en función de la disponibilidad y acceso al agua, así como la pendiente del terreno.

Los “Orillados” y las “Vegas”, constituyen otro tipo de práctica en el manejo del agua, desarrollada por la población en el periodo seco (mayo – diciembre). Los Orillados consisten en utilizar los lechos de los ríos, de manera que se aproveche la humedad de las napas freáticas. Los agricultores llevan abono y tierra a estos lechos, donde siembran ajo y cebolla para la venta; y zapallo, camote, frejol y zarandaja, para autoconsumo.

Las Vegas, en cambio, son tierras cercanas a ríos y quebradas, que generalmente se encuentra a cierto desnivel con relación al lecho de los cursos de agua, donde generalmente se planta maíz, yuca, plátano y frutales; y utilizan el agua de estas fuentes para el riego de los cultivos.

Además del acceso al agua, las Vegas presentan los mejores suelos debido a su origen aluvial o coluvial, los cuales presentan alta profundidad, y fertilidad favoreciendo altos rendimientos.

Durante el periodo de estiaje, los productores utilizan bombas mecánicas para la extracción de agua subterránea para el riego de maíz, por lo que a lo largo de los cauces principales del río Cazaderos y Puyango se encuentran pozos subterráneos de hasta 12 m de profundidad, con una mayor concentración en las comunidades de Cazaderos y Progreso.

El uso del suelo también está determinado en función a la pendiente. Así en las áreas planas (0 – 7% de pendiente) se encuentran los cultivos de tipo intensivo como maíz, y otros productos de ciclo corto como ajo y cebolla, y los asentamientos humanos por su bajo riesgo a deslizamientos. Ya en áreas ligeramente onduladas (7,1 – 15% de pendiente), los productores realizan labranza mecanizada, cultivo de especies perennes, cítricos y maíz. Este último, principalmente en periodo lluvioso, para evitar el encharcamiento del cultivo por las lluvias. El uso agrícola actual corresponde al 2,94% de las tierras planas y ligeramente onduladas.

En áreas de ondulación moderada (15 – 25% de pendiente), la labranza es manual y con difícil acceso a riego. Esas áreas a más de ser destinadas para cultivos perennes, es utilizado para el pastoreo caprino. Las áreas colinadas (25,1 – 50% de pendiente), son utilizadas en el periodo seco por el ganado caprino para asegurar alimento y agua; mientras las áreas escarpadas y montañosas son utilizadas para turismo (florecimiento de *Tabebuia chysantha*) y protección de fuentes de agua y conservación de bosque.

Las vertientes de agua están cubiertas por vegetación natural (bosque seco denso y semidenso, que corresponden al 35% de la cobertura del territorio), la cuales se encuentran en buen estado de conservación. Las cimas de las colinas también están en su mayoría conservadas, debido a la poca intervención humana.

CONCLUSIONES

En un ambiente semiárido, la configuración y articulación del territorio a partir del aprovechamiento racional de los ríos, nacientes y agua subterránea, dando lugar al desarrollo de áreas que actúan como el soporte económico y vivencial de la población mediante el uso intensivo del agua.

El uso y manejo del agua concentra la generalidad de las actividades sociales y económicas en la utilización intensiva de aproximadamente el 3% del territorio, resultando el resto un área de secano que, por falta de recurso e iniciativas, queda sujeto a actividades de tipo extensivo, con limitada concentración poblacional y de actividades sociales y productivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, Z. 2012. **Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización.** Quito: Proyecto Manejo forestal sostenible ante el cambio climático. MAE/FAO- Finlandia. Ecuador, 2012. 140 p.

FREILE, J.F.; VÁZQUEZ, M.A. Los bosques secos de Cerro Negro Cazaderos. Occidente de Loja. En: VÁZQUEZ, M.A.; FREILE, J.F.; SUÁREZ, L. (Eds.). **Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro negro- Cazaderos, occidente de la provincia de Loja.** Quito: EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco, 2005. p. 5-8.

MUÑOZ J, ARMIJOS-OJEDA, D., ERAZO, S. **Generación de criterios para evaluar el estado de conservación de un ecosistema del bosque seco en la región sur del Ecuador**. Loja: Universidad Nacional de Loja, Ecuador, 2013 (inédito).

SKEWES, J. C.; SOLARI, M. E.; GUERRA, D.; JALABERT, D. Los paisajes del agua: naturaleza e identidad en la cuenca del río Valdivia. **Chungará**, v.44, n.2, 2012. p. 299 – 312.

6.11 CREACIÓN DE INSTITUCIONALIDAD PARA LA GOBERNANZA DEL AGUA

Gabriela Carolina Villamagua Vergara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas, g_villamagua@yahoo.com; Francisco Jiménez, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, fjimenez@catie.ac.cr; Jorge Faustino, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, jorge.faustino07@gmail.com; Humberto de Jesus Eufraide Junior, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas, hdjejunior@gmail.com; Cornelis Prins, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, prins@catie.ac.cr

RESUMEN

Este estudio fue realizado en la subcuenca del río Jucuapa, localizada en el Departamento de Matagalpa, Nicaragua. El objetivo general fue analizar las condiciones y los mecanismos mínimos para la creación de institucionalidad para la gobernanza del agua a nivel de cuencas hidrográficas. La investigación consistió en tres fases: 1) análisis situacional, relacionado con los antecedentes y conocimiento detallado del contexto, 2) planeamiento y ejecución de las acciones en campo, y 3) reflexión sobre los resultados encontrados. Las condiciones previas que favorecieron la participación de los diferentes actores sociales en el proceso de cogestión de la subcuenca fueron identificadas. Además, durante el planeamiento y ejecución de las acciones, fueron desarrolladas algunas condiciones que propiciaron el diálogo y negociación entre los actores. Finalmente, espacios de reflexión sobre el trabajo realizado en la conformación y funcionamiento del comité de la subcuenca del río Jucuapa fueron establecidos.

Palabras claves: Institucionalidad, gobernanza del recurso hídrico, cogestión, cuenca hidrográfica, comité de cuenca.

ABSTRACT

This study was carried out at the Sub-Basin of Jucuapa River located in the Department of Matagalpa in Nicaragua. The overall goal was to analyze the minimum conditions and mechanisms to set up the institutionality for water governance at watershed level. The work was conducted in three stages: 1) analysis of the current situation based on previous and a detailed understanding of the context, 2) planning and implementation of activities and, 3) understanding on the findings. Previous enabling conditions that promoted the participation of different stakeholders in the process of co-management of the watershed were identified. In addition, during the planning and execution of actions, some conditions to facilitate the dialogue and negotiation among interest groups were developed. Finally, spaces for reflection about the conformation and functioning of the Jucuapa sub-basin committee were established.

Keywords: Institutionality, water governance, co-management, watershed, basin committee.

INTRODUCCIÓN

La creación de institucionalidad en cualquiera de los ámbitos de acción humana hace posible la gobernanza, la cual irradia sobre otros aspectos como sostenibilidad, competitividad y equidad (PRINS, 2009).

Bajo esta premisa, la forma como la sociedad se organiza para alcanzar objetivos comunes y cómo define las normas, arreglos, incentivos y sanciones al interior de una organización o territorio, determina en este caso, la buena o mala gestión y manejo de los recursos naturales a nivel de cuencas (BASTIAANSEN-VAESSEN, s.f.).

Considerando lo anterior, la experiencia acumulada de la subcuenca Jucuapa, sobre las pautas a seguir para la promoción de procesos similares de gestión y manejo de cuencas, así como los aprendizajes y principios en materia de institucionalidad deben ser documentados.

Por tanto, este trabajo tuvo como objetivo general analizar las condiciones y los mecanismos mínimos para la creación de institucionalidad para la gobernanza del agua a nivel de cuencas hidrográficas, a través de un caso de estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización del área

La subcuenca del río Jucuapa está localizada en el departamento de Matagalpa, Nicaragua (80° 02' 29.9" de longitud oeste y 12° 50'06.19" de latitud norte) (PAYÁN, 2006). La subcuenca es compartida por los municipios de Matagalpa y Sébaco y comprende 10 comunidades. La subcuenca tiene una superficie de 40,5 km² y el 90% del territorio pertenece al municipio de Matagalpa.

Desarrollo del estudio

En la investigación se aplicó la metodología propuesta por Senge (2004), la cual consta de tres fases: 1) un análisis situacional, referido a la lectura de los antecedentes y conocimiento del contexto detallado, 2) planificación de las acciones a ejecutarse en campo e implementación de las mismas; y, 3) reflexión sobre los hallazgos.

En la primera fase se recopiló y analizó información documental generada por los actores locales, relacionada con la creación de institucionalidad para la cogestión de cuencas hidrográficas, así como artículos afines y documentación generada por el Comité Ejecutivo de Cuenca de Jucuapa acorde con los objetivos de investigación, que sirvió para elaborar los antecedentes, marco conceptual de la investigación y elaboración de los instrumentos de recolección de datos en campo.

En la segunda fase, se realizó el acercamiento a actores, planificación de las acciones en campo, aplicación de los instrumentos de investigación, análisis y reflexión de los datos colectados y devolución de la información. Para obtener una mejor comprensión del proceso de cogestión de la Subcuenca de manera integral, se aplicaron 29 entrevistas semiestructuradas a actores institucionales y 48 entrevistas semiestructuradas (15 hombres y 33 mujeres) a beneficiarios y no beneficiarios de los proyectos comunales gestionados por el Comité de Cuenca y usuarios del servicio agua en tres comunidades (parte alta, media y baja de la subcuenca).

Paralelamente, se realizaron 10 grupos focales, uno por comunidad, y con un promedio de 11 asistentes por evento, dando un total de 112 participantes. Participaron 66 hombres y 46 mujeres de las entrevistas grupales, 37 eran jóvenes (menores de 30 años) con rangos de edad entre 17 y 77 años.

Además, se aplicó cinco entrevistas de profundización en temas puntuales (cooperativismo, experiencia y asesoría legal en litigios de agua, defensa civil, elaboración, adopción y beneficios de cocinas peluceras, agua y género) a expertos. Los temas seleccionados salieron en las entrevistas semiestructuradas y como parte de la observación participante.

En la tercera fase, la información obtenida por medio de las diferentes técnicas de campo se agrupó y se analizó separadamente, y luego se compararon para propósitos de validación, según la metodología propuesta por (ARIAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen condiciones habilitantes previas y desarrolladas sobre la marcha del proceso de cogestión de la subcuenca Jucuapa que han contribuido para la creación de institucionalidad para la gobernanza del agua. Las condiciones previas hacen referencia a:

1) *las motivaciones* de las comunidades por la ausencia o insatisfacción fuertemente sentida de sus necesidades básicas (escasez de agua y leña); 2) *su identidad compartida*, como personas de campo, pequeños productores formando una fuerza de cohesión que atrae e mantiene unida a la población de la Subcuenca; 3) *al parentesco*, que da lugar a la cooperación y confianza entre la parte alta, media y baja de la Subcuenca; 4) *A su memoria presente sobre el cooperativismo*; 5) *a la experiencia previa en cogestión pública de algunos actores* en un proyecto anterior de cuencas; 6) *marco regulatorio mínimo y flexible*; y 7) *estabilidad política a nivel local* para el desarrollo de procesos a corto y mediano plazo.

En relación con las condiciones habilitantes desarrolladas sobre el proceso se tiene entre las principales:

1) *el balance de poder entre las partes* o representatividad de las fuerzas sociales del territorio, esto se materializó al otorgarle el poder a las comunidades, ellas cuentan con más del 50% de representantes en el Comité de Cuenca (4 de 7 miembros); 2) *poder de deliberación*, es decir, las decisiones son tomadas de manera informada y colectiva, las cuales son aceptadas por la población de la Subcuenca; 3) *compromiso social de las y los líderes de las organizaciones* para participar y asumir responsabilidades conjuntas en la ejecución de las acciones; 4) *legitimidad de liderazgo local*; 5) *cooperación coordinada, movilización y gestión de recursos*, el plan operativo anual es elaborado de común acuerdo, y los ajustes son aprobados en las reuniones mensuales realizadas en las comunidades de manera rotativa para garantizar una mayor participación de la población local. Los actores se insertan en las actividades planificadas según sus competencias y recursos; 6) *comunicación efectiva*, se ha desarrollado un lenguaje común para todos los involucrados; 7) *descentralización de funciones*, que las organizaciones del Estado tengan presencia y poder en los territorios, así como garantizar un grado considerable de poder a las organizaciones de base; 8) *ejercicios de generación de confianza o integración de mecanismos de concertación* (definir roles y competencias, diálogo e interacción, visión común); y 9) *espacios de reflexión conjunta*, de donde se han generado las ideas y acciones de mejoras del trabajo del Comité.

CONCLUSIONES

La creación de institucionalidad para la gobernanza del agua se traduce en la existencia de un Comité de Cuenca, legitimado bajo ordenanza municipal, conformado por actores locales claves del territorio que comparten una agenda

común, sobre la cual se articula la gestión de la cuenca de manera ordenada, participativa y representativa, haciendo uso de mecanismos que promueven una buena gobernanza.

La creación de institucionalidad, también se refleja en la conformación de Comités Locales de Cuenca, los cuales fueron creados como parte de la política de descentralización de funciones del Comité de Cuenca, con la finalidad de operativizar el plan de cogestión de la Subcuenca e incentivar la demanda de las comunidades y reducir la oferta institucional, mediante la gestión de proyectos comunitarios desde la gente y con la gente, haciendo inversiones acertadas que contribuyan al impacto deseado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS, M. 1999. Triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. **Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social – REDHECS**, v.4, n.1, 1999. p. 37- 57.

BASTIAANSEN-VAESSEN, J. Instituciones locales, financiamiento y desarrollo rural: un marco conceptual. En: BASTIAANSEN, J.(Ed.). **Crédito para el desarrollo rural en Nicaragua. Un enfoque institucional sobre la experiencia del Fondo de Desarrollo Local**. 9 - 15 p.

PAYÁN, A. Evaluación participativa de forrajes mejorados para el manejo sostenible de los recursos naturales en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. 2006. 119 f. Tesis (Maestría). CATIE, Turrialba, 2006.

PRINS, C. **Síntesis de los conceptos de instituciones e institucionalidad. Desarrollo rural territorial y creación de institucionalidad**. Turrialba: CATIE, 2009. 4 p.

SENGE, P. **La Quinta Disciplina**. Buenos Aires: Edit. Granica, 2004.

6.12 UMA CIDADE E UM RIO: BOTUCATU E A RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE E ÁGUA DO RIO LAVAPÉS, UM RIO URBANO

Ana Lúcia Silva¹, Mario Eduardo Pardini Affonseca²,
Maurício Tápia³, Sando H. B. Ramos⁴

1 Doutora em Saúde Pública pela USP. Gerente da Divisão de Controle Sanitário do Médio Tietê na Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

2 Mestre em Ciências Agrônômicas. Engenheiro Civil. Prefeito do Município de Botucatu.

3 Superintendente da Unidade de Negócio Médio Tietê da Sabesp. Engenheiro Sanitarista.

4 Gerente de Divisão da Sabesp de Botucatu. Administrador. Pós Graduado em Gestão Ambiental.

RESUMO

De acordo com a Agência Nacional das Águas “o enquadramento dos corpos d’água em classes de qualidade tem por objetivo assegurar a qualidade requerida para os usos preponderantes e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Mais do que uma simples classificação, o enquadramento dos corpos d’água deve ser visto como um instrumento de planejamento ambiental, (...) deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela comunidade. A classe do enquadramento de um corpo d’água deverá ser definida num pacto acordado pela sociedade, levando em conta as suas prioridades de uso.” No Estado de São Paulo o Decreto 10.755 de 22 de novembro de 1977 dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista pelo Decreto 8468/76. No Decreto 10.755/77 lê-se que um dos principais rios do Município de Botucatu, SP, o Rio Lavapés, foi enquadrado à época como sendo classe 4 da nascente até a foz, classe essa muito pouco restritiva. A partir de sua nascente e apenas após cerca de 2,8 km de percurso esse rio começa a adentrar uma área urbana atualmente mais adensada, e corta a cidade de Botucatu por completo, indo desaguar em um afluente do Rio Tietê, após cerca de 28 km. Até alguns anos atrás o Rio Lavapés era considerado pelos munícipes um “rio morto”: com mau cheiro, sem peixes e muito sujo. As ações tomadas com vistas a tornar esse importante curso d’água um rio vivo, um rio com possibilidade de usos mais nobres para os cidadãos botucatuenses culminaram em sucesso, sendo inclusive utilizado nos dias atuais para a pesca amadora. Em 2014 tais ações resultaram em um processo de solicitação de reenquadramento do Rio Lavapés, de classe 4 para classe 3. O presente artigo visa contribuir com a apresentação de uma experiência prática do processo de reenquadramento de um corpo d’água superficial, urbano. Poucas experiências de sucesso já foram registradas no mundo todo, como a que ocorreu no Município de Botucatu.

PALAVRAS-CHAVE: enquadramento de corpos d’água; recursos hídricos; saneamento ambiental.

ABSTRACT

Acoording to the Agência Nacional de Águas, “the water bodies’s classification into quality classes aims to ensure the quality required for the predominant uses, and reduce the costs used to avoid water pollution through permanent preventive actions. More than a simple classification, the framing of water bodies should be seen as an instrument of environmental planning (...) and must be based not necessarily on its current state, but on the quality level that should have or be maintained and the meets established by the community. The class of the framing of a water body should

be defined in a pact agreed by the society, taking in account its priorities of use.” In São Paulo State, decree 10,755/77 defines the classification of water bodies, and it is linked to decree 8468/76. In the first one we can see Lavaves River, Botucatu, as class 4 – which means it is not restrictive. Also, Lavapés River is inserted in an area of cerrado, and after 2,8 km this rivers pass by urban area, and drain to Tietê River. Until few years ago Lavapés River was described as a “dead river”, with bad odours, without fish and dirty. A serie of actions have been did to recovery this water body, and it is a success. In 2014 it results in a official reframe, with changed class to 3. The present work objectives to contribute with a practical experience in an urban water river’s reframe, in Brazil. Few experiences have been well succeed in the world, as in Botucatu City.

KEYWORDS: water body’s reframe; water resources; environmental sanitation.

METODOLOGIA

O processo de reenquadramento de um rio superficial para uma qualidade superior possui casos de sucesso raríssimos no mundo, e além do rio Lavapés sabe-se do Rio Jundiá, ambos paulistas. Teve-se por base a avaliação da condição na época do Rio Lavapés (“o rio que temos”), a partir de um monitoramento do rio Lavapés da nascente à foz e dos tributários, iniciado em 2012; definiu-se pelo desejo/vontade quanto aos usos que seriam de interesse da sociedade botucatuense (“o rio que queremos”); e dessa definição estabeleceu-se um trabalho participativo, incluindo a sociedade civil, poder público e usuários, para avaliação das limitações técnicas e econômicas para se chegar ao “rio que podemos ter”. A nova classe de enquadramento de um corpo d’água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água. Houve um bom relacionamento entre todas as partes envolvidas: SABESP, Prefeitura, os ruralistas coordenados pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Duratex S.A., ONG SOS Cuesta e a população botucatuense. Embora o monitoramento intensivo do Rio Lavapés e afluentes tenha se iniciado em meados de 2012, é importante informar que outras ações realizadas pela SABESP desde a sua assunção da concessão dos serviços de água e esgoto em Botucatu em 1974.

Monitoramento, controle e ação: monitorar, controlar eventuais fontes de poluição no rio Lavapés e seus afluentes, atuando nas causas;

- Análises críticas e revisão de metas: reuniões bimestrais;
- Políticas públicas: revisão de políticas públicas municipais, tais como o Código Ambiental, e iniciativa da SABESP de Botucatu desde 2012 transferir 1% da tarifa arrecada para o pagamento por serviços ambientais (PSA);
- Parcerias com entidades públicas: CATI, Prefeitura, etc.;
- Atividades de envolvimento da sociedade.
- Elaboração de diagnóstico da sub-bacia hidrográfica do Rio Lavapés;
- Avaliação, parecer e recomendações pelas agências ambientais e de vigilância sanitária;
- Reunião intercâmaras e participação pública;
- Parecer técnico e jurídico das câmaras técnicas da Secretaria de Recursos Hídricos Estaduais;
- Criação de grupo para efetivação da alteração de classe.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o pacto entre a sociedade de Botucatu foi fundamental para que o Rio Lavapés se tornasse um rio urbano com possibilidade de ser revitalizado. A atuação efetiva da empresa de saneamento, SABESP, com a promoção de parcerias entre as diversas entidades e usuários e o seu compromisso com a melhora dos corpos d'água; a postura pró-ativa da Prefeitura Municipal, com ações voltadas para a preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente em geral; a união promovida por estas duas entidades junto aos demais usuários permitiu que o Rio Lavapés se tornasse um rio de águas piscosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2005). **Panorama do enquadramento dos corpos d'água**. Ministério do Meio Ambiente.

BRASIL. Decreto 10.755 de 22 de novembro de 1977.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997.
CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA 357 (2005). Resolução Conama nº 357. Disponível em:< www.mma.conama.gov.br/conama>

OLIVEIRA, FG. (2013) **Caracterização fisiográfica, hidrológica e energética da bacia de contribuição da microcentral hidrelétrica da fazenda lageado, Botucatu – SP**. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu. Tese de Doutorado.

SÃO PAULO. Decreto 8468 de 08 de setembro de 1976.

6.13 ESTUDO EM ESCALA REAL DA APLICAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS PARA A REMOÇÃO DE FÓSFORO EM UMA LAGOA FACULTATIVA COM RESÍDUO FINAL UTILIZADO PARA ADUBAÇÃO ASSOCIADO AO LODO DE ESGOTO

Ana Lúcia Silva¹, Mario Eduardo Pardini Affonseca², Eduardo Luiz Oliveira³

1 Doutora em Saúde Pública pela USP. Gerente da Divisão de Controle Sanitário do Médio Tietê na Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

2 Mestre em Ciências Agrônomicas. Engenheiro civil. Prefeito do Município de Botucatu.

3 Professor / orientador no Curso de pós-graduação em Engenharia e Agronomia na UNESP – Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

RESUMO

O presente trabalho apresenta estudo realizado ao longo de 2015 em uma lagoa facultativa localizada no Município de Charqueada, SP com uso da macrófita aquática comumente chamada de lemna (duckweed). Foram realizados vários testes: manejo, acompanhamento de variáveis ambientais, monitoramento dos principais parâmetros de operação e ao final um estudo de viabilidade econômica com proposta de reutilização da massa em adubo orgânico. Comprovou-se uma alta eficiência, sendo atingidas remoções de até 84% para fósforo total. Constatou-se que as variáveis ambientais de difícil controle, tais como a radiação solar e pluviometria, exerceram maior influência sobre a eficiência de remoção do que as variáveis operacionais e de engenharia. Conclui-se que há viabilidade técnica e econômica na aplicação dessa solução como alternativa para remoção de nutrientes em estações de tratamento de esgoto. Propõe-se ainda a utilização do resíduo gerado como enriquecedor de fósforo em adubo orgânico.

Palavras-chave: remoção de nutrientes, fósforo total, eutrofização.

ABSTRACT

This paper presents a study conducted throughout 2015 in a facultative pond located in the city of Charqueada, SP with use of macrophyte commonly called Lemna (duckweed). Several tests were performed: management, monitoring of environmental variables, monitoring of key operating parameters, economic feasibility study and the mass re-use in an organic fertilizer. It has been shown a high efficiency, with removal being achieved up to 84% for total phosphorus. It was detected that some environmental variables such as solar radiation and rainfall, exerted greater influence on the removal efficiency than operational and engineering variables. It is concluded that there are technical and economic feasibility in applying this solution as an alternative to nutrient removal in wastewater treatment plants. It also proposes the use of the waste generated as phosphorus enriching into organic fertilizer.

Key words: removal of nutrients, total phosphorus, eutrophication.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo envolve os bairros Santa Luzia, Recreio e Jardim São Paulo no município de Charqueada, localizado na região Centro Oeste do Estado de S. Paulo. Trata-se de uma lagoa facultativa composta das unidades de pré-tratamento e de uma lagoa facultativa secundária, a qual foi dimensionada para atender a população urbana até o ano 2022, ou para até 3.496 habitantes. Essa ETE possui selo da ISO

14000, e a companhia de saneamento do Estado de São Paulo (SABESP) mantêm um intenso monitoramento e controle desse sistema. Sua capacidade de remoção atinge valores acima de 85%, com efluente final em torno de 20 mg/L de DBO. O tempo de detenção hidráulica é de aproximadamente 22 dias. As análises físico-químicas foram conduzidas pelo laboratório da SABESP o qual possui acreditação em análises pela gestão ISO 17025:05. Os métodos analíticos seguiram as metodologias encontradas no *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater*, métodos 4500-H+B, Respirométrico/SMEWW-5210D, Colorimétrico Refluxo fechado/SMEWW – 5220, D, Azida Modificada/SMEWW-4500-OC, Cone Imhoff/SMEWW-2540 F, Eletrométrico/SMEWW-4500-OG, SMEWW-4500 P e E.

Tabela 1 – Variáveis analisadas durante o monitoramento

Ponto	Etapa 1	Etapa 2
Entrada	DBO, fósforo total, amônia, pH, cor, turbidez, série de sólidos, temperatura	DBO, fósforo total, amônia, pH, cor, turbidez, série de sólidos, temperatura
Meio da primeira seção	OD, temperatura	Não foi monitorado
Meio da segunda seção	OD, temperatura	Não foi monitorado
Saída	DBO, fósforo total, amônia, pH, cor, turbidez, série de sólidos, temperatura, biometria, massa seca das lemnas	DBO, fósforo total, amônia, pH, cor, turbidez, série de sólidos, temperatura
Ambientais	Radiação solar, velocidade dos ventos, fotos das lagoas, formação de odores, pluviometria	

CONCLUSÃO

O sistema de lagoa da ETE Recreio, em Charqueada-SP - utilizando lemnas promoveu melhorias na qualidade do efluente tratado através da remoção de fósforo total que iria parar no meio ambiente de maneira descontrolada. As duas etapas de estudo não apresentaram a mesma eficiência de remoção indicando que outros fatores, como os climáticos e o manejo, podem alterar o processo. Atribuiu-se como principais responsáveis pelos períodos de baixa remoção, em especial na Etapa 2: ocorrência de chuvas em maior intensidade com diluição dos esgotos brutos; aumento da radiação UV, que afeta negativamente a macrófita lemna, mas contribuiu para o crescimento das algas; a remoção quase completa que afetou negativamente o processo, pois exigiu que as lemnas voltassem a ser dominantes no meio – ou seja, maiores estudos são necessários para estabelecer um ponto ótimo de retirada dessas plantas, além de um quantitativo máximo evitando efeitos negativos de competição entre espécies. Considerando os ótimos resultados obtidos na Etapa 1 para a remoção de fósforo total, de até 84%, e os bons resultados na Etapa 2 (pico de até 77% em situações adversas), há espaço para maiores estudos com melhor aproveitando dessa solução biológica para a remoção de nutrientes, e resultados que possivelmente alcancem aqueles obtidos com a remoção por processos físico-químicos. O estudo de viabilidade econômica apresentou VPL positivo em comparação a outras duas alternativas que envolvem a remoção química. Uma nova destinação para a massa de lemnas retirada foi proposta. Esta é uma alternativa interessante, sustentável e de baixo custo, que se apresentou

também neste trabalho. É importante ressaltar que a massa produzida na ETE Recreio não é tão representativa para o adubo final em termos de fósforo. Entretanto, trata-se da menor lagoa de tratamento da região. O potencial de reuso agrícola dessa massa de macrófitas na região é bastante interessante, e a reciclagem do fósforo se dará de uma forma segura, uma vez que estará devidamente controlada pelos órgãos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETTO, J.M. Aspectos construtivos de lagoas de estabilização. **Revista DAE**, Vol. 45, nº 140, pp. 44:49, março de 1985.

BRANCO, FRL. **Avaliação do potencial de duas espécies de lentilha de-água *Lemna minor* e *Lemna gibba* na remoção de nutrientes em efluente aquícola.** 2012. Dissertação de mestrado – Universidade do Porto, Portugal.

COLLINS, S. A. **Uv-b sensitivity of aquatic plants: the impact of artificial ultraviolet radiation on the survival and chlorophyll Content of *lemna minor* and *spirodela polyrhiza*.** 2005. Tese de doutorado. Department of Biology, University of Winnipeg.

MOHEDANO, R.A. **Uso de macrófitas lemnáceas (*landoltia punctata*) no polimento e valorização do efluente de suinocultura e na fixação de carbono.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade federal de santa catarina departamento de engenharia sanitária e ambiental.

OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa and VON SPERLING, Marcos. Avaliação de 166 ETES em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 2: influência de fatores de projeto e operação. **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. 2005, vol.10, n.4 [cited 2014-04-28], pp. 358-368 .

POLISEL, K.C. **Desempenho de lagoas de maturação utilizando macrófitas aquáticas e chicaneamento.** 2005. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

USEPA. Cost estimate of phosphorus removal at wastewater treatment plants. Technical support document, março de 2013.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 3. **Lagoas de estabilização.** DESA - UFMG. 1995.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 3. **Lagoas de estabilização.** DESA - UFMG. 3a ed. 2009.

POTT, V.; CERVI, A. C. A família Lemnaceae Gray no Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Brasil. **Revta brasil. Bot.**, São Paulo, V.22, n.2, p.153-174, ago. 1999.

TAVARES, F. A. **Eficiência da *Lemna* sp no tratamento de efluentes líquidos de suinocultura e sua utilização como fonte alternativa de alimentos para tilápias.** 2004. Dissertação de mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina.

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, p.21-33, 2002. Edição Especial

ZUGMAN, J. Lagoas de estabilização de esgotos: separação de algas e remoção de nitrogênio amoniacal nos seus efluentes. **Revista DAE**, pp: 321:344, 1982.

6.14 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NOS BIOMAS BRASILEIROS

Paulo José Desiderio de Oliveira¹, Hygor Evangelista Siqueira¹, José Eduardo Pitelli Turco², Paula Fernanda Monteiro da Fonseca³, Valdemir Antonio Rodrigues⁴

¹Doutorando em Agronomia(Ciência do Solo) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – FCAV/UNESP, fluirti@gmail.com; hygorsiqueira@yahoo.com.br

²Prof. Dr. da pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – FCAV/UNESP jepturco@fcav.unesp.br

³Pós Graduanda em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, eng.paulafernanda@gmail.com

⁴Prof. Dr. da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu – FCA/UNESP, valdemirrodriques@fca.unesp.br

RESUMO

Unidades de conservação - UC são espaços com características naturais relevantes, com a função de assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e ainda propiciam às comunidades envolvidas o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis em seu interior ou entorno. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC é composto pelo conjunto de unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares, distribuídas em doze categorias de manejo. Cada uma dessas categorias se diferencia quanto à forma de proteção e usos permitidos. Há unidades de proteção integral, que precisam de maiores cuidados por sua fragilidade e particularidades ambientais, e há unidades de uso sustentável, cujos recursos naturais podem ser utilizados de forma direta e sustentável e, ao mesmo tempo, serem conservados. Os últimos dados disponíveis pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação de 09 de agosto de 2016, mostram que as UC ocupam a área de aproximadamente 27,3% na Amazônia, 7,6% na Caatinga, 8,3% no Cerrado, 9,2 % na Mata Atlântica, 2,7% nos Pampas e 4,6% no Pantanal.

Palavras-chave: Unidades de Conservação, Biomas, Geoprocessamento, SIG.

ABSTRACT

Conservation units - UC are spaces with relevant natural characteristics, with the function of ensuring the sustainable use of natural resources and also provide the communities involved with the development of sustainable economic activities in their interior or surroundings. The National System of Conservation Units - SNUC is composed of the set of federal, state, municipal and private conservation units, distributed in twelve management categories. Each of these categories differs as to the form of protection and permitted uses. There are integral protection units, which need greater care due to their fragility and environmental particularities, and there are units of sustainable use, whose natural resources can be used in a direct and sustainable way and, at the same time, be conserved. The latest data available (August 2016) show that PAs occupy approximately 27% in the Amazon, 7.7% in the Caatinga, 8.6% in the Cerrado, 10% in the Atlantic Forest, 2.7% in the Pampas, 4,6 % In the Pantanal, 17.9% in the continental area and 1.6 in the Marine Area corresponding to the Territorial Sea plus the Exclusive Economic Zone (EEZ).

Key words: Conservation Units, Biomes, Geoprocessing, GIS.

INTRODUÇÃO

Desde o seu descobrimento o Brasil teve seus recursos naturais explorados. A exploração florestal e mineral foi causadora de grande devastação e degradação ambiental. Com a expansão os problemas ambientais também acompanharam esta evolução e como consequência, a devastação de florestas para a expansão da pecuária, agricultura e das ocupações urbanas colocaram e ainda colocam em risco a extinção da rica biodiversidade nos diferentes Biomas brasileiro.

O Brasil é formado por seis biomas de características distintas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Cada um desses ambientes abriga diferentes tipos de vegetação e de fauna e compõe uma das mais ricas biodiversidades do mundo. Como a vegetação é um dos componentes mais importantes da biota, seu estado de conservação e de continuidade definem a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção de serviços ambientais entre outras atividades essenciais à sobrevivência de populações humanas.

Uma forma de garantir a preservação da biodiversidade nos biomas é imprescindível o emprego de políticas públicas e a criação de áreas de manejo e de proteção da biodiversidade: as unidades de Conservação.

As Unidades de conservação são espaços com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. As busca assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e ainda propiciam às comunidades envolvidas o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis em seu interior ou entorno.

A preocupação com áreas protegidas teve início no ano de 1937 através da criação do Parque Nacional do Itatiaia, situado no estado do Rio de Janeiro. No entanto, somente a partir da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei n. 6.938/81 que se deu a junção das unidades de conservação, assim, contribuindo para a evolução histórica das unidades das mesmas até os dias atuais.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC instituído pela lei nº. 9.985 de 18 de julho do ano 2000 é composto pelo conjunto de unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares, distribuídas em doze categorias de manejo. Cada uma dessas categorias se diferencia quanto à forma de proteção e usos permitidos. Há unidades de proteção integral, que precisam de maiores cuidados por sua fragilidade e particularidades ambientais, e há unidades de uso sustentável, cujos recursos naturais podem ser utilizados de forma direta e sustentável e, ao mesmo tempo, serem conservados.

Os Sistemas de Informação Geográfica – SIG, técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto são de grande importância para obter e manipular fontes de dados espaciais disponíveis, como fotografias aéreas e imagens de satélite. Essas técnicas facilitam a análise e o processamento de dados e diagnósticos ambientais (Silva e Rosa, 2007).

Conforme Tonello (2005) a integração e a análise de um grande número de informações de forma convencional tornam-se difíceis e demoradas. Entretanto, quando as informações são representadas espacialmente através de mapas utilizando-se do Sistema de Informação Geográfica - SIG existe grande potencial de integração dos dados, subsidiando o gerenciamento de bacias.

O objetivo deste trabalho é a Análise da distribuição espacial das UC nos biomas brasileiros utilizando sistema de informação geográfica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados a base de dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação que dispõe das informações de todas as UC cadastradas. Tais informações são atualizadas frequentemente. Foram utilizadas as informações atualizadas até a data de 09/08/2016 tanto no formato vetorial das UC's como ainda as tabelas quantitativas.

Inicialmente buscou-se na base de dados “online” do Ministério do Meio Ambiente os arquivos vetoriais das UC separadas pela Classificação e tipo de UC. Foi realizado o “download” das unidades de conservação de Proteção Integral e das unidades de conservação de Uso Sustentável nas três diferentes esferas (federal, estaduais e municipais).

De posse das informações utilizou-se do Sistema de Informação Geográfica – SIG ArcGis 10.1 para o processamento, sendo inicialmente a conversão do Datum de Referência de SAD69 para o SIRGAS2000.

Foi realizada a espacialização das informações e acabamento e utilização de temas para a elaboração do mapa utilizando o SIG ArcGis 10.1.



Figura 1. Etapas metodológicas do processamento dos dados georeferenciados das UC no SIG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Total da área dos Biomas

O Bioma Amazônia e o Bioma Pantanal (Tabela 1) ocupam juntos mais de metade do território brasileiro. O bioma continental brasileiro de maior extensão é a Amazônia, e o de menor extensão, o Pantanal, ocupam juntos mais de metade do Brasil: o Bioma Amazônia, com 49,29%, e o Bioma Pantanal, com 1,76% do território brasileiro. Mapeados pela primeira vez, os seis biomas continentais brasileiros - Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente..

Tabela 1. Ocupação dos biomas no território brasileiro.

Área Total do bioma (km ²)	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal	Área Total do Brasil (km ²)
	4.198.551	827.934	2.040.167	1.117.571	178.704	151.159	8.514.877

Fonte: Adaptado do CNUC (2016).

Total das Unidades de Conservação

Até o dia 09/08/2017 estão cadastradas no Cadastro Nacional das Unidades de Conservação -CNUC (Tabela 2) 2029 unidades de conservação entre as de Proteção Integral e as de Uso Sustentável, totalizando uma área de 1582758 km² de área que corresponde a 18,6% do território brasileiro.

Das Unidades de Proteção Integral, do total de unidades cadastradas (636), a maior parte destas unidades são do tipo Parques Nacionais /Estaduais/Municipais com 395 unidades cadastradas, seguida por 96 do tipo Estação Ecológica, 62 de Reserva Biológica, 43 e 40 unidades do tipo Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre respectivamente.

As Unidades de Conservação de Uso Sustentável totalizam 1393 correspondendo a uma área de 1.041.462 km². Do total, as Reservas Particulares de Patrimônio Natural – RPPN totalizam 808 com uma área de 5540. As Áreas de Proteção Ambiental – APA são as unidades que mais possuem área 464008 km².

Tabela 2. Unidades de Conservação cadastradas no CNUC.

Tipo	ESFERA						TOTAL	
Categoria	Federal		Estadual		Municipal			
Proteção Integral	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)
Estação Ecológica	32	74.746	61	47.596	3	10	96	122.351
Monumento Natural	3	443	29	906	11	73	43	1.421
Parque Nacional / Estadual / Municipal	73	262.965	205	94.177	117	391	395	357.533
Refúgio de Vida Silvestre	7	2.017	30	1.783	3	66	40	3.867
Reserva Biológica	31	42.628	23	13.447	8	51	62	56.126
Total Proteção Integral	146	382.799	348	157.907	142	590	636	541.296
Uso Sustentável	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)
Floresta Nacional / Estadual / Municipal	67	178.223	39	135.908	0	0	106	314.130
Reserva Extrativista	62	124.714	28	19.896	0	0	90	144.610
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	2	1.026	30	110.950	5	176	37	112.153
Reserva de Fauna	0	0	0	0	0	0	0	0
Área de Proteção Ambiental	33	101.669	188	336.360	81	25.980	302	464.008
Área de Relevante Interesse Ecológico	16	431	25	451	9	138	50	1.020

RPPN	634	4.831	173	709	1	0	808	5.540
Total de Uso Sustentável	814	410.893	483	604.274	96	26.294	1393	1.041.462
TOTAL GERAL	960	793.692	831	762.182	238	26.884	2029	1.582.758

Fonte: Adaptado de CNUC - Atualizado em 09/08/2016.

Total das UC nos Biomas

Os últimos dados disponíveis pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação de 09 de agosto de 2016 (Tabela 3), mostram que as Unidades de Conservação ocupam nos Biomas uma área de aproximadamente 27,3% na Amazônia, 7,6% na Caatinga, 8,3% no Cerrado, 9,2 % na Mata Atlântica, 2,7% nos Pampas e 4,6% no Pantanal.

A figura 1 ilustra a espacialização das Unidades de Conservação nos Biomas. Observa-se um adensamento de Unidades de Conservação na Amazônia e uma dissipação nos diferentes biomas.

Tabela 3. Áreas e percentuais das Unidades de Conservação nos biomas.

Bioma	Amazônia		Caatinga		Cerrado		Mata Atlântica		Pampa		Pantanal	
Área de UC	Área (Km²)	%	Área (Km²)	%	Área (Km²)	%	Área (Km²)	%	Área (Km²)	%	Área (Km²)	%
Tipo de UC												
Proteção Integral (PI)	413.644	9,9	9.886	1,2	59.790	2,9	21.565	1,9	602	0,3	4.403	2,9
Uso Sustentável (US)	718.549	17,1	52.873	6,4	105.512	5,2	73.953	6,6	4.206	2,4	2.488	1,6
Sobreposição PI e US	13.746	0,3	163	0,0	3.140	0,2	6.739	0,6	26	0,0	0	0,0
Total de UC no bioma	1.145.939	27,3	62.922	7,6	168.442	8,3	102.258	9,2	4.835	2,7	6.891	4,6

Fonte: Adaptado de CNUC - Atualizado em 09/08/2016.

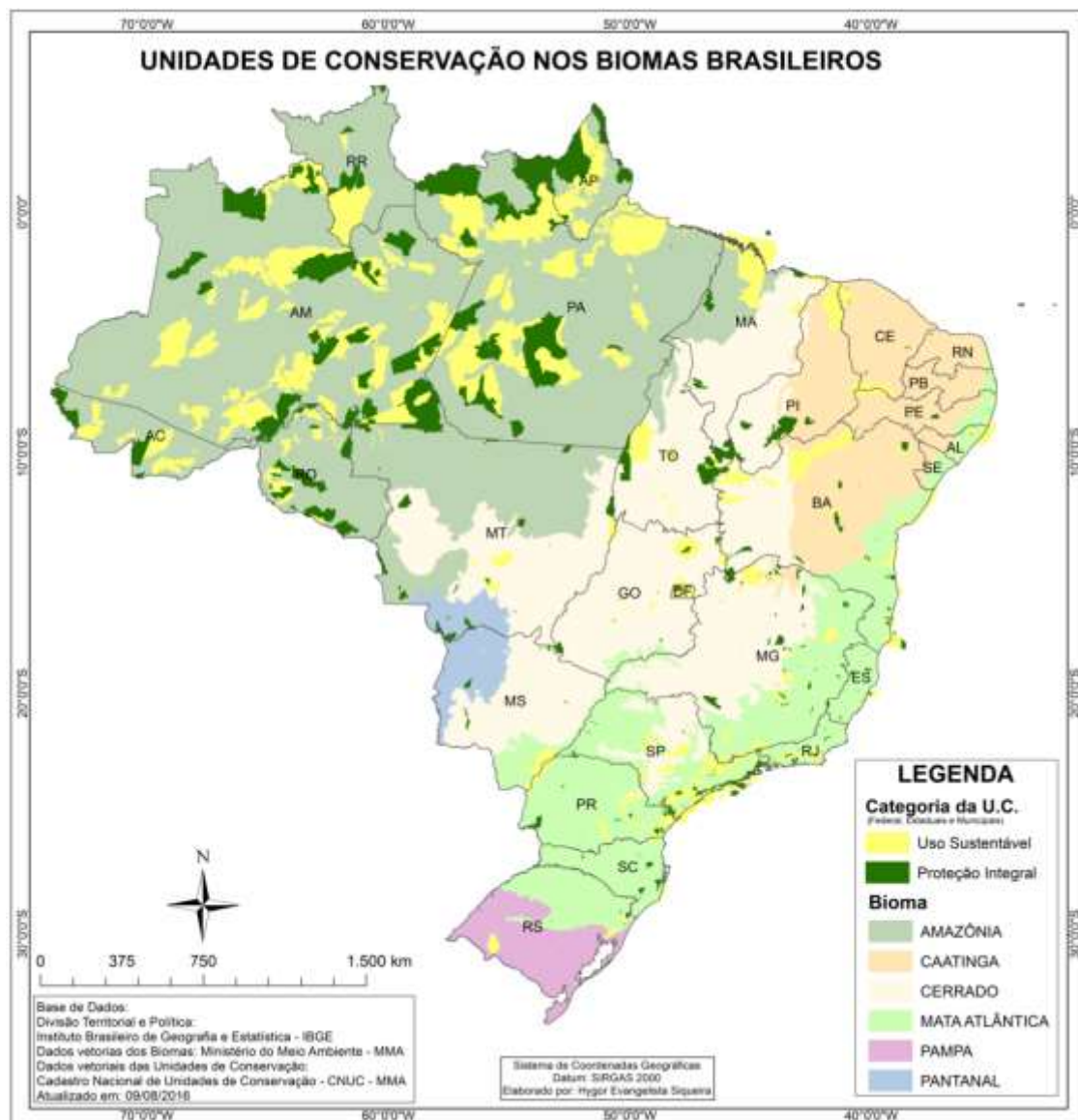


Figura 2. Distribuição espacial das U.C. nos Biomas Brasileiros.

Fonte: CNUC (Dados atualizados em 09/08/2016)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do Sistema de Informação Geográfica permitiu a espacialização dos arquivos vetoriais das Unidades de Conservação disponibilizadas pelo Cadastro Nacional das Unidades de Conservação - CNUC de forma rápida. Tal espacialização auxilia na compreensão da dimensão espacial das unidades nos diferentes Biomas brasileiros.

Os últimos dados disponíveis pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação de 09 de agosto de 2016, mostram que as UC ocupam aproximadamente 27,3% na Amazônia, 7,6% na Caatinga, 8,3% no Cerrado, 9,2 % na Mata Atlântica, 2,7% nos Pampas e 4,6% no Pantanal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto no 1.354, de 29 de dezembro de 1994. Institui, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, o Programa Nacional da Diversidade Biológica, e dá outras providências.

_____. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

Cadastro Nacional de Unidades de Conservação –CNUC. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areasprotegidas/cadastro-nacional-de-ucs> . Acesso em 16 de maio de 2017.

Silva, M. K. A., Rosa, R. Cobertura vegetal natural e uso antrópico nas UPGRH's e bacias hidrográficas federais do bioma Cerrado – MG. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 19 (1): 169-183, jun. 2007.

Tonello, K.C. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005.

6.15 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS E A ECONOMIA VERDE

Autor 1 - Fábio Navarro Manfredin, Advogado, Doutorando da Pós Graduação em Ciências Ambientais - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho, ICTS Sorocaba – SP. E-mail: fabio.manfredini@terra.com.br;

Autor 2 – Manuel Enrique Gamero Guandique, Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Engenharia Ambiental - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho, ICTS Sorocaba – SP. E-mail: enrique@sorocaba.unesp.br;

Autor 3 - César de Oliveira Ferreira Silva, Graduando - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", ICTS Sorocaba – São Paulo – Brasil. E-mail: cesaroliveira.f.silva@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho é a análise dos programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) em face do conceito de Economia Verde, através de uma abordagem sistêmica de estudos teóricos e práticos que perfazem o conhecimento sobre o assunto. O atual modelo de crescimento econômico é social, ambiental e economicamente insustentável. Trazendo a tona à necessidade da comunidade internacional de se comprometer em uma transição para uma economia verde, a fim de garantir um futuro sustentável e desejável que promova a equidade social, a erradicação da pobreza, a proteção ambiental e o bem-estar humano. Este foco tem sido complementado pela valorização crescente da biodiversidade, dos serviços ambientais e do valor econômico da natureza. Nesse contexto, o conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) surgiu como um mecanismo potencial para proporcionar a conservação dos ecossistemas e a melhoria dos meios de subsistência ambiental dos prestadores de serviços e dos consumidores.

Palavras-Chave: Valoração Econômica Ambiental; Bacias Hidrográficas; Serviços Ecossistêmicos.

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the programs of Payments for Environmental Services (PES) in the face of the concept of Green Economy, through a systemic approach of theoretical and practical studies that make up the knowledge about the subject. The current model of economic growth is socially, environmentally and economically unsustainable. Bringing in the forefront of the international community's need to commit to a transition to a green economy in order to ensure a sustainable and desirable future that promotes social equity, poverty eradication, environmental protection and human well-being. This focus has been complemented by the increasing appreciation of biodiversity, environmental services and the economic value of nature. In this context, the concept of Payment for Environmental Services (PES) has emerged as a potential mechanism for providing ecosystem conservation and improving the environmental livelihoods of service providers and consumers.

Keywords: Environmental Economica Evaluation; Watersheds; Ecosystems Services.

INTRODUÇÃO

A degradação dos ecossistemas e o esgotamento dos recursos naturais ocorreram para suprir às necessidades da sociedade contemporânea. Esse cenário trouxe a necessidade de compreender as inter-relações entre o meio ambiente

natural e a economia, com o objetivo de evitar a perda das oportunidades econômicas intrínsecas (RASMUSSEN, 2011).

Hawken et al. (1999) afirma que o capitalismo natural não tem a finalidade de ocasionar revoluções sociais, em sua visão, elas serão uma consequência se os problemas sociais e ambientais fundamentais não forem afrontados com responsabilidade. O desenvolvimento econômico não atende as necessidades humanas se não respeitar a capacidade de renovação e os limites da natureza

Os sistemas econômico e ecológico interagem entre si, a convivência harmoniosa entre eles é de extrema importância para a sobrevivência da humanidade e se caracterizam por não serem excludentes. Não sendo concebível fazer uma escolha entre desenvolvimento econômico ou meio ambiente saudável (RIBEIRO, 2005).

A economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza foi um dos dois temas analisados na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro em junho 2012 (ou Rio + 20). Os governos acordaram em enquadrar a economia verde como uma ferramenta importante para o desenvolvimento sustentável, que seja inclusivo e impulse o crescimento econômico, emprego e erradicação da pobreza, concomitantemente com a manutenção do bom funcionamento dos ecossistemas terrestres (ONU, 2012).

Wunder (2005) define o PSA como uma transação voluntária em que um serviço ambiental bem definido ou uma terra susceptível para desenvolver o Serviço Ambiental (SA) é adquirido por um comprador de serviços a partir de um prestador de serviços se, e somente se, o provedor do serviço assegurar a prestação de serviços.

De acordo com Fasiaben (2009), os mecanismos de PSA se caracterizam como um sistema de compensação aos fornecedores de um serviço ambiental por parte dos usuários desse serviço, auxiliando na conservação ambiental e contribuindo para o desenvolvimento econômico através da geração de renda aos seus beneficiários.

A terminologia de SA contempla para Cunha et al. (2011, p.19) "os serviços proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem." Os SA foram definidos pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio como os benefícios recebidos pela população pela existência de ecossistemas (BERNARDES, SOUZA JUNIOR, 2010).

A transição para uma economia verde reduzirá as pressões de atividades econômicas sobre a biodiversidade e os ecossistemas, pela prestação de serviços ambientais e fornecimento de recursos naturais. Segundo Brink et al. (2012) o capital natural está integrado com outras espécies de capital e é um elemento chave para vários setores da economia.

Brink et al. (2012) consideram que a transição para uma economia verde requer mudanças nas abordagens existentes nos governos, nas instituições e nos mercados. Esta transição será diferente para cada país dependendo, entre outras coisas, dos produtos nacionais de um país, do capital natural e das prioridades socioeconômicas.

Contudo, os países em desenvolvimento devem realizar a transição para uma economia verde de acordo com os seus objetivos de desenvolvimento, suas circunstâncias e suas limitações. Em contrapartida, as nações desenvolvidas deverão: capacitar e habilitar os países em desenvolvimento; criar um mercado

internacional e uma infraestrutura jurídica para uma a economia verde (PNUMA, 2011).

MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração deste trabalho foi realizada através de levantamentos bibliográficos em publicações científicas, livros, textos de requisitos legais, teses, dissertações e em outros documentos pertinentes ao tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2008, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou a iniciativa Green Economy (Economia Verde), para direcionar a economia para investimentos em tecnologias ambientais e infraestrutura natural (ONU, 2012).

A economia verde é definida pelo PNUMA (2011) como uma economia que tem como resultado uma melhor qualidade de vida para a humanidade, baseada na igualdade social, e que minimiza substancialmente os impactos ambientais e perda de biodiversidade. Portanto, é uma economia que deve possuir uma baixa emissão de carbono, ser eficiente no uso dos recursos naturais e praticar a inclusão social, conforme verificado na figura 01.

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) também está incluído como um instrumento econômico pertencente às 20 políticas complementares que englobam a economia verde. As subcategorias foram identificadas através da revisão de publicações sobre a economia verde. O PSA é um dos instrumentos elencados pela ONU (2012) para fomentar a transição para economias mais verdes por ser considerado como um investimento em capital natural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo bibliográfico desenvolvido demonstra que o PSA é um instrumento econômico contemplado pela economia verde.

Ressalta-se que na maioria dos programas implementados não existem premissas que incidam diretamente sobre o aspecto social em conformidade com as diretrizes básicas inerentes à economia verde.

No caso dos programas de PSA desenvolvidos no Brasil, o objetivo principal é a proteção hídrica do Brasil através de projetos que visem à redução da erosão e do assoreamento dos mananciais no meio rural. Apesar dos benefícios à comunidade proporcionados pela conservação dos SA, o programa não contempla diretamente a questão social.

A inclusão social nos programas de PSA pode ser fomentada através de práticas que possibilitem a interação da comunidade local com as atividades desenvolvidas durante o projeto de PSA. Por exemplo: a) contratação de moradores da região para trabalhar em todas as fases da implantação de um PSA; b) aquisição de suprimentos nos comércios locais; d) obtenção de mudas em viveiros locais.

Outra ação seria a realização de reuniões com a comunidade, para entender as necessidades locais e, se possível, relacioná-las com o projeto de PSA.

Contudo, conforme relatado por diversos autores, o PSA é um instrumento econômico que faz parte das estratégias da comunidade internacional para a transição para uma economia verde.

REFERÊNCIAS

BERNARDES C, SOUSA JÚNIOR, WC. Pagamento por Serviços Ambientais: experiências brasileiras relacionadas à água. In: V Encontro Nacional da ANPPAS, 2010, Florianópolis. v. 1, não paginado, 2010.

BRINK P, MAZZA L, BADURA T, KETTUNEN M, WITHANA S. Nature and its Role in the Transition to a Green Economy. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, 59 p., 2012.

CUNHA AA, FREITAS A, VEIGA F, PREM I, GAVALDÃO M, MAY PH, SEEHUSEN SE. Pagamento por SA na Mata Atlântica. Lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 272 p., 2011.

FASIABEN MC, ANDRADE C, REYDON BP, GARCIA JR, ROMEIRO AR. Estimativa de aporte de recursos para um sistema de Pagamento por SA na floresta amazônica brasileira. Ambiente & Sociedade, v. XII, n. 2, p. 405-414, Campinas, 2009.

HAWKEN P, LOVINS A, LOVINS LH. Capitalismo Natural: Criando a próxima Revolução Industrial. São Paulo, Editora Pensamento-Cultrix Ltda, 1999. 358 p.
ONU. Payments for Ecosystem Services and Food Security. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011. 282 p.

ONU. A Guidebook to the Green Economy, Issue 3: Exploring green economy policies and international experience with national strategies. Division for Sustainable Development, New York, 2012.

PNUMA. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão. 2011, Disponível em: www.unep.org/greeneconomy. Acesso: 01/12/2014.

WUNDER S. Payments for environmental services: Some nuts and bolts. Bogor: CIFOR, 2005, p.24.

RASMUSSEN E. Putting a value on nature could set scene for true green economy. The Guardian, London, 2011. Disponível em: <http://www.guardian.co.uk/commentisfree/cif-green/2010/feb/10/pavan-sukhdev-natures-economic-model/print>. Acesso em: 17/03/2013.

RIBEIRO MS. Contabilidade Ambiental. São Paulo, Editora Saraiva, 2005. 220 p.

6.16 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA CASA DA NATUREZA

Jader de Andrade Bartolomeu¹; Larissa Ambrósio de Andrade¹; Mirian Papin Roedas¹; Tiago Moreira¹; Valdemir Antônio Rodrigues²

¹ Estudantes do 5º ano de Engenharia Florestal. FCA – UNESP – Botucatu – SP. Email: biojader@gmail.com ² Professor Adjunto do Departamento de Ciência Florestal - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP, valdemirrodriques@fca.unesp.br

RESUMO

A percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender as inter-relações entre o Homem e o ambiente, suas expectativas, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas. Cada indivíduo percebe e reage diferentemente frente às ações sobre o meio. As respostas ou manifestações são resultados das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada um. Estas manifestações afetam nossa conduta, muitas vezes, inconscientemente. GADOTTI (2006) descreve o aprendizado como muito mais que compreender e conceitualizar, é querer, compartilhar, dar sentido, interpretar, expressar e viver. Portanto, a Educação Ambiental proporciona ao aluno, realizar ações orientadas de práticas pedagógicas, que implicará mudanças em sua realidade local e global de forma contextualizada. Assim torna-se necessário percebermos o meio ambiente que estamos inseridos, para assim aprender a protegê-lo da melhor forma. Esta percepção ambiental deve ser praticada, e adaptada para as diferentes realidades. Neste sentido, o projeto Trilha (Casa da Natureza), que é desenvolvido no Campus da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, é uma opção para desenvolver a educação ambiental e a percepção ambiental, promovendo o intercâmbio socioambiental visando à promoção do desenvolvimento humano com mudanças de paradigmas através da conscientização e ações diretas na natureza, plantando as sementes da educação ambiental na trilha, com crianças, jovens e professores, e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da comunidade, do meio ambiente e, da educação não formal, diferente, na trilha ecológica do Lageado. O projeto promove um intercâmbio social, ecológico e educacional com os professores e estudantes da rede pública, levando uma proposta transversal de educação ambiental na trilha, com sensibilização e conscientização ambiental. Esta proposta é aberta, gratuita e voluntária a toda a comunidade do entorno e da região de Botucatu – SP.

Palavras-chave: trilha, sustentabilidade, qualidade de vida, percepção ambiental.

ABSTRACT

Environmental perception is of fundamental importance for us to understand the interrelationships between man and the environment, their expectations, satisfactions and dissatisfactions, judgments and behaviors. Each individual perceives and reacts differently to actions on the environment. Responses or manifestations are results of perceptions, cognitive processes, judgments, and expectations of each. These manifestations affect our conduct, often, unconsciously. GADOTTI (2006) describes learning as much more than understanding and conceptualizing, it is wanting, sharing, giving meaning, interpreting, expressing and living. Therefore, Environmental Education provides the student to perform guided actions of pedagogical practices that will imply changes in their reality Local and global in a contextualized way. Thus it becomes necessary to perceive the environment that we

are inserted, in order to learn to protect it in the best way. This environmental perception must be practiced, and adapted to the different realities. In this sense, the project Trilha (House of Nature), which is developed in the Campus of the Faculty of Agronomic Sciences of UNESP of Botucatu, is an option to develop environmental education and environmental perception, promoting social and environmental exchange aiming at the promotion of human development. With paradigm shifts through awareness and direct actions in nature, planting the seeds of environmental education on the trail, with children, youth and teachers, and contributing to the improvement of the quality of life of the community, the environment and non-formal education, Different, in the ecological trail of Lageado. The project promotes a social, ecological and educational exchange with teachers and students of the public network, taking a transversal proposal of environmental education on the trail, with awareness and environmental awareness. This proposal is open, free and voluntary to the entire community in the surroundings and the region of Botucatu - SP.

Key words: track, sustainability, quality of life, environmental perception

INTRODUÇÃO

A percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender as inter-relações entre o Homem e o ambiente, suas expectativas, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas. Cada indivíduo percebe e reage diferentemente frente às ações sobre o meio. As respostas ou manifestações são resultados das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada um. Estas manifestações afetam nossa conduta, muitas vezes, inconscientemente. GADOTTI (2006) descreve o aprendizado como muito mais que compreender e conceitualizar, é querer, compartilhar, dar sentido, interpretar, expressar e viver. Portanto, a Educação Ambiental proporciona ao aluno, realizar ações orientadas de práticas pedagógicas, que implicará mudanças em sua realidade local e global de forma contextualizada. Assim torna-se necessário percebermos o meio ambiente que estamos inseridos, para assim aprender a protegê-lo da melhor forma. Esta percepção ambiental deve ser praticada, e adaptada para as diferentes realidades. Neste sentido, o projeto Trilha (Casa da Natureza), que é desenvolvido no Campus da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, é uma opção para desenvolver a educação ambiental e a percepção ambiental, promovendo o intercâmbio socioambiental visando à promoção do desenvolvimento humano com mudanças de paradigmas através da conscientização e ações diretas na natureza, plantando as sementes da educação ambiental na trilha, com crianças, jovens e professores, e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da comunidade, do meio ambiente e, da educação não formal, diferente, na trilha ecológica do Lageado. O projeto promove um intercâmbio social, ecológico e educacional com os professores e estudantes da rede pública, levando uma proposta transversal de educação ambiental na trilha, com sensibilização e conscientização ambiental. Esta proposta é aberta, gratuita e voluntária a toda a comunidade do entorno e da região de Botucatu – SP.

OBJETIVOS

Desenvolver técnicas pedagógicas que despertem o interesse e a criatividade do aluno na Trilha; Sensibilização ambiental dos alunos de ensino fundamental e médio; Melhorar a qualidade de vida da comunidade através da mudança de cenários com jardins coloridos, sensitivos e, trilhas; Contribuir para formação dos alunos do curso de Engenharia Florestal.

MATERIAS E MÉTODOS

O projeto é desenvolvido por alunos do primeiro ano do curso de Engenharia Florestal da Unesp, através de visitas a trilha ecológica, utilizando uma linguagem apropriada, de acordo com a idade dos participantes. No caso de crianças de ensino fundamental, utilizamos os 5 sentidos: visão, audição, paladar, tato e olfato para o despertar da sensibilização, observação, reflexão, raciocínio e criatividade nas questões ambientais, água, nascentes, biodiversidade, sustentabilidade, lixo e reciclagem, para alunos de ensino médio discutimos questões relacionadas a ecologia e discutimos todas as inter-relações que ocorrem nesse ambiente. Além disso, na casa da natureza são oferecidas palestras, conversas e os participantes tem a possibilidade de conhecer a fauna e flora local, através da apresentação de animais taxidermizados e sementes.

RESULTADOS

É notório que as crianças, jovens e adultos, que passam pelo projeto tomam consciência frente aos problemas ambientais. Essa sensibilização na trilha ecológica, sobre conservação de água, proteção de nascentes, conservação da biodiversidade, separação e reciclagem do lixo, são fundamentais no desenvolvimento sustentável. E nesse caso do projeto, contribui para que a sociedade seja estimulada a participar destas mudanças. As pessoas são chamadas para repensar, reprojeter e reestruturar seus valores, e com o envolvimento de todos, contribuímos com futuro do planeta. Não mais serão dadas soluções prontas, mas sim, instrumentos para que cada um faça a sua parte.

Durante estes 20 anos os monitores do programa executam suas atividades com altruísmo e dedicação e amor a causa ambiental, levando consciência, ao próximo, enfatizando que as Fábricas de Água e de Oxigênio estão presentes na natureza, e, dependem de sua preservação. Graças a este altruísmo por aqui já passaram mais de 80.000 pessoas, em sua maioria crianças e jovens alunos do ensino fundamental.

CONCLUSÕES

As técnicas pedagógicas alternativas de sensibilização despertam o interesse, reflexão e criatividade dos alunos.

O passeio na trilha em contato com a natureza, nascentes, fauna e cachoeiras na floresta, é uma forma diferente de promover a cidadania.

Há desenvolvimento do SER humano, e desenvolvimento de valores que contribuirão para o futuro da humanidade.

REFERÊNCIAS

GADOTTI, M. Pedagogia da terra. 6ª Ed. São Paulo: Editora Peirópolis, 2006. p. 217

6.17 CASA DA NATUREZA: 20 ANOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA TRILHA

Valdemir Antonio Rodrigues¹, Barbara Conti Rua², Bruna Caroline de Oliveira², Felipe Soares Cavalcante², Fernanda Dantas Ferreira², Isabela Volpato Teixeira², Júlia Passoni Gusmão², Larissa de C. Porto Lopes², Natalia Fogaça Lima², Reinaldo de Souza Neto², Sabrina Brasil Freitas², Stephanie Fernandes Rocha², Vitória Martins de Oliveira².

¹ Professor Adjunto do Departamento de Ciência Florestal - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu – São Paulo - Brasil. Coordenador da Casa da Natureza. Email: valdemirrodriques@fca.unesp.br

² Estudantes do Curso de Engenharia Florestal, monitores do Projeto Trilha na Casa da Natureza Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA – UNESP), Campus de Botucatu – SP - Brasil.

RESUMO

A escola proporciona a educação fundamental e a extensão universitária colabora no processo de formação da cidadania com visão sustentável e transformadora da sociedade. O foco da educação ambiental é uma consciência crítica sobre a degradação ambiental e melhoria na qualidade de vida e social. O projeto de educação ambiental na trilha implantado em 24 de abril de 1998 no Campus do Lageado FCA/UNESP, facilita o intercâmbio entre a escola e a universidade e atua com os alunos em contato direto com a natureza. A finalidade é o reencontro do homem com a natureza e a integração da comunidade acadêmica de todos os níveis com o meio ambiente. Objetivos: a) promover a conscientização ambiental através dos 5 sentidos durante a caminhada na trilha e temas ambientais; B) promover palestras aos alunos sobre: lixo, a importância e racionalização da água e energia, como forma de economizar recursos financeiros e naturais; c) promover a extensão universitária entre o estudantes universitários e alunos do ensino fundamental e médio com dinâmicas e filmes na Casa da Natureza, implantar o bosques da biodiversidade e selecionar árvores para pesquisa e redação. Os visitantes utilizam os dois Laboratórios de Educação Ambiental: a trilha e a casa da natureza. Processo de conscientização ambiental através dos cinco 5 sentidos durante a caminhada na trilha com temas ambientais: floresta, fauna, revitalização de nascentes, rios e mata ciliar. Os resultados de 20 anos de trabalho desde 1998 a 2017; com 80.000 visitantes estudantes, professores, comunidade da 3ª idade, Rotarianos e visitantes; conscientização ambiental com a vivência dos estudantes e professores na trilha e a visão holística de preservação da natureza; desenvolver o raciocínio dos alunos com os temas ambientais abordados na trilha e na Casa da Natureza e a redação ecológica em salas de aulas; a conscientização sobre a racionalização de água e energia em suas residências, a sensibilização sobre a reciclagem do lixo; O incentivo ao plantio de árvores para enriquecer as paisagens da sua casa com árvores e flores como forma de preservar o meio ambiente, promover a vida e colaborar no desenvolvimento sustentável, e atenuação dos efeitos do aquecimento local.

Palavras chave: estudantes, conscientização, trilha na floresta, casa da natureza, conscientização, sustentabilidade.

ABSTRACT

The school provides the basic education and the university extension collaborates in the process of development of the citizenship transforming society's sustainable vision. The focus of environmental education is a critical awareness about environmental degradation and improvement in quality of life and social welfare. The environmental education "Na Trilha" project (On the Trail) was implemented on April 24, 1998 at the FCA / UNESP Lageado Campus to enable the exchange between the school and the university and put students in direct contact with nature. The purpose is the reunion of man with nature and the integration of the academic community at all levels with the environment. Objectives: a) to promote environmental awareness utilizing the 5 senses and environmental themes during the walk through the trail; b) to promote lectures to students about trash disposal, the importance and the rationalization of water and energy, as a way to save financial and natural resources; c) to promote university extension among university students and elementary and middle school students through group dynamics and movies in the House of Nature, the implantation of biodiversity forests and the selection of trees for research and writing essays. Visitors use the two Environmental Education Laboratories: the trail and the house of nature. Environmental awareness process exploring the five senses during the walk in the trail with environmental themes: forest, fauna, revitalization of springs, rivers and ciliary forest. The results of 20 years of work from 1998 to 2017; With 80,000 student visitors, teachers, senior citizens, Rotarians and visitors; Environmental awareness with the students 'and teachers' experience on the trail and the holistic vision of nature preservation; To develop students' reasoning with the environmental themes covered in the trail and in the House of Nature and writing about ecological themes; Awareness of the rationalization of water and energy at their homes, awareness of waste recycling; Encourage the planting of trees to enrich the landscapes of their homes with trees and flowers as a way to preserve the environment, promote life and collaborate with the sustainable development, and mitigate the effects of local warming.

Key-words: students, awareness, trail in the forest, house of nature, awareness, sustainability.

INTRODUÇÃO

A Casa da Natureza e a Trilha são laboratórios de educação ambiental, foram idealizados e implantados em 24 de abril de 1998 na Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP, fazenda Lageado, Campus de Botucatu - São Paulo -Brasil. A finalidade é oportunizar estágios aos universitários, vivência e discussão de temas ambientais nas trilhas com alunos da rede pública em contato direto com a natureza. O programa de extensão universitária com apoio da FCA - PROEX integra a comunidade acadêmica de todos os níveis ao meio ambiente. Em 2011, a Pró-Reitoria de Extensão (Proex), num processo de internacionalização da extensão universitária, promoveu o "Projeto Trilha" com destaque internacional da extensão. O grupo de educação ambiental (GEA) acredita, com entusiasmo, que os programas

desenvolvidos nas escolas e vivenciados na Casa da Natureza, na Trilha e na Praça Sustentável são ferramentas indispensáveis para a conscientização ambiental da sociedade.



Figura 1. Visitantes estudantes monitores e professores na Casa da Natureza

Objetivos do Projeto

- Proporcionar aos visitantes o reencontro com a natureza, com lazer e conscientização ambiental sobre a importância das nascentes, água, ar puro, preservação da fauna e das florestas.
- Incentivar os professores e estudantes de ensino fundamental, médio e universitário à participação efetiva num passeio ecológico na Trilha e nos projetos de conscientização ambiental na Casa da Natureza.
- Oferecer cursos de educação ambiental e ecoturismo à comunidade em geral, professores e estudantes universitários.
- Estimular o desenvolvimento da observação, reflexão, raciocínio e redação de textos e poesias, com cidadania, através dos cinco sentidos vivenciados durante a caminhada na Trilha.

PROJECT ENVIROMENTAL EDUCATION PROGRAM: “Uma proposta proativa, auto-sustentável e transversal da educação ambiental no meio acadêmico. O projeto Trilha e a Casa da Natureza integram a comunidade acadêmica de todos os níveis ao Meio Ambiente. A Casa da Natureza e o passeio ecológico na Trilha são elos importantes entre a comunidade universitária e a sociedade, tornando-se laboratórios alternativos e interativos disponíveis para um melhor conhecimento e interpretação dos ecossistemas e sobre a temática ambiental. Os monitores participam de um processo contínuo de formação acadêmica, como atividades complementares na formação do Engenheiro Florestal, Agrônomo, Biólogo, entre outras áreas afins”.

O programa de educação ambiental na trilha da FCA é referência em extensão universitária e referência na Internacionalização da Extensão pela Proex – UNESP. A Casa da Natureza é a realização de um sonho do coração, uma construção rústica de madeira, que parece um cantinho do céu reservado na natureza para os homens aqui na Terra.

A casa é um abrigo de todos representativos da natureza onde devem estar presentes mostruários dos seus elementos para que o homem possa ver e interagir

com as diferentes formas e tipos de representação e sentir-se integrado à natureza. Consciente, poderá refletir sobre sua importância para a manutenção da vida na face da terra.

São finalidades deste ambiente exibir filmes de educação ambiental para os visitantes; fazer e mostrar fragmentos de rochas, sementário, insetário, herbário, figuras, fotografias, pinturas, animais, frutos e sementes de espécies florestais; sediar reuniões de monitores para discutirem as atividades do programa e temáticas ambientais, pirografia das placas temáticas e nomes das árvores; exibir formigueiro vivo, enxame de abelhas jataí, ninhos de curruíras e andorinhas, aquários com peixes; mostrar e discutir a questão da separação e reciclagem do lixo, a poluição da água e a importância das matas ciliares, a poluição atmosférica, o efeito estufa e a camada de ozônio; enfeitar, arrumar, plantar e irrigar o jardim da Casa da Natureza. Portanto, as escolas e universidades estão convidadas a visitá-la. O programa de educação ambiental proporciona uma integração acadêmica dos estudantes de Agronomia e Engenharia Florestal ao meio ambiente e estão disponíveis para a sociedade todas as quartas-feiras, há 20 anos.

As bases físicas do programa de educação ambiental são a Trilha, a Casa da Natureza (Figura 2) e a Praça Sustentável, ferramentas indispensáveis no processo interdisciplinar de conscientização. O público alvo: alunos e professores das escolas de Botucatu-SP.



Figura 2. Monitores da Trilha: ano 2001 e ano 2017.

Participação de alunos

O envolvimento com as questões ambientais na Casa da Natureza e participação direta na Trilha proporciona aos estudantes de graduação e pós-graduação uma vivência crítica dos problemas ambientais, tais como: a poluição da água dos rios, o lixo, a reciclagem, a destruição das florestas, os incêndios, o aquecimento do planeta, a economia verde e a sustentabilidade ambiental.

O contato direto com a natureza é a principal ferramenta da educação ambiental. Tem início na casa da natureza com acolhimento, incentivo e informações gerais sobre meio ambiente e, em seguida são realizadas as caminhadas na trilha sob floresta, rios, pássaros, animais, em contato com o laboratório vivo à natureza.



Figura 3. Princípios básicos da educação ambiental

A primeira semente é a sensibilização das crianças em contato com a diversidade natural. A segunda semente é a recreação e descontração das crianças eufóricas pelo passeio em meio a exuberância da floresta. A terceira semente é a observação com início a reflexão sobre os processos naturais como fotossíntese, polinização das flores, insetos sociais entre outros.

A quarta semente é a criatividade diante da diversidade natural com início das conexões com a interdisciplinaridade e seus links com as diferentes disciplinas das ciências naturais. A quinta semente é a assimilação com sensibilização e conscientização ambiental da importância de preservação da natureza. Todos esses processos ocorrem durante a caminhada na trilha e em áreas naturais em contato direto com a natureza.



Figura 4. Teoria dos cinco sentidos junto as árvores

A utilização dos 5 sentidos é mais uma das ferramentas utilizadas no processo interativo de educação ambiental, onde o monitor ou guia, vai relacionando cada sentido com o que acontece lá no meio da floresta. 1º você ouve a voz da natureza (audição), visão, olfato, paladar e tato.

Nível de exequibilidade

O projeto é exequível há 16 anos, pois com apenas uma ou duas bolsas e pouquíssimo apoio financeiro, os estudantes conseguem desenvolver sua programação todas as quartas-feiras ao longo do ano, devido ao altruísmo, voluntariado e incentivo do coordenador.

Visibilidade para a universidade

A própria Casa da Natureza, as filmagens na Trilha por várias emissoras de televisão e a distribuição de folders aos alunos e professores proporcionam uma divulgação positiva da nossa Faculdade e da UNESP.

Indicadores de impacto

O ambiente da Casa da Natureza e da Trilha “são laboratórios de educação ambiental”, estes abrem as portas para a participação da comunidade universitária, numa integração com os alunos de ensino fundamental e médio, com reflexos positivos no desenvolvimento da educação e cidadania. Portanto, há uma democratização do conhecimento tanto para os professores quanto para os alunos envolvidos neste processo de ensino-aprendizagem de forma prática e em plena integração com a floresta. Esta aula não formal na trilha ecológica é essencial para desenvolverem a sensibilização, a observação, a reflexão e o raciocínio de maneira geral e, principalmente, a conscientização ambiental, que é objetivo principal do projeto Trilha.

Impacto interno - no âmbito da Universidade

Os alunos monitores do projeto Trilha, durante a Semana de Estudos de Estudos Acadêmicos (SEAB), realizaram o 1º, 2º, 3º e 4º curso de educação ambiental para os estudantes e professores da FCA e FMVZ. A coordenação e os monitores apresentaram trabalhos em todos os congressos de extensão universitária da Proex – UNESP.

Impacto externo - fora do âmbito da Universidade

Na realização do 4º curso de educação ambiental na Trilha, a Casa da Natureza recebeu uma comitiva de 80 professores, coordenadores pedagógicos e diretores de escolas de 13 municípios da Região de São José do Rio Preto. Estes professores vieram conhecer a Trilha Ecológica do Lageado, a Praça Sustentável e a Casa da Natureza, com a finalidade de implantarem réplicas do programa em suas respectivas cidades. Portanto, os objetivos e resultados foram plenamente alcançados.

Articulação com Ensino e Pesquisa

O entendimento dos conceitos temáticos debatidos na Rio+20, fundamentais nas atividades de ensino, tais como aquecimento do planeta, economia verde e sustentabilidade ambiental, são discutidos e apresentados aqui na Trilha, e abrem um leque de ideias para as pesquisas neste projeto de extensão, que sem dúvida complementa o aprendizado dos estudantes universitários.

Importância na formação do aluno

A conscientização ambiental dos estudantes vivenciada na Trilha proporciona uma formação ambiental com reflexos positivos em toda a sua vida profissional e fundamental na aplicação destes conhecimentos na sociedade onde eles estão atuando. Um exemplo extraordinário: uma monitora do nosso projeto Trilha, Natália Sampaio dos Santos, vivenciou os processos ambientais durante dois anos e hoje ela é engenheira florestal. Ela implantou uma réplica do projeto Trilha em uma fazenda particular, onde levamos a turma do 1º ano em 2012 para fazer uma visita. Foi muito interessante a oportunidade deste reencontro, quando aconteceu uma vivência ambiental incalculável. Portanto, sua formação na trilha da FCA / UNESP foi imprescindível em sua efetiva atuação profissional, possibilitando-lhe conhecimentos para um excelente trabalho social, ambiental e acima de tudo profissional.

Potencial para geração de produtos e processos

A publicação de artigos e participação em todos os congressos de extensão universitária da Proex, bem como participação em eventos técnico-científicos no Instituto Florestal de São Paulo, elaboração de folder no Dia Internacional da Água, Semana do Meio Ambiente e eventos culturais de extensão realizados por professores em colégios de ensino fundamental.

Mérito do projeto

Pensar globalmente e agir localmente: através das ações ambientais contribui de maneira significativa na inclusão social. Desde o início, em 1998, o projeto Trilha “recebe grupos de pessoas com necessidades especiais, de jovens usuários de drogas em recuperação, de idosos e agora, principalmente, as crianças”. O objetivo é disseminar a conscientização e educação ambiental em diversos segmentos, proporcionando um momento de interação com a natureza e, contribuindo na melhor formação da sociedade.



Figura 5. Caminhada com os alunos de educação ambiental

O projeto de extensão universitária apresenta no seu conjunto de atividades uma proposta proativa, auto-sustentável e transversal da educação ambiental, lúdica, educativa e científica no meio acadêmico. Os projetos Trilha, Casa da Natureza e Praça Sustentável integram a comunidade acadêmica de todos os níveis ao meio ambiente. A Casa da Natureza e o passeio ecológico na Trilha são elos importantes entre a comunidade universitária e a sociedade, tornando-se laboratórios alternativos e interativos disponíveis para um melhor conhecimento e interpretação dos ecossistemas e sobre a temática ambiental. O envolvimento dos monitores (bolsistas e voluntários) e professores proporciona um processo contínuo de formação acadêmica, como atividades complementares na formação do engenheiro florestal e do agrônomo. Estas ações sistematizadas já são realizadas há 16 anos consecutivos.

Coerência entre os objetivos e a fundamentação teórica

A fundamentação teórica sobre a importância da água é baseada na preservação das nascentes e matas ciliares, numa discussão sobre as “fábricas de água”, uma dívida da natureza que homem tem que cuidar para ter sustentabilidade da água para a humanidade; sobre as “fábricas de oxigênio”, uma dívida da floresta para o conforto térmico, oxigênio disponível, captura de carbono e amenização do aquecimento global; sobre a separação do lixo que tem início em suas casas (a criança tem que orientar os pais). Discute-se também a importância dos três Rs. O primeiro **"R" é o de Reduzir** a quantidade de lixo e o consumo de energia e água e racionalizar o consumo de tudo pensando em sustentabilidade. Exemplo: é proibido jogar comida fora, pois na alimentação está inserida uma cadeia de consumo até chegar ao prato. O segundo **"R" é o de Reutilizar** ou reaproveitar as garrafas pets de refrigerante como foi feito na Praça Sustentável com os potes de sorvetes, as sacolas plásticas, o jornal, entre outros. O terceiro **"R" é o de Reciclar** papel, vidro, plástico, lata, bandeja de isopor, óleo de cozinha, etc. Tudo isso para obter a sensibilização e conscientização ambiental dos estudantes dos colégios de ensino fundamental e médio, proporcionando maiores conhecimentos sobre a natureza, no

reencontro do homem com a natureza na educação ambiental na Trilha, utilizando os cinco sentidos de forma adequada na integração homem/natureza, visando uma melhor qualidade de vida aos visitantes da Trilha.



Figura 6. Certificados aos monitores pelo Rotary Club de Botucatu Bons Ares.

O Projeto Trilha promove o intercâmbio socioambiental visando à promoção do desenvolvimento humano com mudanças de paradigmas através da conscientização e ações diretas na natureza, plantando as sementes da educação ambiental, com crianças, jovens e professores, colhendo a melhoria da qualidade de vida da comunidade, do meio ambiente e da educação não formal, diferente, na Trilha Ecológica do Lageado.



Figura 7. Portal da trilha com alunos e monitores do projeto.

Objetivos do Projeto Trilha

- Proporcionar aos visitantes o reencontro com a natureza, com lazer e conscientização ambiental sobre a importância das nascentes, água, ar puro, preservação da fauna e das florestas.
- Incentivar os professores e estudantes de ensino fundamental e médio à participação efetiva no projeto Trilha com ações ambientais na Casa da Natureza.
- Oferecer cursos de educação ambiental e ecoturismo à comunidade em geral, professores e estudantes universitários.

- Estimular o desenvolvimento da observação, reflexão, raciocínio e redação de textos, com cidadania, através dos cinco sentidos vivenciados na Trilha.

Figura 3. Croqui da Trilha



Figura 8. Croqui da Trilha e Estudantes de Agronomia durante visita na trilha

A Importância Social, Ambiental e Educacional do Projeto

- Integrar a comunidade acadêmica de todos os níveis ao meio ambiente com espírito de preservação;
- Proporcionar aos estudantes universitários uma vivência com as temáticas ambientais, promover a extensão universitária contínua da FCA / Proex / UNESP em todas as regiões do Estado de São Paulo;
- Promover intercâmbios entre professores e estudantes do ensino fundamental, médio e universitário através da educação ambiental;
- Garantir um espaço adequado para as realizações da educação ambiental, aos alunos, professores, coordenadores pedagógicos, diretores de escolas, enfim, às secretarias da educação envolvidas com a UNESP.
- A trilha no interior da floresta na fazenda experimental Lageado, Campus da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, município de Botucatu – São Paulo – Brasil. Localizada entre as coordenadas geográficas: 22° 53' 09" latitude (S) e 48° 26' 42" de longitude (W) de Greenwich (Grw); altitude: 804 m.

As bases físicas do programa de educação ambiental são a Trilha, a Casa da Natureza e a Praça Sustentável, ferramentas indispensáveis no processo interdisciplinar de conscientização. O público alvo: alunos e professores das escolas de Botucatu-SP.

Processo interativo de aprendizagem

A metodologia é sintetizada em processos de interação com a natureza ao longo do passeio: filme ecológico, caminhada na trilha, Teoria dos Cinco Sentidos, Vegetação, Questionários e Redação. Este processo resgata as experiências vivenciadas na caminhada.

Processo interativo de aprendizagem: a metodologia é sintetizada em processos de interação com a natureza ao longo do passeio: filme ecológico, caminhada na trilha,

Teoria dos Cinco Sentidos, vegetação, questionários e redação. Este processo resgata as experiências vivenciadas na caminhada.



Figura 9. Pioneiros do Projeto Trilha em 1998.

Grupo: Marcelo Z. Hildebrand (Biguá), Maria Augusta M.P Godoy(Magu), e Prof.Valdemir A. Rodrigues ao centro, Gabriela V.Ferrari (Gabi), e Marcelo M. Paustein (Pinguela).

A trilha foi implantada no interior da floresta na Fazenda Lajeado – FCA - UNESP. A principal característica do local é a mistura de floresta natural, mata ciliar e floresta mista com eucalipto e árvores nativas que atualmente se encontram em avançado grau de regeneração, propiciando um ambiente com biodiversidade adequada para os visitantes. A trilha possui um percurso de aproximadamente 2.000 metros. Ao longo do caminho, eles passam por locais de relevância para a educação ambiental. Ao longo do percurso, nos locais mais apropriados, existem placas, painéis interpretativos, ambientes mágicos e as relações ambientais entre água e floresta.

Processo da caminhada na trilha interpretativa

A trilha é laboratório vivo fundamental na assimilação do conhecimento ambiental na prática de maneira não formal, interdisciplinar, sedimentando o aprendizado dos alunos. A característica da trilha é uma mistura de floresta mista com eucalipto, árvores nativas em regeneração e biodiversidade adequada. Percurso de 2.000 m e locais de relevância, com placas, painéis interpretativos, ambientes mágicos e relações ambientais entre água e floresta.

O processo de sensibilização ocorre na trilha, colocando os alunos numa interlocução com: a diversidade da vegetação, água, pássaros e bichos silvestres; visão interdisciplinar; conceitos de ecologia, ambientes mágicos: pássaros, árvores, animais; curiosidades na natureza; águas correntes e a brisa inquietante e liberdade do visitante.

Processo de arborização das escolas

As atividades nas escolas: a) distribuir folders com os objetivos; b) palestras de conscientização: água e floresta; c) mensagem ambiental para as famílias; d) plantio de árvore com os alunos, e) ideias de redação com temas: separação do lixo, preservação da natureza e água. A avaliação feita pelos universitários.

Processo dos cinco sentidos na trilha

AUDIÇÃO: na “ponte cega”, com os olhos vedados, ouvindo os sons da cachoeira, do vento nas folhas e as melodias do canto dos pássaros, ouvindo a voz da natureza. **VISÃO,** observando o verde das folhas, o colorido das flores, o escoamento da água no rio. **OLFATO:** macerando e cheirando as folhas de Eucalyptus, sentindo o perfume das flores, tocando o tronco e cheirando a casca do Pau d'alto, que exala um cheiro de alho. **PALADAR:** degustação de palmito; água de coco e fruta do mato. **TATO:** abraço no Eucalipto "Gigante", com 9 m de circunferência na base, 50 m de altura e 100 anos de idade, a maior árvore e um exemplo de vida para a sociedade.

Tabela 1. Avaliação: Relacionar a Trilha com os 5 Sentidos

	()	1. Colégio limpo e separação do lixo
<i>Audição</i>	()	2. Pente de macaco
	()	3. Reciclagem do lixo
	()	4. Sons da cachoeira
<i>Visão</i>	()	5. Passeios ecológicos com piquenique
	()	6. Cheiro das folhas de eucalipto
	()	7. Degustar frutas do mato
<i>Olfato</i>	()	8. Os acúleos da paineira
	()	9. Cheiro da terra
	()	10. Floresta preservada com animais
<i>Paladar</i>	()	11. Perfume das flores
	()	12. Água de coco geladinha
	()	13. Casca suberosa do eucalipto
<i>Tato</i>	()	14. O vento balançando as folhas
	()	15. Água limpa sem poluição
	()	16. O verde das folhas
<i>Preservação Natureza</i>	()	17. O colorido das flores
	()	18. Arborização nos parques e jardins
	()	19. Salada de palmito
<i>Qualidade de vida</i>	()	20. O canto dos passarinhos
	()	21. Água escoando no rio

Cidadania: o que você gostaria de ser quando crescer?

Fazer um curso universitário () Qual? _____

Respostas Corretas da Tabela 1: Audição: Sons da cachoeira, O vento balançando as folhas, O canto dos passarinhos. Visão: O verde das folhas, O colorido das flores, Água escoando no rio. Olfato: Cheiro das folhas de eucalipto, Cheiro da terra, Perfume das flores. Paladar: Água de coco geladinha, Salada de palmito, degustar frutas do mato. Tato: Pente de macaco, Os acúleos da paineira, Casca suberosa do eucalipto. Preservação da Natureza: Reciclagem do lixo, Floresta preservada com animais, Água limpa sem poluição. Qualidade de vida: Colégio limpo com separação do lixo, Passeios ecológicos, piquenique na trilha, Arborização nos parques e jardins. A Preservação da Natureza é enfocada na reciclagem do lixo, na

preservação das florestas e na água limpa dos rios sem poluição. A Qualidade de Vida é enfocada no colégio limpo, com separação do lixo, nos passeios ecológicos com piquenique na trilha e na arborização dos parque e jardins.

A Cidadania é ressaltada quando o monitor, no coração da floresta, pergunta a todos o que eles serão quando crescerem. "Você vai terminar o ensino médio? Você vai fazer um curso universitário? Parabéns, todas as profissões são importantes para o desenvolvimento da sociedade e de um mundo melhor com enfoque na PAZ MUNDIAL!" Quando há integração através dos sentidos, passamos a compartilhar as maravilhas da natureza. O simples orvalho da manhã serena, o vento que ajuda a disseminar as sementes, a chuva que cai mansamente deixando a umidade para as plantas, germinando as sementes e recompondo o verde da natureza.

Temática Ambiental na Trilha

Floresta e Biodiversidade - As florestas naturais conservam a biodiversidade, que é a diversidade de vidas vegetais e animais existentes no ambiente. Nesse ambiente convivem milhares de vidas em diferentes fases do ciclo evolutivo, todas desempenhando funções importantes naquele bioma, assegurando a vida e ficando à disposição do homem para a utilização de forma sustentável.

SUB-BOSQUE - É o extrato inferior da floresta, oriundo das sementes que são disseminadas naquele ambiente onde há germinação, crescimento e competição entre as plantas. Nesse processo se dá a formação do sub-bosque com várias espécies de ervas, arbustos e árvores. As espécies de grande porte seguem crescendo, formando outros extratos, até atingirem o extrato superior.

INSETOS SOCIAIS - Formigas, abelhas, cupins, etc são insetos sociais, que vivem em sociedade (comunidade). A formiga saúva cortadeira corta as folhas e as leva para "casa", para alimentar o fungo. As formigas, portanto, se alimentam do fungo. Paralelamente, com as folhas levadas para a sub-superfície do solo, acontece uma incorporação de biomassa e ciclagem de nutrientes.

DECOMPOSIÇÃO - A decomposição da biomassa em matéria orgânica é um processo importante na ciclagem de nutrientes e na disponibilidade de nutrientes que serão absorvidos pelas raízes de outros vegetais. Esse processo é feito por fungos, bactérias e vários microrganismos do solo. O fungo Orelha de Pau é visível a olho nu.

DESMATAMENTO – O corte raso da floresta causa desastre na natureza ao retirar a cobertura vegetal do ambiente. Consequentemente, proporciona uma degradação ambiental através da erosão do solo e do carreamento de detritos e assoreamento para dentro dos rios, além de exportar nutrientes do sítio. A exploração racional da floresta, com planejamento por engenheiros florestais, é uma alternativa que proporciona menor impacto ambiental.

FOTOSSÍNTESE – É um processo de síntese de nutrientes que ocorre nos cloroplastos das folhas dos vegetais na presença de luz. As raízes absorvem os elementos essenciais do solo de forma solúvel. Os vasos conduzem a água e sais minerais para as folhas (Seiva Bruta). Nos cloroplastos das folhas ocorre o processo da fotossíntese, resultando na produção de fotossintatos ou carboidratos (Seiva

Elaborada), fixação de (CO₂) e liberação de oxigênio (O₂). Os carboidratos são conduzidos por tubos crivados e distribuídos das folhas até as raízes para a nutrição dos vegetais.

PERFIL DO SOLO - Ao longo do perfil do solo, observam-se as raízes da vegetação e os horizontes do solo. A primeira camada é orgânica, (H1) horizonte A, (H2) horizonte B, (H3) horizonte C, e R, onde há o intemperismo da rocha que forma o nosso solo.

CICLO HIDROLÓGICO – É o ciclo da água. A água é responsável pela manutenção da vida na face da terra. O ciclo da água não tem começo nem fim, é um ciclo fechado. A água circula na natureza; no estado de vapor, quando se evapora e sobe para a atmosfera, formando a umidade atmosférica; no estado líquido, quando se condensa e desce através das chuvas; no estado sólido, nas geleiras, formam as famosas calotas polares do globo.

Conceitos de ecologia na trilha

Ecologia – do Grego: oikos é casa e logos é estudo. É, portanto, o estudo da casa ou do ambiente. A ecologia é um ramo da biologia que estuda a relação dos seres vivos e sua interação com o meio ambiente.

Essa interação pode ser observada da seguinte forma: o colorido e o aroma das flores e frutos são formas de atração e alimentação dos insetos e animais, respectivamente, para promover os processos de polinização, aumentando a variabilidade genética dos vegetais e a dispersão das sementes após passar pelo trato digestivo dos animais, propiciando a regeneração natural da vegetação.

Organismo – é a unidade básica da ecologia. Planta, animal ou microorganismo são formados pela constituição genética herdada dos seus pais e pela interação genótipo e o meio ambiente específico do seu "habitat". Todos os organismos promovem uma troca de energia e matéria com o ambiente. O sucesso como entidade ecológica depende de ele ter um balanço positivo de energia e matéria que sustentam a sua manutenção, crescimento e reprodução, de acordo com Ricklefs, (1993). **Ecossistema** – pode ser definido como o sistema composto de processos físico-químico-biológicos ativos dentro de uma unidade espaço-temporal de qualquer magnitude, sendo de importância fundamental na interpretação de dados na ecologia dinâmica, segundo Lindeman (1942), citado p/ Willis, (1997). Ecossistema - pode ser definido, funcionalmente, como a unidade básica fundamental na ecologia, inclui tanto os organismos quanto o ambiente abiótico. Cada um desses fatores influencia nas propriedades do outro e é necessário para a manutenção da vida, como a conhecemos na terra. Por serem os ecossistemas sistemas abertos, o ambiente de entrada e o ambiente de saída devem ser considerados partes importantes do conceito (Odum, 1983).

Meio = Ambiente - Existem dois tipos de meio: o meio abiótico, ou meio físico, com ausência de vida, e o meio biótico ou meio biológico, com presença de seres vivos.

Bioma ou Biota - Conjunto de seres vivos habitando uma determinada região, como por exemplo a fauna. **Biocenose** - É a associação de diferentes espécies em uma

mesma área alimentar. Biótipo - É uma forma biológica típica definida em certa área.

Cadeia Alimentar - Seres produtores: os vegetais produzem seu próprio alimento, os "fotossintetizantes ou carboidratos", através da fotossíntese. Seres consumidores: Os animais consomem os nutrientes produzidos pela natureza, tais como: a) herbívoros são animais que consomem vegetais, por exemplo: a ovelha, a cabra, etc. b) carnívoros são animais que consomem carne, por exemplo: a onça. c) os onívoros: consomem ervas e carne, por exemplo, o homem. Seres decompositores: São pequenos a maioria microscópicos, por ex: as bactérias, os fungos, etc. São responsáveis pela decomposição da matéria orgânica.

Ambientes mágicos criados na trilha

O ambiente mágico é um espaço imaginário ou construído em um ponto específico na floresta ao longo da trilha, com a finalidade de incentivar a imaginação, o lúdico, a fantasia, o folclore, enfim, a criatividade; é uma maneira do despertar consciente do visitante para as riquezas de detalhes existentes na natureza.

O canto dos passarinhos, a alegria dos bichos, a sombra da árvore, as lendas do saci-pererê, o cipó do Tarzan, a beleza das flores do campo completam a vida na selva e proporcionam um recanto propício à criatividade, além de paz e harmonia ao homem moderno.



Figura 10. O ambiente mágico na trilha

Os ambientes mágicos na trilha interpretativa no interior da floresta enriquecem os programas de educação ambiental tornando-os mais criativos e atrativos na comunidade. Proporcionam aos visitantes maiores oportunidades de contemplação da natureza, percepção das maravilhas escondidas na selva e descobertas de pequenos detalhes naturais, às vezes nunca vistos, que estão presentes ali na natureza e vão sendo desvendados pela sensibilidade de cada visitante.

Coração da Floresta

É um ambiente especial onde há grande concentração de energia humana em pleno processo de integração com a natureza. No seio da floresta foram construídos equipamentos em madeira, como um quiosque coberto com sapé, bancos em círculo, com uma mesa ao centro, "playground" com balanços e gangorras feitos artesanalmente, o cipó do Tarzan, com o coração cheio de alegria, paz e harmonia em meio à mata.



Figura 11. O Coração da Floresta na trilha

Certa vez, em uma caminhada na trilha, uma menina da quarta série perguntou-me se a floresta tinha coração. Pensei bem e respondi que a nossa tinha. Ela me disse que desejava vê-lo. Eu respondi que iria mostrar. Esse ambiente aqui é o “coração da floresta” onde os visitantes são convidados a participarem de dinâmicas de grupo, recreação, descontração, brincadeiras, apresentações em canto com violão e arte, enfim, são incentivados a ser felizes com muita alegria junto à natureza.

Nesse momento de recreação, as crianças também comem seus lanches em meio às conversações e aos comentários sobre o passeio na Trilha. Os monitores orientam e passam informações de conscientização sobre a importância da preservação da natureza. Os cantos dos passarinhos são bonitos? São diferentes? Eles se comunicam e conversam entre si? Será que conversam com os filhotinhos? Eles são alegres ou tristes? Quando e por quê ?

Perguntas: Se você fosse passarinho, este ambiente lhe seria adequado? - Sim. - Por quê? - Porque tem árvores frondosas frutíferas e fonte com água limpa, posso viver tranquilo, alimentar-me e criar meus filhotes. Moral da estória: os pássaros aqui na floresta têm qualidade de vida.



Figura 12. Ambiente de reflexão na trilha

As árvores são seres vivos e também sentem as dificuldades de uma seca longa, assim como os seres humanos. As florestas em geral e matas ciliares são fundamentais na regularização do regime hídrico e manutenção dos ecossistemas.

Se o homem colocar fogo na floresta, as casas dos animais ficarão destruídas e a maioria morrerá, a natureza ficará degradada, causando efeitos prejudiciais ao solo, aos mananciais e ao próprio homem. Portanto, proteger a natureza é dever de todos nós, seres racionais.

Portal do Rio

É um portal construído na Trilha, próximo ao Rio Lavapés, feito com dois moirões, um travessão de madeira e uma cortina de folhas de palmeira, onde o visitante, após a passagem, pode observar a paisagem da mata ciliar como proteção e manutenção dos cursos d'água, as nascentes e cachoeiras como fonte natural de água que abastece e assegura a vida aquática e aos seres vivos. O Portal do Rio é uma

passagem para uma simples reflexão sobre a importância da água na natureza, no ciclo hidrológico e na saúde. A poluição dos rios que degrada os ecossistemas aquáticos, a natureza, e desencadeia a proliferação de doenças o: tifo, febre amarela, malária entre outras, causando sérios problemas à saúde pública e consequências deletérias à natureza e aos seres humanos. As cachoeiras purificam as águas, renovam as energias da natureza e promovem o ecoturismo com melhor qualidade de vida e saúde aos visitantes.

Ponte CEGA

É um verdadeiro ambiente mágico, onde uma ponte foi construída com varões de madeira roliça e parapeito dos dois lados. A ponte é cega por dois motivos: primeiro, porque o rio não existe, e, segundo, que os olhos dos visitantes serão vedados ao passarem pela ponte. O objetivo dessa brincadeira é passar o visitante para um outro estágio de sensação, sem a visão. Com sensibilização, ele passa a ouvir a voz da natureza que vem de longe, através do vento.

Durante a passagem pela ponte com os olhos vedados, o monitor induz o visitante a ouvir a voz da natureza, em silêncio absoluto, e diz aos visitantes que poderão ouvir a natureza através do canto dos pássaros, das cigarras e grilos, junto ao balanço dos galhos e folhas das árvores, a voz da natureza. "Façam silêncio! Escutem, escutem... agora vamos divagar para atravessar a ponte".

No meio da ponte, eles ouvem o som das águas na queda das cachoeiras, com a sensação de estarem plenamente integrados à natureza. Esse momento é especial para o visitante que, praticamente pela primeira vez, parou para ouvir a natureza, o que traz uma sensação de paz profunda.

O tatear na ponte e na casca das árvores com olhos vedados aguça os demais sentidos, melhorando a capacidade de raciocínio, percepção e análise da preservação.

Auditório da Natureza

É um ambiente próximo ao rio, com arquibancada natural gramada, onde os visitantes sentam-se e são convidados a assistir ao espetáculo das maravilhas da natureza. O monitor começa explicando que o grande painel colorido é composto pela exuberância das árvores verdes, com diferentes formas e extratos do dossel. Então, ele pode fazer uma leitura espacial da paisagem.

Os visitantes sentam-se ao ar livre e passam a observar todo e qualquer movimento que surge naquele ambiente. Por exemplo: as revoadas de içás e bitus multiplicando os formigueiros, os enxames de abelhas em busca de uma nova morada, o voo solitário de um pássaro, ou talvez a revoada de pássaros cantando felizes, seguindo o destino do ninhal. Olhem lá no céu os gansos voando em V, eles voam em formato de V para facilitar e romper a barreira do vento.

Para encerrar a peça teatral da natureza, o monitor convida os visitantes para ouvirem os sons das águas das cascatas e cachoeiras, e, num grito de guerra, todos pulam com muita energia dando viva à natureza. Contentes, seguem passo a passo pelo caminho até a próxima parada, para depois terminarem a caminhada na trilha.

Mirante da Trilha

O mirante é uma construção em um ambiente de maior altitude na trilha, propício e adequado para os visitantes fazerem suas observações, filmagens e fotografias da paisagem, floresta, dos animais, das águas e corredeiras, cascatas e cachoeiras, que ocorrem ao longo dos canais de um rio e / ou da natureza.

O mirante proporciona uma leitura visual das formas da paisagem, uma análise espacial do relevo e uma contemplação simples ou profunda, individual e específica, de alguns elementos da natureza. As observações em grupo são extremamente importantes porque todos observam tudo e cada um aponta um detalhe diferente que o companheiro do seu lado não havia observado. Essa troca de informações é enriquecedora, tornando-os mais conscientes e integrados à natureza. "Mira só lá no paredão, quantos pássaros voando, nos buracos eles fazem ninhos e devem ter muitos filhotes. Interessante! Foram construir suas casas, num lugar bem protegido!

Vale das borboletas

É um ambiente de reflexão, onde são explicadas as fases do ciclo e a metamorfose das lagartas em borboletas. Geralmente há um grande número de borboletas circulando nesse ambiente. É feita uma analogia desse processo com a vida do ser humano como cidadão do futuro no 3º Milênio, exercendo o seu papel com dignidade, como cidadão exemplo na comunidade.

Esse ambiente foi preparado com bancos de madeira construídos de madeira rústica em forma de círculo. Local de incentivo à cidadania das crianças envolvidas no passeio, fazendo com que essa hora seja de reflexão e conscientização dos problemas da vida, do cotidiano, estimulando as crianças a seguirem um ideal de vida, a continuarem os estudos e, dessa forma, tornarem-se cidadãos justos, eles multiplicadores de conscientização nas futuras gerações. Gostaríamos que cada um de vocês, futuramente, fizesse um curso universitário, qualquer curso, desde que goste ou tenha vocação; trabalhe com dedicação, como se o trabalho fosse um lazer. Sorria para a vida que a vida sorri para você. A felicidade está nas coisas simples feitas com as próprias mãos e dedicação. Alguns temas são abordados, tais como: coleta seletiva do lixo, a cadeia alimentar dos seres vivos, poluição dos rios, fotossíntese, ciclo da água, importância das matas ciliares como proteção dos mananciais e, fundamentalmente, a importância de cada um como cidadão na escola, em casa e na sociedade.

A Pirâmide Energética

A Pirâmide foi construída com bambu. Ali no centro energético, o visitante é informado de que qualquer pedido feito com fé será atendido, por se tratar de um centro de energia no meio da selva. Façam seus pedidos e vão passando com os olhos fechados, os pedidos feitos com fé certamente serão atendidos.



Figura 13. A Pirâmide energética e a árvore gigante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade principal de todos esses ambientes mágicos é de criar expectativas nos visitantes e um campo fértil para a imaginação na natureza. São apresentados de forma não convencional, como estímulo ao desenvolvimento cultural, didático, criativo, reflexivo e interativo, para que o visitante possa sentir-se presente e integrado à natureza, conforme afirma o idealizador do programa.

Esses ambientes na trilha se complementam em uma somatória de valores agregados que os visitantes levam para sempre em seus corações, tornando-se felizes e amigos da natureza. Dessa forma, três grandes objetivos foram atingidos: semear a Educação Ambiental com a conscientização dos homens para a preservação da natureza, proporcionar aos estudantes um autoaperfeiçoamento através de dois laboratórios alternativos e interativos ambientais, e proporcionar expectativas, incentivo à cidadania e melhor qualidade de vida aos visitantes e às futuras gerações.

O Meio Ambiente permanece para sempre ao longo dos séculos à disposição do homem, podendo ocorrer alterações na paisagem pela dinâmica imposta por ele ou naturalmente por fatores ambientais. O detalhe no ambiente, quando memorizado durante uma visita ou caminhada em meio preservado, também permanece para sempre.

O ambiente mágico não precisa necessariamente ser construído, é um espaço qualquer no meio da mata, onde as brincadeiras acontecem, mas é uma maneira do despertar consciente do visitante das riquezas de detalhes existentes na natureza, podendo ser orientado pelo guia ou monitor. No mundo moderno, as transformações são rápidas como o trem bala e, para serem acompanhadas, o cotidiano normalmente impõe às pessoas um ritmo acelerado, “sem cheiro de paineira”, com uma série de dificuldades que às vezes causam estresse.

Aquí o autor retrata, em forma de versos, a importância das árvores, das sombras, do perfume das flores, das lendas, da diversidade vegetal, da exuberância que enriquece o ambiente, tornando-os adequados ao retorno do homem à natureza

como uma forma inteligente de educação ambiental, ecoturismo e terapia natural, para fugir do estresse e obter melhor qualidade de vida.

O Grasnar dos Gansos – 2002

(Valdemir Antonio Rodrigues)

Faz uma dedicação especial a todos os Professores e Estudantes

Os gansos voam em V, rompendo a barreira do vento,
Percorrendo longos caminhos, sem cronometrar o tempo;
Em grupos, grasnando se arranjam e se localizam no espaço,
Grasnando e batendo as asas, vencendo todo cansaço.

O ganso primeiro em V abre o caminho, com o grasnar dos companheiros,
Incentiva-os pelos cantos repetidos, voam feliz o dia inteiro.
Eles vêm voando no céu azul mansamente,
Contra o vento, grasnando, procurando alimento e pousada no ambiente.

O ganso segundo assume a ponteira,
Descansando o ganso primeiro, aliviando a poeira
De tempo em tempo vão se revezando e descansando,
Vencendo as etapas da viagem, grasnado e comemorando.

Cruzam o céu no entardecer e enfeitam a natureza,
Numa longa jornada em canto grasna com sua grandeza,
Voando a caminho, rumo à floresta, lá em seus ninhos,
Grasnando em grupos, ensinando os caminhos.

Com união e força grasnam para o primeiro vencer,
Vence o grupo todos os dias na chegada ao entardecer.
O V é um detalhe no azul do céu para ver e aprender,
O grasnar é uma estratégia de vida para sempre vencer.

"O incentivo ao trabalho em grupo e os aplausos pelas conquistas, para todos
vencerem, é como o grasnar dos gansos voando em V"

Mensagem final com Poesia

Apologia à Árvore

Valdemir Antonio Rodrigues

Oh! árvores abençoadas pelas chuvas, que protegem os rios e mananciais,
árvores que levam beleza às ribanceiras e maravilhas às cachoeiras!

Oh! árvores de copas frondosas que produzem frutos e sementes, alimentam e
saciam toda a fauna silvestre e muita gente! abrigam os silvestres passarinhos
que perderam seus ninhos e,
acolhem seus filhos em suas sombras nas tardes quentes!

Oh! árvores bem-vindas no seio da terra, que protegem o solo das erosões;
árvores que enfeitam a natureza e recuperam o verde nos grotões!

Oh! árvores sagradas que produzem nossas madeiras, látex, óleo, resina e os
remédios da terra; o ipê amarelo florido é o nosso símbolo e as árvores todas que
protegem a biosfera!

Oh! árvores que formam as florestas, produzem as flores com néctar às abelhas e
aos beija-flores, promovem a harmonia e a magia da selva, trazendo beleza, paz
e energia aos seus admiradores!

Oh árvores! Oh Árvores! Abençoadas árvores, sois a verdadeira providência
divina, com muita grandeza! e, protegem a água, o solo e os seres vivos da terra.
Oh! árvores, que protegem a vida e a mãe natureza!

"O plantio de uma árvore é um gesto de amor à natureza"

6.18 EQUIPE PROATIVA DE EXCELÊNCIA: Ação proativa em microbacias articula o ensino, pesquisa e extensão universitária

Valdemir Antonio Rodrigues

¹ Professor Adjunto do Departamento de Ciência Florestal - Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu – São Paulo - Brasil. Coordenador da Casa da Natureza. Email: valdemirrodriques@fca.unesp.br

A vivência dos estudantes de graduação e pós-graduação em ciência florestal da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu – SP, durante a disciplina de manejo de bacias hidrográficas, contribuiu de forma proativa para articular o ensino, pesquisa e extensão universitária na área de recursos hídricos e educação ambiental. Na primeira fase o “ENSINO” foi ministrado às aulas teóricas de hidrologia florestal, processos hidrológicos, ciclo hidrológico, morfometria, interceptação da precipitação pelas copas da floresta, balanço hídrico do solo e da microbacia, cálculos de vazão, estimativa de produção da água, qualidade da água, conservação da zona ripária e matas ciliares da área de preservação permanente e planejamento de pesquisas. Na segunda fase a articulação da “PESQUISA” com precipitação interna e interceptação pelas copas em *Pinus elliotti*, simulação de chuva, escoamento superficial em diferentes coberturas do solo, infiltração e sedimentação na fazenda experimental de São Manuel. A pesquisa é vivenciada com a participação em workshops sobre a sustentabilidade da água em microbacias, em meio à floresta de mata atlântica, coletando dados de campo no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmerich, localizado no parque estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha Indaiá do instituto florestal em Cunha - SP. Os estudantes participaram de mini-cursos e pesquisa sobre: processos hidrológicos, simulação de chuva, em diferentes tempos e intensidades de precipitação; análise da capacidade de infiltração em lisímetros; quantificação e análise da vazão e deflúvio na microbacia “D” e no rio Paraíbuna e qualidade da água do rio Paraibuna, ministrados pelos pesquisadores do instituto florestal de São Paulo. A terceira fase é o incentivo a “EXTENSÃO” os estudantes em grupos de três a quatro tabularam os dados e apresentaram os seminários. Os resultados deste processo ensino aprendizagem foram fantásticos e com este entusiasmo, o professor solicitou a redação de resumos e artigos científicos para ser submetido ao 5º Simpósio Internacional em Microbacias que ocorre agora em junho de 2017 na FCA / UNESP – Botucatu - SP.

Foram publicados nos 5º, 6º, 7º e 8º Simpósio Internacional Brasil Alemanha (SBA) de desenvolvimento Sustentável em Stuttgart – Alemanha, realizados em: julho de 2011; em 2013 na UFOPA em Santarém Pará – Brasil; em 2015 em Heidelberg, Alemanha; em 2017 na PUCRS em Porto Alegre – Rio Grande do Sul – RS – Brasil. Bem como os artigos foram publicados também na III Reunión del Grupo de Trabajo Hidrologia Forestal en Valencia – Espanha (2015) e na XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e Água (2016) Foz do Iguaçu - PR. Os estudantes participaram dos: Processos Hidrológicos – Simulação de chuva; Capacidade de infiltração em Lisímetros; Quantificação e Qualidade da água, análise da vazão e deflúvio na microbacia “D” e no Rio Paraibuna, ministrados pelos Pesquisadores do Instituto Florestal. As vivências entre as montanhas, nevoeiros, rios e cachoeiras do Núcleo Cunha foram fundamentais no desenvolvimento acadêmicos dos nossos estudantes.

Em fevereiro de 2011, estudantes de pós-graduação da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, participaram do 15º Workshop da disciplina Manejo de Bacias Hidrográficas, realizado no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Cunha/SP.



Figura 1. Primeira turma da PG no do 15º workshop em Cunha.

Com as apresentações dos trabalhos nos vários Simpósios no Brasil e no Exterior, com apoio FCA e da reitoria da UNESP, ressaltamos que: “Aqui todos ganham com

a vivência no Núcleo Cunha “O meio ambiente, que é o foco das ações de campo; os estudantes que vivência à natureza de forma interativa; os professores e técnicos do Instituto Florestal com a troca de experiências e conscientização ambiental; e a FCA-PROEX-UNESP, com a prática da extensão universitária no Projeto Trilha na Casa da Natureza que aprofunda os conhecimentos na temática água e sustentabilidade ambiental das microbacias.

Os eventos foram realizados no Parque Estadual da Serra do Mar do Instituto Florestal em CUNHA - SP. Situado entre Aparecida do Norte – SP e Parati - RJ. Os estudantes de Pós-Graduação também participaram dos mini cursos: Processos Hidrológicos – Simulação de chuva, em diferentes tempos e intensidades de chuva; Análise da capacidade de infiltração em Lisímetros; Quantificação e análise da vazão e deflúvio na microbacia “D” e no Rio Paraibuna e Qualidade da água do Rio Paraibuna, ministrados pelos Pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo e todos os colaboradores do Núcleo Cunha.



Figura 2. Estudantes e palestrantes nos primeiros workshops.

Em dezembro de 2016 celebramos o Jubileu de Prata no 25º Workshop em manejo de microbacias monitoradas, com a turma de pós graduação na 25ª visita técnica ao Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Cunha/SP.



Figura 3. Jubileu de Prata: (EPE) 25º Workshop de microbacias no Núcleo Cunha.

Os objetivos foram: Sensibilizar os estudantes de Graduação e Pós Graduação em ambientes naturais, sobre a temática ÁGUA. Implantar pesquisas nas microbacias e focar a importância dos serviços ambientais na sustentabilidade ambiental da água no planeta Terra. Proporcionar o reencontro do Homem com a Natureza, onde ele a vivência paz, beleza, energia e desenvolve a criatividade. Articular o ensino, pesquisa e a extensão universitária participando de workshops e simpósios internacionais de forma proativa e científica.

Agradecimentos:

À Equipe Proativa de Excelência **(EPE)**: Amanda A. de Lima, André Orsi, Carlos Alberto Valera, Carlos A.A Campos, Camyla Heckler Pupo, Caio V.F. Marmontel, Maria Conceição Lopes, Gabriela Ferracini de Pina, Hygor E. Siqueira, Luiza Zulian Pinheiro, Lucas H. Chaves, Mauro Ferreira Machado, Mariana B.L. Simedo, Nathalia B. Vianna, Paulo Desidério Oliveira, Rafael Parras, Renata Cristina A. Costa, Ronaldo Pollo, Samara da Silva Nascimento.

Apoio: Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) Cursos de Graduação e Pós Graduação (FCA) – Departamento de Ciência Florestal – Projeto Trilha Casa da Natureza. Companhia de Saneamento

Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Sindicato Rural de Botucatu (SRB). FUNDUNESP. Rotary Club de Botucatu Bons Ares Distrito 4310. ASCANA - VUNESP - Instituto Florestal de São Paulo Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) - Prefeitura Municipal de Botucatu Secretarias de Educação e do Verde (PMB) e Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF).

Apoio ao evento 5º Simpósio Internacional em Microbacias: Sandro Roberto Valentini (Reitor UNESP); Carlos F. Wilcken (Diretor da FCA) Dirceu M. Fernandes (Vice); Elias T.D. Severo (Chefe DCF); Mário E. Pardini e Márcio P. Vieira (Prefeitura de Botucatu); João Brunelli Jr e Júlio Cesar T. Romeiro (CATI); Maurício Tápia e Maria Angélica Galvani (SABESP); Alfredo Chaguri Jr (Sindicato Rural); Edson L. Furtado (Fundunesp); Mirian S. Sakate e Donizete A. Manzini (Rotary Club Bons Ares); José Paes A. Pinto (UNESP); Leonardo T. Büll (Pró Reitor da UNESP); Carlos Alberto Valera (Promotor de Justiça de Uberaba).

Aqui fica registrado os nossos sinceros agradecimentos a todos aos alunos de graduação em Engenharia Florestal e a (T26), pós graduação em Ciência Florestal da (FCA), aos grupos da Unesp de Jaboticabal sob a coordenação da: Profa. Teresa Cristina Tarlé Pissarra e do Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba – MG sob a coordenação do: Prof. Renato Farias do Valle Junior, aos pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo: Roberto Starzynski, José Luiz de Carvalho, Francisco Carlos Soriano Arcova; Valdir de Cicco; Maurício Ranzini; Edgar Fernando Lucca e Luis Alberto Bucci, enfim a todos os amigos do Núcleo Cunha, que ao longo destes 25 anos participaram das visitas técnicas e workshops em Cunha. Foi a realização de muitos sonhos, foi fantástica a vivência com todos vocês ao longo desta caminhada nas trilhas com árvores e muito verde, água e cachoeiras, palestras, pesquisas, música e poesia. Agradeço a Deus! E a vocês todos! muito obrigado.

Valdemir Antonio Rodrigues
Coordenador da Casa da Natureza “Projeto Trilha”
Depto de Ciência Florestal - FCA - UNESP - Botucatu - São Paulo -
Brasil.



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-98187-93-8

