

## RESUMO

A deposição de sedimentos nos rios e represas vem causando sérios problemas a setores que dependem diretamente da água, como as hidrelétricas, a agricultura irrigada e o abastecimento urbano. O problema, de origens remotas, pode ser contabilizado como consequência do desmatamento de terras, principalmente, para fins de exploração agropecuária. Como forma de contribuir para o estudo da problemática existente na microbacia hidrográfica Água da Cachoeira-Paraguaçu Paulista-SP e de avaliar a eficiência do Sistema de Informações Geográficas IDRISI no planejamento do uso do solo, este trabalho teve por objetivo realizar a classificação das terras existentes na referida microbacia, de acordo com as recomendações do Sistema de Capacidade de Uso. A realização deste trabalho permitiu concluir que: a segurança e a rapidez na obtenção de dados, a partir de operações com informações originais, são as principais qualidades oferecidas pelo sistema IDRISI; a microbacia possui classes de capacidade de uso II, III, IV e VI e subclasses IIe,s; IIIs; IIIe; IIIe,s; IVe e VIe. Cerca de 97% da microbacia podem ser utilizados com culturas anuais, desde que obedecidas as recomendações de manejo e conservação do solo.

**Palavras-chave:** conservação do solo, geoprocessamento, IDRISI.

## ABSTRACT

Sedimentation of rivers and dams has been causing serious problems for the hydroelectric industry, and for providing water for agriculture and urban consumption. The problem has its origins in the clearing of natural vegetation for conversion to agricultural production. In this study we evaluated the efficiency of the GIS software IDRISI in land use planning. We classified

<sup>1</sup> Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista – ESAPP, Paraguaçu Paulista, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências Agrárias/UNESP, Departamento de Engenharia Rural, Botucatu, SP, Brasil.

current land uses in the watershed of the Água da Cachoeira-Paraguaçu Paulista, São Paulo, Brazil, using the Brazilian system of Land Use Potential classification. We found that IDRISI offered a reliable and rapid means of obtaining land use classes from a data. The watershed was found to contain use capacity classes: II, III, IV and VI and sub-classes IIe,s; IIIs; IIIe; IIIe,s; IVe and VIe. On this basis, about 97% of the watershed is suitable for annual cultures if soil conservation management recommendations are followed.

**Key-words:** geoprocessing, IDRISI, soil conservation.

## INTRODUÇÃO

O assoreamento de rios e represas vem causando sérios problemas a setores que dependem diretamente da água, como as hidrelétricas, a agricultura irrigada e o abastecimento urbano. Este é um problema que tem origens remotas, podendo ser contabilizado a partir do desmatamento das terras, principalmente para fins de exploração agropecuária. O processo de assoreamento é resultante de várias ações, que proporcionam a desagregação e transporte de sedimentos aos leitos dos rios. Assim, o assoreamento expõe um problema de igual ou superior complexidade de avaliação e proposição de soluções, que é o uso do solo sem a adoção de práticas de manejo e conservação. A erosão pode, de início, estar refletindo o mau uso do solo ou, depois de um certo tempo, as condições intrínsecas da área, como a geologia e geomorfologia, o clima e o regime hidrológico das bacias (Iwasa & Prandini, 1980).

A ausência de estudos de uso do solo, em países subdesenvolvidos, possibilita apenas o planejamento de esquemas muito gerais de desenvolvimento, salientando também que, a menos que o uso da terra seja conhecido e compreendido, tanto qualitativamente como quantitativamente, os projetos de desenvolvimento poderão trazer mais prejuízos do que benefícios à estrutura econômica existente (Keller, 1969).

A microbacia hidrográfica Água da Cachoeira, localizada no município de Paraguaçu Paulista-SP, retrata uma situação complexa de degradação ambiental, que soma destruição da vegetação nativa, queda da fertilidade do solo, processo erosivo acelerado e assoreamento dos canais de drenagem.

Como forma de contribuir para o estudo da problemática existente na microbacia Água da Cachoeira e de avaliar a eficiência do Sistema de Informações Geográficas IDRISI no planejamento do uso do solo, este trabalho teve por objetivo realizar a classificação das terras existentes na referida microbacia de acordo com as recomendações do Sistema de Capacidade de Uso.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo constitui-se de uma microbacia hidrográfica com 3.700ha, localizada no município de Paraguaçu Paulista - SP, tendo como coordenadas de sua porção central os valores 22°20'18" de latitude sul e 50°35'58" de longitude oeste. É drenada pelo riacho Água da Cachoeira, constituindo-se numa bacia hidrográfica de quarta ordem de ramificação, (de acordo com método modificado por Strahler, 1964, *apud* Villela & Mattos, 1975) e possui vegetação natural de cerrado e floresta tropical, relevo de plano a ondulado, solos oriundos de depósitos recentes do Quaternário e de arenitos de duas formações do Grupo Bauru: Marília e Adamantina. O clima é classificado como Cwa, da classificação de Köppen (Marques & Zimback, 1995). Em termos gerais, a microbacia se encontra degradada, encontrando-se facilmente áreas com erosão laminar, em sulcos rasos, em sulcos profundos e, em algumas nascentes, a ocorrência de voçorocas.

A primeira etapa para o desenvolvimento do trabalho foi a obtenção dos mapas, para ser utilizados na criação dos Planos de Informações (PI). Como forma de facilitar o referenciamento e a inserção dos mapas no sistema, convencionou-se que todos seriam elaborados na mesma escala (1:50.000). Elaboraram-se mapas-base, contendo cinco pontos de controle georeferenciados e a rede de drenagem da microbacia em estudo.

O mapa topográfico foi obtido através da transferência direta das curvas de nível da área de interesse, constantes da carta topográfica do município de Paraguaçu Paulista-SP (IBGE, 1974), para um mapa-base. Como meio de dar maior confiabilidade aos resultados desejados, criou-se um plano de informação com as curvas de nível abrangendo não só a área de estudo, mas todo o retângulo formado pelos quatro pontos extremos de controle.

Considerando a base de dados constituída pelo mapa de solos do município de Paraguaçu Paulista, extraído do “Levantamento Pedológico Semidetalhado da Região do Governo de Assis” (Bognola *et al.*, 1990), utilizou-se um dos mapas-base para extração do mapa de solos referente à microbacia. O resultado final foi um PI com os solos, a rede de drenagem e os pontos de controle. Os dados referentes aos solos foram obtidos através do Relatório: Projeto de Recuperação da Bacia da Água da Cachoeira (Marques *et al.*, 1991) e do Levantamento Semidetalhado de Solos na Bacia Água da Cachoeira visando à recuperação ambiental (Marques & Zimback, 1995). Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises químicas e físicas dos solos utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

Fez-se então a conversão dos mapas analógicos para mapas digitais, através do uso de mesa digitalizadora e do módulo TOSCA, que oferece recursos para gerenciamento na aquisição e edição de dados. Foram criados, então, os planos de

Tabela 1. Resultado das análises químicas e físicas dos solos na Bacia da Água da Cachoeira (adaptado de Marques &amp; Zimback, 1995).

Horiz	Profund. cm	pH	M.O. kg.m <sup>-3</sup>	CTC cmol.Kg <sup>-1</sup>	V %	P mg.kg <sup>-1</sup>	granulometria % areia	% argila	densidade kg.dm <sup>-3</sup>
<b>LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico</b>									
Ap	0-5	3,7	19	7,0	13	6	80	18	1,50
AB	5-30	3,8	10	5,0	24	2	79	18	1,60
BA	30-65	3,8	8	4,7	24	4	77	19	1,58
Bw1	65-110	3,8	5	3,7	22	2	77	21	1,58
Bw2	110-180+	3,9	5	3,3	31	2	76	22	1,58
<b>ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abruptico</b>									
Ap	0-15	4,5	7	2,3	40	5	90	3	1,90
E	15-45	4,4	3	2,4	35	5	86	7	1,91
Bt1	45-85	4,3	8	3,0	27	6	73	27	1,90
Bt2	85-120	4,2	4	3,2	23	7	77	21	1,90
C1	120-130+	4,1	3	3,0	26	7	78	17	1,90

informação (PI), que são considerados arquivos que contêm dados, prontos para ser manipulados e/ou analisados dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). No SIG IDRISI tem-se uma série de rotinas computacionais que constituem módulos de processamento e que trabalham individualmente estes dados, de acordo com os interesses do operador.

O arquivo SGCARTA1, contendo as cotas da área de estudo, foi criado através da digitalização do mapa topográfico, onde o valor do atributo de cada linha é o próprio valor de sua cota. Os módulos INITIAL e LINERAS foram utilizados para a conversão do arquivo vetorial SGCARTA1 em imagem raster.

Para a obtenção do mapa de declive, primeiramente obteve-se a imagem com as alturas do terreno, ou seja, o Modelo Digital de Elevação (MDE). O MDE foi obtido a partir da interpolação das curvas de nível, existentes no PI SGCARTA1, pelo módulo INTERCON, seguida de filtragem realizada através do módulo FILTER, originando a imagem SGCARTA2. O mapa de declive SGCARTA3, contendo as declividades (em %) da área de estudo, foi criado a partir do uso do módulo SURFACE, tendo como base de dados a imagem SGCARTA2 (DEM). O módulo RECLASS foi utilizado sobre a imagem SGCARTA3, de modo a agregar as declividades em classes, conforme sugere França (1963), e obter a imagem SGCARTA4.

O módulo AREA foi utilizado em seguida, juntamente com a imagem SGCARTA4, visando calcular a área ocupada por cada classe de declive.

O mapa de solos foi digitalizado e editado, criando-se o arquivo vetorial SGSOLO, o qual foi submetido ao módulo CYCLE, proporcionando a criação dos polígonos dos diferentes tipos de solos. Os módulos INITIAL e POLYRAS foram utilizados em seguida para criação da imagem raster SGSOLO. O cálculo da área que cada tipo de solo ocupa dentro da microbacia foi realizado utilizando-se o módulo AREA.

Para a elaboração do mapa com as classes de capacidade de uso, primeiramente obteve-se o mapa das áreas relacionando os tipos de solos com as classes de declive, através do cruzamento das imagens SGCARTA4 e SGSOLO, utilizando o módulo OVERLAY com a opção “multiplicar”. Deste cruzamento originou-se a imagem denominada DECxSOL.

As áreas presentes na imagem DECxSOL foram agrupadas em classes e subclasses, de acordo com o sistema de capacidade de uso, fazendo-se uso da tabela de julgamento confeccionada conforme Bellinazzi *et al.*, (1983), França (1963) e Zimback & Rodrigues (1993) e as recomendações existentes no Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso (Lepsch *et al.*, 1991). Os parâmetros considerados na tabela de julgamento foram: fertilidade, profundidade, deflúvio, pedregosidade, permeabilidade, declividade, risco de inundação, erosão laminar, erosão em sulcos (rasos, médios e profundos) e presença de voçorocas.

As áreas com subclasses iguais foram agrupadas, permitindo a definição de novos atributos às mesmas, utilizando-se do módulo ASSIGN, originando a imagem com as subclasses de capacidade de uso denominada CLASUSO.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos constituem-se de mapas temáticos que podem ser analisados interativamente na tela do computador ou, após impressão, na forma de mapas analógicos. Estes mapas podem ser uma representação digital de um mapa analógico previamente existente, como no caso do mapa de solos (Figura 1), ou ser originados de operações com rotinas computacionais arquitetadas conforme os objetivos desejados. Como exemplo, pode-se citar a interação realizada neste trabalho entre o mapa de solos e o mapa com as classes de declive (Figura 2), a qual deu origem a um terceiro mapa, combinando as duas variáveis.

A Figura 1 mostra a distribuição espacial dos solos da microbacia, devendo-se salientar a existência de outros grupos que, por possuírem pouca representatividade em termos de área, não foram considerados na realização deste estudo.

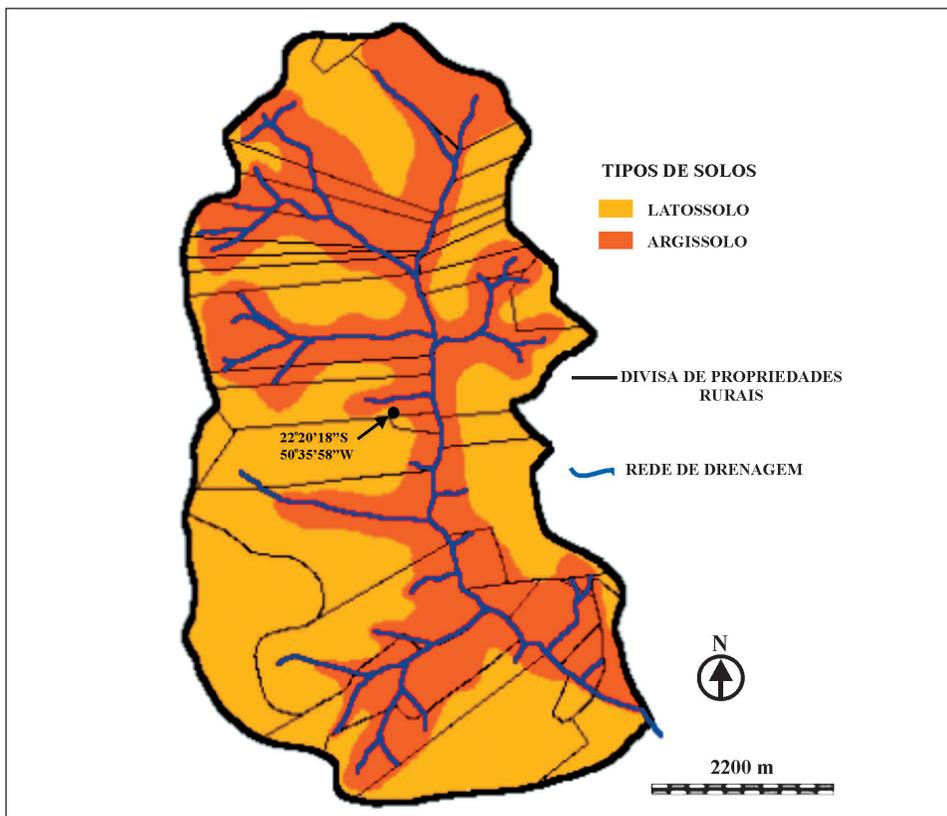


Figura 1. SGOLO - Mapa de solos da microbacia Água da Cachoeira, Paraguaçu Paulista, SP.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que 46,82% (1.705,049 ha) da microbacia são constituídos de solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abruptico, o qual possui, como característica marcante, a existência de um horizonte B textural, que se constitui num impedimento à infiltração de água.

Tabela 2. Valores dos atributos e as áreas ocupadas por cada tipo de solo na microbacia Água da Cachoeira.

SOLO	ATRIBUTO	ÁREA (ha)	PARTICIPAÇÃO (%)
ARGISSOLO	1	1.705,049	46,82
LATOSSOLO	2	1.936,570	53,18
TOTAL		3.641,619	100

Ao contrário do mapa de solos, tem-se na Figura 2 um mapa de declives obtido por processamento de informações iniciais existentes nos planos de informação, que possibilita a visualização de áreas individualizadas pela variação de declividade, bem como efetuar outras operações computacionais, como o cálculo da área de cada classe de declive (Tabela 3).

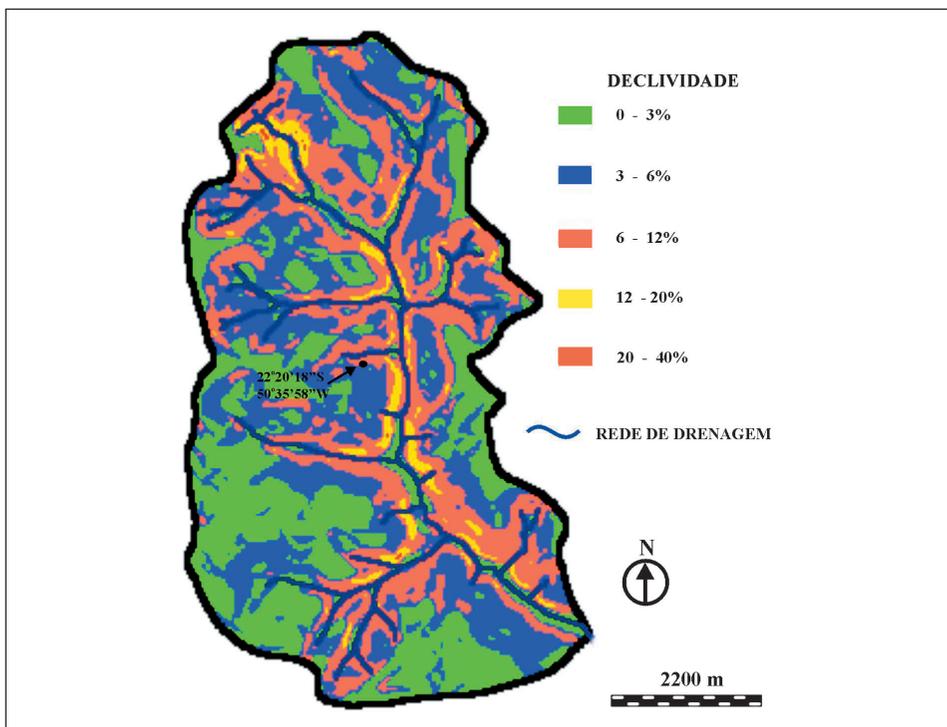


Figura 2. SGCARTA4 - Mapa das classes de declive da microbacia Água da Cachoeira, Paraguaçu Paulista, SP.

Tabela 3. Área que cada classe de declive representa e sua proporção em relação à área total da microbacia Água da Cachoeira.

CLASSE DE DECLIVE (%)	ATRIBUTO	ÁREA (ha)	PARTICIPAÇÃO* (%)
0 - 3	1	1175,835	32,33
3 - 6	3	1357,089	37,31
6 - 12	5	990,993	27,25
12 - 20	7	110,987	3,05
20 - 40	9	2,112	0,06
TOTAL		3.637,01	100

\* Participação na área total da microbacia

Observa-se na Tabela 3 que cerca de 96,89% da área total da microbacia apresenta declividade inferior a 12%, o que acusa um relevo bastante propício à instalação de projetos agrícolas, permitindo amplo uso de mecanização.

Do cruzamento das imagens SGCARTA4 e SGSOLO, originou-se a imagem DECxSOL, contendo 10 áreas distintas, relacionando os solos a cada classe de declive, à exceção da classe >40% de declividade, inexistente para ambos os solos, que, após a classificação de acordo com o Sistema de Capacidade de Uso, originaram as classes e subclasses de uso. De acordo com a classificação realizada através do quadro de julgamento, a microbacia Água da Cachoeira possui classes de capacidade de uso II, III, IV e VI, distribuídas em subclasses de capacidade de uso (Iwasa & Prandini, 1980), como mostra a Figura 3.

As unidades de capacidade de uso são apresentadas na Tabela 4, conforme as limitações que permitiram a definição das classes para cada área.

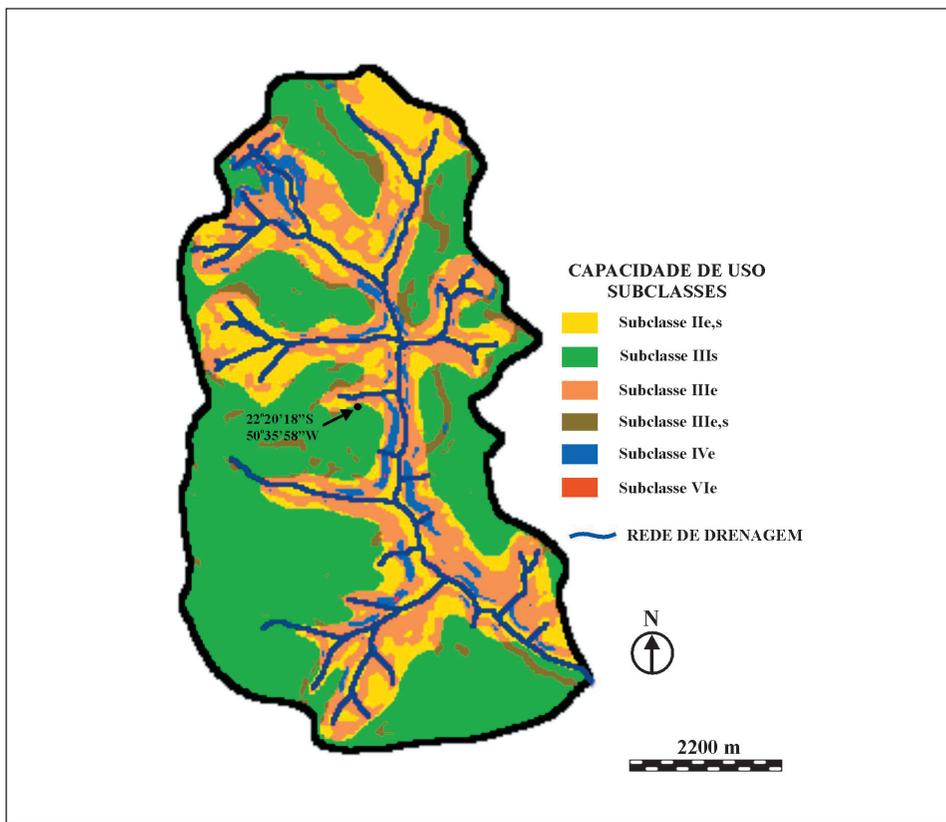


Figura 3. CLASUSO - Mapa das subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia Água da Cachoeira, Paraguaçu Paulista, SP.

Tabela 4. Quadro de julgamento das classes e subclasses de capacidade de uso das terras na microbacia Água da Cachoeira.

Área	Fert.	Prof.	Perm.	Pedr.	Risc. inun.	Decl.	Defl.	Eros. lam.	Eros. sulcos	Eros. Voç.	Clas. cap. uso	Subclas. cap. uso
1	II	I	II	I	I	I	I	I	I	I	II	Ile,s
2	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	III	III <sub>s</sub>
3	II	I	II	I	I	II	I	II	I	I	II	Ile,s
5	II	I	II	I	I	III	II	II	I	I	III	III <sub>le</sub>
6	III	I	I	I	I	II	I	II	I	I	III	III <sub>s</sub>
7	II	I	II	I	I	IV	II	III	III	I	IV	IV <sub>e</sub>
9	II	I	II	I	I	VI	III	VI	IV	I	VI	VI <sub>le</sub>
10	III	I	I	I	I	III	I	II	I	I	III	III <sub>le,s</sub>
14	III	I	I	I	I	IV	II	III	III	I	IV	IV <sub>e</sub>
18	III	I	I	I	I	VI	II	VI	IV	I	VI	VI <sub>le</sub>

Fert. = fertilidade

Risc. inun. = risco de inundação

Prof. = profundidade

Eros. Voç. = erosão em voçorocas

Perm. = permeabilidade

Eros. lam. = erosão laminar

Pedr. = pedregosidade

Decl. = declividade

Defl. = deflúvio

Eros. sulcos = erosão em sulcos

Eros. Voç. = erosão em voçorocas

Clas. cap. uso = classe de capacidade de uso

Subclas. cap. uso = subclasse de capacidade de uso

A Tabela 5 mostra a área que cada subclasse representa, bem como sua proporção em relação à área total da microbacia.

Tabela 5. Área abrangida por subclasse e a proporção em relação à área total da microbacia Água da Cachoeira.

Subclasse de capacidade de uso	Área (ha)	Participação (%)
Ile,s	789,590	21,69
IIIs	1747,103	48,00
IIle	805,972	22,14
IIIe,s	184,238	5,06
IVe	111,067	3,05
VIe	2,112	0,06
TOTAL	3.640,082	100

Verifica-se, através da Tabela 5, que apenas 0,06 % do total da área tem sua recomendação restrita exclusivamente a pastagens e florestas (subclasse VIe). Cada percentual apresentado pode ser analisado detalhadamente, e com base em recomendações práticas de manejo e conservação do solo para cada subclasse (Lepsch *et al.*, 1991), pode-se elaborar melhor um plano para a exploração destas áreas, preservando o meio ambiente.

Em sua maioria as propriedades rurais pertencentes à microbacia Água da Cachoeira estão dispostas ao longo das vertentes, ou seja, seguem do divisor d'água até o leito do rio principal. Com base nesta informação e verificando a disposição dos solos na microbacia (Figura 1), constata-se que a grande maioria das propriedades rurais possui, dentro de seus limites, os dois grupos de solo. A disparidade entre as propriedades naturais dos solos em questão, bem como os agravantes oferecidos pelo solo ARGISSOLO, são precursores das dificuldades técnicas no controle da erosão para esta área. Lombardi & Bertoni (1975), citados por Bertoni & Lombardi Neto (1990), concluíram, com base em estudos realizados, que: (a) os solos com B textural (no presente trabalho constituídos pelo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abruptico) apresentam comportamento diferente daqueles com B latossólico em relação à erosão, tanto nos horizontes superficiais como nos de subsuperfície; (b) os solos com B textural são mais suscetíveis à erosão; e, (c) com relação à erosão, o uso e manejo a ser adotados são distintos para os dois agrupamentos de solos.

Se levadas em consideração estas diferenças no manejo do solo, podem-se obter bons resultados, como comprovado no cultivo da cana-de-açúcar em algumas áreas da microbacia Água da Cachoeira. Nestas áreas, o terraceamento em nível foi adotado no LATOSSOLO, por este permitir uma boa infiltração da água, e em desnível, com descarga em canal escoadouro, no ARGISSOLO. Este fato reforça as considerações feitas por Bertoni & Lombardi Neto (1990), de que grupos de solos diferentes em suas características são também contrastantes no seu uso, pois os problemas do seu manejo não poderão ser os mesmos.

A microbacia Água da Cachoeira tem nos seus solos o principal fator de oposição ao desenvolvimento agrícola. A baixa fertilidade constatada pelas análises químicas e algumas propriedades relacionadas aos solos em questão dificultam um pronto desenvolvimento sócio-econômico, não possibilitando uma recuperação do capital investido na produção e manutenção da propriedade agrícola. Constata-se, na prática, que tal situação tornou a maioria dos proprietários inertes quanto à busca de tecnologia de produção, bem como de técnicas de recuperação e conservação do solo. A reversão do contexto apresentado é onerosa e demorada, constituindo-se em fator desestimulante aos produtores, que buscam na pecuária rudimentar ou no arrendamento de suas terras para a cultura da cana-de-açúcar a única saída para preservar seu patrimônio. Conforme apresentado na Tabela 2, grande parte da microbacia é composta por solo que apresenta um horizonte B textural, o que permite compreender o excessivo caudal que chega ao leito do riacho, por ocorrência de consideráveis índices de precipitação. Porém, em áreas com solos apresentando boa drenagem interna, teriam um volume de água drenada superficialmente de proporções mais aceitáveis.

Quanto à composição (elaboração) do mapa de declive (Figura 2), há que se considerar que, quando obtido via IDRISI, tomou-se um cuidado básico apenas quanto à digitalização da planialtimetria, sendo a definição dos polígonos automatizada, enquanto que, no método tradicional, além da elaboração básica da planialtimetria, cada polígono referente às diferentes classes, exige demorado e enfadonho trabalho manual, portanto sujeito a erro humano. Ocorre, na prática, quando se trabalha com o processo tradicional, uma intuitiva tendência de se melhorar o aspecto dos contornos dos polígonos, de tal maneira que, ao menos visualmente, o aspecto final do mapa obtido por tal processo apresenta-se com melhor estética, o que contudo não reflete, necessariamente, o real posicionamento dos limites das diferentes classes. Já no processamento do mapa via IDRISI, por não haver a tendência de interferência humana, no que tange à estética final de contornos, é de se admitir maior probabilidade de acerto na impressão e determinações finais das áreas das diferentes classes de declive.

A possibilidade das avaliações que originaram as Tabelas 3 e 5, tem no SIG IDRISI, um recurso de indiscutível precisão, considerando que o tradicional método

de avaliação de áreas com planímetro ou mesmo, mais recentemente, com o uso de softwares para cálculo de áreas delimitadas em mesa digitalizadora, pode induzir a erros de leitura quando, a exemplo da Figura 3 (SGCARTA4), as subáreas são constituídas de polígonos com irregularidades as mais diversas, bem como dimensões bastante variáveis, e com distribuição espacial complexa. No processamento, via módulo AREA do IDRISI, tal possibilidade de erro não ocorre.

A existência de um mapa que expõe as subclasses de uso e manejo do solo, como é o caso da Figura 3, favorece em demasia a elaboração de planos e projetos que visam a reversão do quadro de desequilíbrio ambiental no qual se encontra a microbacia. O bom potencial de exploração das terras da microbacia pode ser justificado pela Tabela 5, onde constata-se que 21,69% da microbacia se enquadram na subclasse IIe,s, que representa áreas com terras produtivas, tendo, no entanto, ligeiros problemas de fertilidade e risco de erosão e 75,2% se enquadram nas subclasses IIIs, IIIe e IIIe,s, que representam áreas com riscos maiores de erosão, pelo aumento na declividade, e com baixa fertilidade. Os resultados obtidos mostram que a maior parte da microbacia Água da Cachoeira oferece condições para o desenvolvimento agropecuário, sendo necessário um investimento em tecnologias que possibilitem o aumento da fertilidade de seus solos e o controle à erosão hídrica.

## CONCLUSÕES

A realização deste trabalho permitiu chegar a conclusões a respeito dos recursos e operações desenvolvidas pelo sistema de informação geográfica IDRISI, e dos problemas de manejo e conservação do solo e da água na microbacia Água da Cachoeira. As conclusões são as seguintes:

- a segurança e a rapidez na obtenção de dados, a partir de operações com informações originais, são os fatores de maior apreço oferecidos pelo sistema;
- os recursos oferecidos pelo módulo TOSCA se mostraram extremamente eficientes na digitalização de feições e edição de arquivos vetoriais;
- a microbacia possui classes de capacidade de uso II, III, IV e VI e subclasses IIe,s; IIIs; IIIe; IIIe,s; IVe e VIe;
- cerca de 96,8 % da microbacia podem ser utilizados com culturas anuais, desde que obedecidas certas recomendações de manejo e conservação do solo;
- aliada às práticas de conservação do solo, deve-se implementar a recomposição da mata ciliar, de maneira a promover a estabilização das margens do riacho Água da Cachoeira e a redução do volume de sedimentos que chegam até o seu leito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellinazzi, J.R.; Bertolini, D.; Espíndola, C.R. & Lepsch, I.F. 1983. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas, Soc. Bras. Ciên. Solo. 175p.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. 1990. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone. 355p.
- Bognola, I.A.; Joaquim, A.C.; Prado, H. do & Lepsch, I.F. 1990. **Levantamento pedológico semidetalhado da região do governo de Assis**. Instituto Agrônômico - CIERGA - IGC.
- França, G.V. 1963. A classificação de 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, 1963. **Anais...** São Paulo, Secretaria da Agricultura, DEMA. pp. 399-408.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1974. **Carta do Brasil – Paraguaçu Paulista**. São Paulo. 1 mapa, colorido, Folha SF-22-Z-A-I-4, Escala 1:50.000.
- Iwasa, O.Y. & Prandini, F.L. 1980. Diagnóstico da origem e evolução de voçorocas: condições fundamentais para a preservação e correção. **In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DE EROSIÃO**, Curitiba, 1980. **Anais...** Curitiba. pp. 5-30.
- Keller, E.C.S. 1969. **Projeto do mapeamento da terra**. Aerofotogeografia, São Paulo, v.3, p. 1-15.
- Lepsch, I. F.; Belinazzi Junior, R.; Bertolini, D. & Espíndola, C.R. 1991. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 2 ed. 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 175p.
- Marques, A.F.; Zimback, C.R.L.; Campos, S.P.; Garrido, L.M.A.G. & Naloto, A.1991. **Relatório: projeto de recuperação da bacia da Água da Cachoeira**. Paraguaçu Paulista: Instituto Florestal - Estação Experimental João José Galhardo. 19p. (Relatório não publicado).
- Marques, A.F. & Zimback, C.R.L. 1995. Levantamento semidetalhado de solos na microbacia Água da Cachoeira visando a recuperação ambiental. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO**, 5, Bauru, 1995. **Anais...** Bauru. s.n. pp.459-461.
- Villella, S.M. & Mattos, A. 1975. Bacia hidrográfica. **In: Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. Cap. 2, p. 7-28.
- Zimback, C.R.L. & Rodrigues, R.M. 1993. **Determinação da capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental São Manuel - UNESP**. Botucatu/SP: UNESP. Fac. Ciên. Agron. (mimeo).

