

**FUNCIONALIDADE ECOLÓGICA DE MODELOS DE RESTAURAÇÃO:
MICROBACIA DO RIBEIRÃO PIRAIÁ, CABREÚVA, SP¹**

**ECOLOGICAL RESTORATION FEATURE MODELS:
PIRAÍ STREAM WATERSHED, CABREÚVA, SP**

Jaqueline de Almeida SAMILA^{2,3}; Fernando Silveira FRANCO²;
Fatima Conceição Marquez PIÑA-RODRIGUES²

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar a restauração de processos ecológicos em áreas de plantio de mudas no modelo diversidade e preenchimento após 6-7 anos de implantação. Foram analisados indicadores de estabilidade, resiliência e confiabilidade, em relação a um fragmento de referência. Na maioria das áreas, não houve o retorno de processos ecológicos fundamentais para a efetiva restauração. Os indicadores que mais influenciaram a estabilidade e a resiliência foram: diversidade de funções sucessionais, riqueza, presença de epífitas, densidade, número de indivíduos por grupo sucessional e número de bifurcações. Os indicadores com piores resultados foram: cobertura do solo e serapilheira. Em conjunto, esses fatores podem ter resultado na ausência de autonomia do modelo frente às perturbações. Observou-se a necessidade de intervenções como enriquecimento, adensamento e outras ações de manejo. Desse modo, recomenda-se uma reflexão sobre os modelos adotados em outros projetos na região, com a observação mais atenta das particularidades de cada área.

Palavras-chave: indicadores; avaliação; mata ripária.

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the ecological restoration processes in areas of planting of seedlings in the model diversity and filling after 6-7 years of implantation. Stability, resilience and reliability indicators were analyzed in relation to a reference fragment. In most areas, there was no return of ecological processes that are fundamental to effective restoration. The indicators that most influenced stability and resilience were: diversity of successional functions, richness, presence of epiphytes, density, number of individuals per successional group and number of bifurcations. The indicators with the worst results were: soil cover and litter. Together, these factors may have resulted in the absence of autonomy of the model against disturbances. It was observed the need for interventions such as enrichment, densification and other management actions. Thus, is recommended a reflection about the models adopted in other projects in the region, with a closer look at the characteristics of each area.

Keywords: indicators; evaluation; riparian forest.

¹Recebido para análise em 05.06.2017. Aceito para publicação em 30.10.2017.

²Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos - Campus de Sorocaba, Rodovia João Leme dos Santos, km 110 – SP 264, Bairro do Itinga, 18052-780, Sorocaba, SP, Brasil.

³Autor para correspondência: Jaqueline de Almeida Samila – jaque_samilla@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

As matas ripárias são fundamentais para o equilíbrio ambiental, uma vez que protegem os rios e o solo, contribuem para a manutenção dos ecossistemas, atuam como corredores para a biodiversidade e fixam carbono quando em crescimento (São Paulo, 2002). Recuperá-las pode trazer benefícios em escala local, regional e global. A legislação federal prevê a obrigatoriedade da existência de vegetação ao longo de cursos d'água ou entorno de nascentes, porém com a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, houve redução em todas as faixas obrigatórias para restauração (Brasil, 2012).

Com base nos princípios da Sociedade Internacional para Restauração Ecológica (Society for Ecological Restoration International – SER), um ecossistema restaurado deve apresentar diversidade e estrutura próximas às de um ecossistema de referência, com espécies nativas da região, grupos funcionais, relação equilibrada com a paisagem e capacidade de suportar períodos que gerem modificações ambientais (SER, 2004). Porém, na maior parte dos projetos, acredita-se que a restauração da estrutura também leva à restauração do funcionamento do ecossistema (Engel, 2011). Em contraponto, novos estudos têm demonstrado que a diversidade funcional é mais relevante para a estabilidade dos ecossistemas do que a diversidade taxonômica (Naeem, 2006; Cadotte, 2011). A teoria denominada “Biodiversity Ecosystem Functioning – BEF”, aborda a relação entre biodiversidade e funcionamento, propondo, por meio do manejo adaptativo, aumentar o nível de funcionamento dos ecossistemas, otimizando os seus benefícios mesmo como um nível mínimo de biodiversidade (Engel, 2011).

A partir de 2006, devido ao estado avançado de degradação em que se encontravam as matas ripárias do estado de São Paulo (Rodrigues et al., 2009), o governo estadual iniciou um programa de restauração que se estendeu até 2011, com a implantação de projetos demonstrativos com métodos adotados de acordo com as condições encontradas em cada área (Uehara e Casazza, 2011).

Com base nos projetos realizados no local de estudo, entende-se que através do monitoramento de indicadores ecológicos, que são parâmetros para analisar a estrutura, função, composição e o retorno das funções ecológicas do

ecossistema, pode-se avaliar se um ecossistema em restauração aproxima-se de outro de referência (Rodrigues et al., 2009), analisando atributos essenciais como estabilidade, resiliência e confiabilidade (Masera et al., 1999). A Resolução SMA nº 32/2014 (São Paulo, 2014), que altera a Resolução SMA nº 08/2008 (São Paulo, 2008), determina que os órgãos e entidades ambientais monitorem o cumprimento de compromissos de recomposição da vegetação com base em indicadores ecológicos, que deverão ser medidos em campo pelos responsáveis dos projetos. Os resultados esperados indicarão se as ações previstas (como plantio de mudas, cercamento e manutenção) foram bem-sucedidas, e se a vegetação nativa veio para ficar, prestando importantes serviços ecossistêmicos para a população, como a proteção do solo e das águas, filtro biológico contra pragas agrícolas e a conservação da biodiversidade.

Neste sentido, a presente pesquisa buscou responder as seguintes questões: (a) se os modelos de restauração implantados na microbacia do ribeirão Pirai promoveram o retorno das funções ecológicas do ecossistema em um período de 6-7 anos, (b) quais fatores ou atributos foram importantes para atingir o estado atual das áreas em restauração e (c) analisar o funcionamento das estratégias adotadas, se são as mais apropriadas e o que pode ser revisto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo estão localizadas no município de Cabreúva, estado de São Paulo, na microbacia do ribeirão Pirai, região formada pelos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. A microbacia apresenta área de 1.890,18 hectares (São Paulo, 2006), com 28.958 hectares de vegetação natural remanescente de Floresta Estacional Semidecidual (Kronka et al., 2005). O município de Cabreúva, por sua vez, está localizado a 23°18'27" de latitude e 47°07'58" de longitude, possui altitude máxima de 1.200 m e altitude mínima de 640 m, e precipitação anual de 1.400 mm (Instituto Serra do Japi, 1998), com clima tropical de altitude do tipo Cfa (Köppen, 1948), que sofre influência das massas de ar Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica (São Paulo, 2000), com temperatura média anual variando de 18 a 20 °C (Neves, 2005).

Essas mesmas áreas de estudo fizeram parte de um projeto demonstrativo de recuperação de matas ripárias implantado no ano de 2007, em que foram selecionadas 16 áreas, totalizando 18 hectares (0,95% da microbacia). Nos plantios realizados nos anos de 2007-2008, foram adotados diferentes métodos (plantio total, enriquecimento, adensamento), de acordo com as condições encontradas de cada área. O método predominante em extensão de área adotado nas propriedades participantes no município de Cabreúva foi o modelo diversidade-preenchimento (Rodrigues et al., 2009), com espaçamento 3 m x 2 m, com procedimentos de isolamento e retirada dos fatores de degradação, preparo do solo e controle inicial de competidoras, de acordo com a

Resolução SMA nº 47, de 26 de novembro de 2003 (São Paulo, 2003). Entre as 16 áreas com idade de 6-7 anos, 10 foram analisadas no ano de 2014 para o presente estudo, conforme mapa de localização (Figura 1) adaptado do original (São Paulo, 2006). Das 16 áreas participantes inicialmente, em uma delas houve desistência do proprietário, outra foi excluída por não respeitar as regras do programa e em outras 4 áreas não foi encontrada área mínima para amostragem, devido à quase total mortalidade de mudas.

As 10 áreas amostradas para este estudo estão situadas em Áreas de Preservação Permanente – APP, sendo que os respectivos métodos de restauração adotados e condições do entorno estão descritos na Tabela 1.

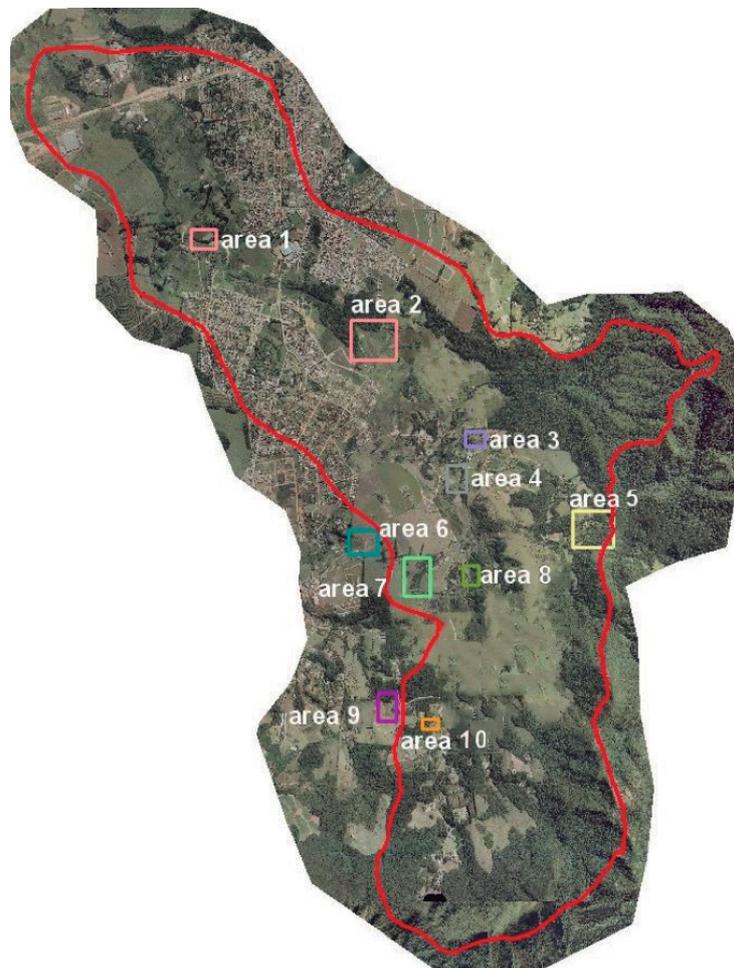


Figura 1. Croqui de localização das áreas de estudo, na microbacia do ribeirão Pirai, sem escala. Adaptado de São Paulo (2006).

Figure 1. Location sketch of the study areas, in the Pirai stream watershed, without scale. Adapted from São Paulo (2006).

Tabela 1. Áreas amostradas neste estudo, coordenadas geográficas, métodos de restauração implantados e caracterização geral das áreas e do entorno.

Table 1. Sampled areas in this study, geographic coordinates, methods of implanted restoration and general characterization of areas and surroundings.

Áreas e coordenadas geográficas (UTM fuso 23)	Métodos implantados	Caracterização da área e do entorno
Área 1 (288.815/7426.384)	Plantio total	Pomar, culturas anuais Campo úmido antrópico Próximo a fragmentos degradados
Área 2 (290.363/7425,551)	Enriquecimento e adensamento	Pastagem Próximo a fragmentos degradados
Área 3 (291.292/7424.576)	Plantio total	Campo úmido antrópico Próximo a fragmentos degradados
Área 4 (291.147/7424.226)	Plantio total Enriquecimento	Pastagem Próximo a fragmentos degradados
Área 5 (292.392/7423.825)	Plantio total Enriquecimento e adensamento	Pomar e área abandonada sem regeneração Próximo a fragmento - potencial fonte de propágulos
Área 6 (290.229/7423.619)	Plantio total Enriquecimento	Pastagem e reflorestamento com exóticas Campo úmido gerado por lago Próximo a fragmentos degradados
Área 7 (290.772/7423.315)	Plantio total Enriquecimento	Pastagem Próximo a fragmentos degradados
Área 8 (291.237/7423.359)	Plantio total Enriquecimento e adensamento	Pastagem e campo úmido Próximo a fragmentos degradados
Área 9 (291.158/7422.502)	Plantio total Enriquecimento e adensamento	Pastagem Próximo a fragmento - fonte de propágulos
Área 10 (290.895/7421.983)	Enriquecimento e adensamento	Pasto com regeneração Próximo a fragmento - fonte de propágulos

Nas áreas 1, 3, 5 e 10 os proprietários residem no local e realizam produção agrícola, enquanto os proprietários das demais possuem fontes de renda provenientes de outras atividades não agrícolas (áreas 2, 8, 9), ou não residem no local, utilizando a propriedade para descanso e lazer (áreas 4, 6, 7) Como Área de Referência – AR foi selecionado um fragmento bem conservado de Floresta Estacional Semidecidual na mesma microbacia, situada a 23°17'8" de latitude e 47°1'22" de longitude, com área total de 1.657 hectares,

situando-se em uma propriedade particular que faz parte do complexo da Serra do Japi. Utilizou-se o mesmo método de amostragem (duas parcelas de 100 m²) e mesmo conjunto de indicadores das demais áreas de estudo. A área de referência foi adotada como área de comparação dos indicadores, e não como uma área ideal que se quer atingir no final do processo de restauração, pois sabe-se que uma área em processo de restauração não ficará como um fragmento, pois já houve alteração na dinâmica local.

A amostragem de cada área de estudo e de referência foi efetuada em duas parcelas circulares de 100 m², mensurando-se a altura, circunferência à altura do peito – CAP e número de bifurcações com altura superior a 0,5 m, com identificação das espécies em campo. Para cada espécie não identificada foi coletada amostra botânica com posterior herborização para sua classificação e definição do grupo sucessional e função ecológica, consultando-se literatura especializada (Carvalho, 2008; Lorenzi, 2008; Ramos et al., 2008). Para a avaliação das áreas, foi utilizado um conjunto de indicadores baseado no método MESMIS – Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores (Masera et al., 1999) e adaptado por Fonseca (2011), sendo avaliados os processos ecológicos geradores de estabilidade

(capacidade do modelo de manter o equilíbrio ecológico), de resiliência (resposta a distúrbios do modelo) e de confiabilidade (capacidade do modelo de manter sua produtividade com o surgimento de alterações a longo prazo). Os descritores foram adaptados de acordo com Piña-Rodrigues et al. (2015), definindo-se para cada indicador cenários positivos e seus respectivos parâmetros (Tabela 2). Para cada um deles (estabilidade, resiliência e confiabilidade), foram atribuídas notas variando de zero a 1 (grau crítico ou distinto do cenário positivo), 2 (grau aceitável) e 3 (grau desejado de sustentabilidade, similar ao cenário positivo), tendo como base a Resolução SMA 08/2008 (São Paulo, 2008) em vigor na época da implantação dos projetos de restauração, para Florestas Estacionais Semidecíduais.

Tabela 2. Atributos, descritores, indicadores, cenários referenciais e parâmetros na avaliação das áreas de preservação permanente – APPs em restauração.

Table 2. Attributes, descriptors, indicators, reference scenarios and parameters in the evaluation of permanent preservation areas – APPs.

Indicadores	Cenários Referenciais	Parâmetros
ESTABILIDADE E RESILIÊNCIA		
Diversidade de espécies		
Diversidade de funções sucessionais das espécies	Proporção de espécies pioneiras e não pioneiras presentes no modelo.	P < NP = 3 P ± NP = 2 P > NP = 1
Diversidade de espécies arbóreas	Índice de Shannon próximo ao esperado para AR com H' = 3,34 nats.indivíduo.	H' > 3,0 = alto (3) 1,0 < H' < 2,9 = médio (2) H' < 0,9 = baixo (1)
Equitabilidade	Índice de Pielou (J') similar ao de áreas de floresta secundária da região. Valor da área de referência AR: J' = 0,91.	J' > 0,9 - alta = 3 0,5 < J' < 0,9 - média = 2 J' < 0,5 - baixa = 1
Riqueza de espécies nativas	Indesejável: baixa diversidade prejudica o estabelecimento da comunidade futura. Desejável: similar à AR = 39 espécies.	Nº espécies > 30 = 3 10 > Nº espécies < 30 = 2 Nº espécies < 10 = 1
Densidade de indivíduos arbóreos (nº.ha ⁻¹)	Indesejável: alta mortalidade, considerando a densidade de plantas recomendada pela Res. SMA 08/08. Regular: valores médios de densidade baseados na Res. SMA nº 08/08. Desejável: valores aproximados aos recomendados pela SMA nº 08/08 (1.667 ind.ha).	< 400 = 0 > 400 e < 800 = 1 > 800 e < 1200 = 2 > 1200 = 3
Nº de indivíduos/grupo sucessional	Indesejável: não atende à Res. SMA nº 08/08. Desejável: atende à Res. SMA nº 08/08.	< 40% e > 60% = 3 > 40% e < 60% = 1

continua
to be continued

continuação – Tabela 2
 continuation – Table 2

Indicadores	Cenários Referenciais	Parâmetros
ESTABILIDADE E RESILIÊNCIA		
Diversidade funcional		
Circunferência à altura do peito – CAP médio (cm) até aos 4-5 anos de idade	Indesejável: reflete crescimento lento dos indivíduos ou replantios constantes (< 5 cm). Regular: valores considerados médios de crescimentos para plantios com até 4-5 anos (10 a 15 cm). Desejável: valores considerados compatíveis com plantios de restauração de 4-5 anos (> 15 cm).	< 5 cm = 0 > 5 e < 10 cm = 1 > 10 e < 15 cm = 2 > 15 cm = 3
Altura média dos indivíduos arbóreos (m) até aos 4 - 5 anos	Indesejável: reflete crescimento lento dos indivíduos ou replantios constantes (< 0,5 m). Regular: valores considerados médios de crescimentos para plantios com até 4-5 anos (de 0,5 a 1,0 m). Desejável: valores considerados compatíveis com plantios de restauração de 4-5 anos (> 1,5 m).	< 0,5 m = 0 > 0,5 e < 1,0 = 1 > 1,0 e < 2,0 = 2 > 2,0 = 3
Nº de bifurcações	Indesejável: pode indicar problemas de excesso de luz, atraso no estabelecimento de competição ou outro fator (média > 2 bifurcações/planta). Desejável: predominância do crescimento monopodial para a maioria das espécies. Valores compatíveis aos constatados na área de referência (0,23 bifurcações/planta).	> 2 bifurcações = 0 1 a 2 bifurcações = 1 1 bifurcação = 2 Sem bifurcação = 3
Diversidade de funções ecológicas (f)	Como principais funções da floresta foram considerados: – presença de espécies adubadoras ou fertilizadoras (com interação com micro-organismos para fixação de nitrogênio); - aporte de biomassa (espécies caducifólias); – atração de fauna (espécies zoocóricas).	f (ecológica) > 3 1 < f (ecológica) < 3 = 2 1 f = mínimo = 1 Nenhuma função = 0
Epífitas	Indesejável: ausente. Desejável: presente, predomínio de posição nos terços superiores e médios dos indivíduos arbóreos.	Abundantes = 3 Regular/presentes = 2 Poucas = 1 Ausente = 0
Cipós e lianas	Indesejável: dominando a copa das árvores, em especial os terços superiores e médios. Desejável: ausente ou em equilíbrio.	Em equilíbrio = 3 Regulares = 1 Abundantes = 0
Número de estratos	Dossel: altura maior que 12 m. Subdossel: 5 a 12 m. Sub-bosque: < 5 m.	1 estrato: 1 2 estratos: 2 3 estratos: 3
CONFIABILIDADE		
Controle e Manejo		
Abertura do dossel (% de luz no solo)	Desejável: rápido desenvolvimento da cobertura de copa, pois diminui a incidência de luz no solo, fator importante no mato-competição. Indesejável: clareiras e excesso de luz no solo.	0 a 30%: baixa = 3 30 a 50%: média = 2 > 50%: alta = 1
Cobertura de copas (projeção de copas)	Desejável: rápido desenvolvimento da cobertura de copa, pois diminui a incidência de luz no solo, fator importante no mato-competição. Indesejável: clareiras e excesso de luz no solo.	0% = 0 0-25% = 1 25-50% = 2 > 50% = 3

continua
to be continued

continuação – Tabela 2
 continuation – Table 2

Indicadores	Cenários Referenciais	Parâmetros
CONFIABILIDADE		
Controle e Manejo		
% de cobertura do solo com gramíneas invasoras	Desejável: baixa densidade de invasoras é favorável ao desenvolvimento das nativas. Indesejável: presença de invasoras.	Ausente a 10% = 3 > 10 a 25% = 2 25-50% = 1 > 50% = 0
Presença de espécies exóticas (não regionais)	Desejável: baixa densidade de exóticas é favorável ao desenvolvimento das nativas. Indesejável: presença de exóticas.	Ausentes = 3 10 < N° < 15 = 2 15 < N° < 20 = 1 N° > 20 = 0
Manejo e práticas de conservação	Visitas periódicas à área pelo proprietário e práticas de manejo como controle de fogo, capinas e retirada de fatores de perturbação.	Muito visitado = 3 Pouco visitado = 2 Não visitado = 0
Presença humana	Fogo na área.	Ausência = 3 Presença recente = 1
Proteção do solo e ciclagem de nutrientes		
Cobertura do solo (estimativa do quadrante)	Cobertura do solo por vegetação nativa (visualização geral) Desejável: mais de 50% de cobertura.	> 50% = 3 15-59% = 2 < 15% = 1
Cobertura do solo com regenerantes e herbáceas	Indesejável: ausência de regenerantes e herbáceas. Regular: presença de alguns regenerantes. Desejável: presença de regenerantes e herbáceas.	1 – 25% = 0 25 – 50% = 1 50 – 75% = 2 75 – 100% = 3
Serapilheira	Serapilheira cobrindo o solo em % e altura com valores similares à uma área de floresta secundária na região (AR = 100% de cobertura e 5 cm de altura).	> que a AR = 3 Similar à AR = 2 < que a AR = 1

Fontes: Masera et al. (1999), adaptado por Fonseca (2011) e Piña-Rodrigues et al. (2015).

Sources: Masera et al. (1999), adapted from Fonseca (2011) and Piña-Rodrigues et al. (2015).

Para as estimativas de cobertura do solo com a regeneração natural, invasoras e serapilheira, foi utilizado um quadro reticulado de 0,50 m x 0,50 m subdividido em quadrantes de 0,25 m x 0,25 m, lançado quatro vezes ao acaso dentro de cada parcela, obtendo-se uma média percentual dos valores (Piña-Rodrigues et al., 2015). A amostragem da cobertura de copas indicador também recomendado pela Resolução SMA nº 32/2014 (São Paulo, 2014) foi realizada com o uso de trena de 25 m disposta transversalmente às linhas de plantio, medindo-se a cobertura da projeção das copas e, em seguida, transformando-a em índice percentual. Já a abertura do dossel foi baseada na projeção da área recoberta por copa realizada no centro de cada parcela amostral, medida com o auxílio de um refletor plano simples

subdividido em 40 quadrículas, onde se determina o número de quadrículas não recobertas pelo reflexo da copa em cada direção (N, S, L e O), com as médias obtidas transformadas em percentual. Os indicadores foram comparados utilizando-se gráficos de radar, para as áreas com as melhores pontuações. Tanto os índices de diversidade (H') de Shannon-Weaver (Shannon e Weaver, 1949), equitabilidade (J') de Pielou (1977), assim como a similaridade entre as áreas em relação aos indicadores foi realizada com a matriz 22 x 10 (indicadores x áreas), empregando-se o programa PAST 2.16 (Hammer, 2012). Utilizando-se o programa Statistix 8.0 (Analytical Software, 2003), foi realizada a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis e o teste t para comparar as médias, quando $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No fragmento de referência (AR), foi verificada riqueza superior a das áreas restauradas e nenhuma delas apresentou riqueza final de 80 espécies, conforme recomendado pela Resolução SMA nº 08/2008 (São Paulo, 2008) em vigor na época dos plantios e pela atual Resolução SMA nº 32/2014 (São Paulo, 2014). Do mesmo modo, recomenda-se que nenhum grupo sucessional apresente mais de 40% de espécies ou mais de 60% dos indivíduos. No entanto, no presente estudo, somente as áreas 5, 6, e 10 atenderam a esses requisitos, enquanto as demais apresentaram dominância de espécies pioneiras. Para densidade, os maiores valores foram atribuídos para as áreas 4 e 10, porém foram inferiores aos 1.667 indivíduos.ha estabelecidos na Resolução SMA nº 08/2008 (São Paulo, 2008) e ao constatado na área de referência. Esses resultados são inferiores aos obtidos por Souza e Batista (2004) que constataram densidade de 2.078 indivíduos.ha em reflorestamentos com cinco anos. Contudo se assemelharam aos obtidos por Melo et al. (2007) em três reflorestamentos de 36 meses de plantio com densidades de 2.200 indivíduos.ha, 1.580 indivíduos.ha e 1.240 indivíduos.ha, mostrando que a mortalidade de indivíduos foi maior em algumas das áreas estudadas na presente pesquisa.

A diversidade de espécies na área de referência no presente estudo foi $H' = 3,34$ nats.indivíduo valor similar a outros levantamentos em Florestas Estacionais Semidecíduais, com $H' = 3,45$ (Silva e Soares, 2003), $H' = 3,37$ (Maestro e Gandolfi, 1996 – dados não publicados)⁴ e $H' = 3,45$ (Silva, 2001). Segundo Martins (1991), para as florestas do interior paulista, a diversidade (H') situa-se entre 3,16 e 3,63 nats.indivíduo. Em relação às áreas em processo de restauração,

os valores encontrados de diversidade arbórea e equitabilidade ficaram abaixo dos obtidos por Passos (1998), que observou $H' = 2,6$ nats.indivíduo e $J' = 0,8$ em mata ripária em processo de regeneração. Ainda, os valores obtidos por Souza e Batista (2004), em áreas de restauração com cinco anos, foram de $H' = 2,18$ nats.indivíduo e $J' = 0,66$. Entretanto, os valores de diversidade em 30% das áreas de restauração estudadas foram superiores aos encontrados por Durigan e Dias (1990), com $H' = 2,28$ nats.indivíduo, em áreas de mata ripária plantadas em linhas, em Floresta Estacional Semidecidual com 28 anos de idade.

Estudos realizados em fragmentos de florestas estacionais têm apresentado índices de equitabilidade (J') de 0,71 a 0,83 (Ivanauskas et al., 1999; Silva e Scariot, 2003). Neste estudo, nas áreas em restauração 3 e 5 (em que foi implantado o método de plantio total) os resultados incluem-se neste intervalo, enquanto nas demais áreas os valores de equitabilidade foram superiores à AR, sugerindo a distribuição equilibrada de indivíduos entre as espécies. De maneira geral, as áreas apresentaram problemas em relação à diversidade de espécies e densidade de indivíduos, o que pode ser resultado da alta mortalidade inicial (> 40%) na maioria das áreas. Deste modo, o indicador estabilidade do ecossistema ficará comprometido, já que é resultante da interação entre um grande número de espécies que, ao sofrerem perturbação, possibilitam às demais poderem desempenhar o papel das afetadas pelo distúrbio, mantendo a resiliência e o equilíbrio desse ecossistema e, ajustando os impactos aos seus processos ecológicos (Duarte e Bueno, 2006). Por outro lado, Engel (2011), baseada na teoria BEF, afirma que a maior biodiversidade não leva ao melhor funcionamento do ecossistema, mas sim contribui para sua estabilidade e provisão de múltiplos serviços ambientais.

⁴MAESTRO, A.L.; GANDOLFI, S. Levantamento florístico e fitossociológico de um trecho de floresta estacional semidecidual às margens do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba, SP. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 11., 1996, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 1996. v. 1, p. 87. (não publicado).

Em relação aos indicadores de diversidade funcional, as áreas apresentaram valores de altura acima de 1,5 m que, embora seja considerado desejável para essa faixa de idade (6-7 anos), se deve ao rápido crescimento de indivíduos pioneiros o que resulta muitas vezes em um dossel menos estratificado. Apenas a Área 10 apresentou três estratos, o que pode ser atribuído ao método de enriquecimento de um fragmento preexistente nessa área em restauração, já possuindo uma certa dinâmica sucessional. Por sua vez, em relação ao número médio de bifurcações dos indivíduos arbóreos, houve crescimento monopodial para a maioria dos indivíduos, com exceção das áreas 1, 3 e 7, o que pode indicar a ocorrência de eventos gerando danos aos indivíduos em suas fases iniciais, resultantes da capina, pragas ou mesmo pelo excesso de luz.

Para o indicador de funções ecológicas das espécies, na AR há evidência de uma diversidade de funções ecológicas consideradas adequadas para o equilíbrio do ecossistema. Nas áreas de restauração, as que também apresentaram mais de três funções tiveram baixa representatividade e distribuição irregular de indivíduos nas espécies (valor de J). A zoocoria foi predominante na AR (52%), assim como nas Áreas 5 (76%) e 9 (40%). A Resolução SMA nº 08/2008 (São Paulo, 2008) em vigor na época dos plantios, recomendava que 20% das espécies utilizadas tivessem síndrome de dispersão zoocórica, em especial com uso de nativas da vegetação regional, para exercer a função ecológica de atração de fauna para as

áreas em restauração (São Paulo, 2008). Porém a Resolução SMA nº 08/2008 foi revogada pela Resolução SMA nº 32/2014, que recomendou a utilização de no mínimo 40% de espécies zoocóricas nativas regionais. De maneira geral, a porcentagem de zoocoria variou de 16%, menor valor obtido na área 7, a 76% na área 5, sendo que, mesmo com a distribuição irregular de indivíduos nas espécies, todas as áreas atenderam à Resolução SMA 08/2008 e somente 20% das áreas atenderam à Resolução SMA nº 32/2014.

A presença de epífitas só foi constatada na AR, pois as demais áreas não apresentavam ainda características de estágios mais avançados de sucessão. Segundo estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA na Resolução CONAMA nº 01/1994 (CONAMA, 1994), a presença de epífitas é um dos critérios para definição dos estágios sucessionais mais tardios da vegetação secundária. Já a presença de cipós e lianas, que são consideradas indesejáveis em áreas em processo de restauração, não foi observada nas áreas de estudo. No entanto, um estudo revelou que a presença de lianas em equilíbrio (como a situação encontrada na AR), possui funções de estabilização do microclima, facilitando a germinação e contribuindo para a biodiversidade (Engel et al., 1998).

Ao comparar a AR com as quatro áreas que tiveram as melhores pontuações em relação aos atributos de estabilidade e resiliência (Tabela 3), observa-se a similaridade dos indicadores de equitabilidade, CAP, altura média dos indivíduos arbóreos e diversidade de funções ecológicas (Figura 2).

Tabela 3. Resultados dos indicadores aplicados para avaliação das áreas de preservação permanente – APPs em comparação à Área de Referência – AR.

Table 3. Results of indicators applied to assess the permanent preservation areas – APPs compared to the Reference Area – AR.

Item	AR	Áreas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Diversidade de funções sucessionais das espécies	Pioneira											
	33	17	9	10	18	12	13	12	22	15	10	
	Não pioneira											
	52	5	3	4	7	9	10	2	0	0	14	
Diversidade de espécies arbóreas (H')	3,343	2,177	2,023	1,966	2,588	1,976	2,545	1,871	1,905	0,84	2,784	
(nats/indivíduo)												
Equitabilidade (J')	0,912	0,907	0,972	0,819	0,955	0,858	0,939	0,961	0,916	0,946	0,949	
Riqueza de espécies nativas	39	11	8	14	15	9	15	7	8	8	20	
(nº de espécies)												
Densidade de indivíduos arbóreos (nº.ha ⁻¹)	2225	550	300	350	625	525	575	350	550	375	675	
Número de indivíduos/grupo sucessional	Não pioneira, %											
	58,4	22,73	25,75	28,57	28,00	42,86	43,48	85,71	0	0	37,04	
	Pioneira											
	37,08	77,27	75,00	71,43	72,00	57,14	56,52	14,29	100,0	100,0	51,85	
CAP médio (cm) até aos 4 - 5 anos de idade	29,04	30,03	18,16	29,15	30,03	24,23	25,53	12,23	21,75	31,16	33,13	
Altura média dos indivíduos arbóreos (m)	8,49	5,11	3,62	6,51	4,82	4,05	7,19	3,02	4,15	6,16	5,18	
Nº de bifurcações	1,12	2	1,08	2,28	1,56	1,28	1,56	1,71	1,63	1,26	1,22	
Diversidade de funções ecológicas	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	
Epífitas	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cipós e lianas	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Número de estratos	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
Luz no solo, %	0	6,25	65,4	39,4	6,25	35,2	31,2	100	78	34,6	15,3	
Cobertura de copas (projeção copas) %	94	80	65	64	53	48	56	16	40	34	92	
Cobertura do solo com invasoras	0	10	50	50	5	30	65	90	78	95	5	
Presença de espécies exóticas	0	1	1	0	0	3	1	0	1	0	0	
(não regionais)												
Manejo e práticas de conservação	Visitado											
	muito	muito	não	pouco	pouco	muito	não	não	não	não	não	pouco
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	98	30	50	30	50	40	40	20	40	30	85	
	50	10	20	10	20	25	20	15	20	20	50	
	100	80	50	10	20	10	30	30	30	50	100	
	Cobertura do solo com regenerantes e herbáceas, %											
	Serapilheira, %											

Fonte: dados da pesquisa em 2014.

Source: data from the research in 2014.

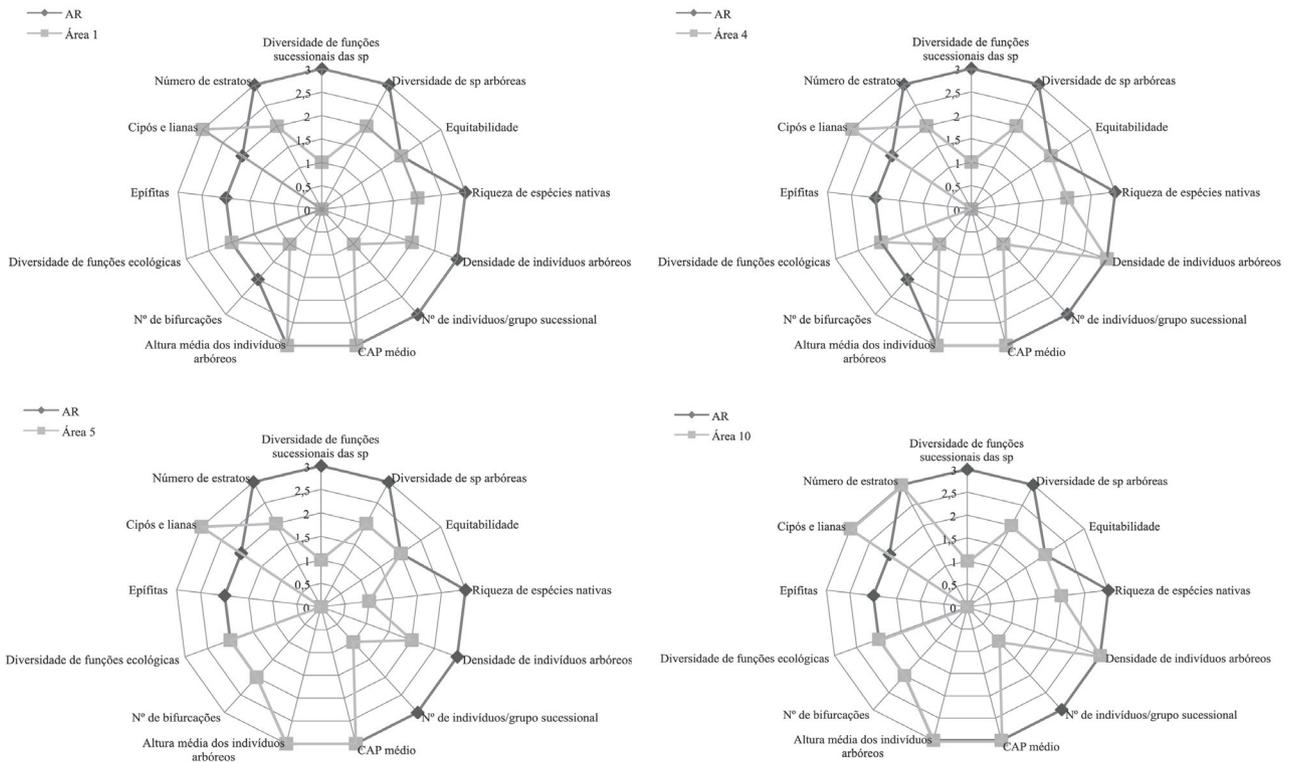


Figura 2. Áreas de APP em restauração com 6-7 anos com maiores pontuações, em comparação à Área de Referência para os atributos de estabilidade e resiliência, avaliadas no ano de 2014, em Cabreúva-SP.

Figure 2. APP Areas in restoration with 6-7 years with higher scores compared to the Reference Area for the attributes of stability and resilience, evaluated in 2014, in Cabreúva-SP.

A Área 10 foi a mais similar à AR em todos os indicadores, com exceção da serapilheira. Assim, a estabilidade e a resiliência dessa área de estudo foram influenciadas pela diversidade de espécies e de funções sucessionais, destacando-se a ausência de epífitas e o baixo número de indivíduos por grupo sucessional. Para o atributo de confiabilidade do modelo, os valores dos indicadores de incidência de luz no nível do solo, cobertura de copas, presença de espécies exóticas, manejo e práticas de conservação e presença humana negativa foram considerados adequados na AR e nas áreas 1, 4 e 10 (Figura 3). No restante das áreas, os problemas em relação à mato-competição influenciaram negativamente os indicadores de incidência de luz no solo e, em partes, a cobertura de copas e cobertura do solo por vegetação, condições que favoreceram a presença de gramíneas invasoras.

Em termos de funcionamento do modelo, os indicadores de cobertura do solo por vegetação (visualização geral em % com uso de quadrante) e serapilheira apresentaram valores considerados adequados somente na AR e na Área 10, sendo todos os demais valores abaixo de 50% de cobertura, em um cenário considerado indesejável (Tabela 2). A cobertura do solo por vegetação e serapilheira propicia condições adequadas para o estabelecimento e perpetuação das espécies, uma vez que o solo fica recoberto e protegido, inibe a mato-competição, permanece úmido e com boa quantidade de nutrientes (Davidson et al., 2004). Portanto, com exceção da Área 10, onde já havia um fragmento com certo nível de complexidade, as demais não apresentaram, em 6-7 anos, algumas das condições que propiciassem o estabelecimento da ciclagem de nutrientes, essencial para sua autossustentabilidade e resiliência.

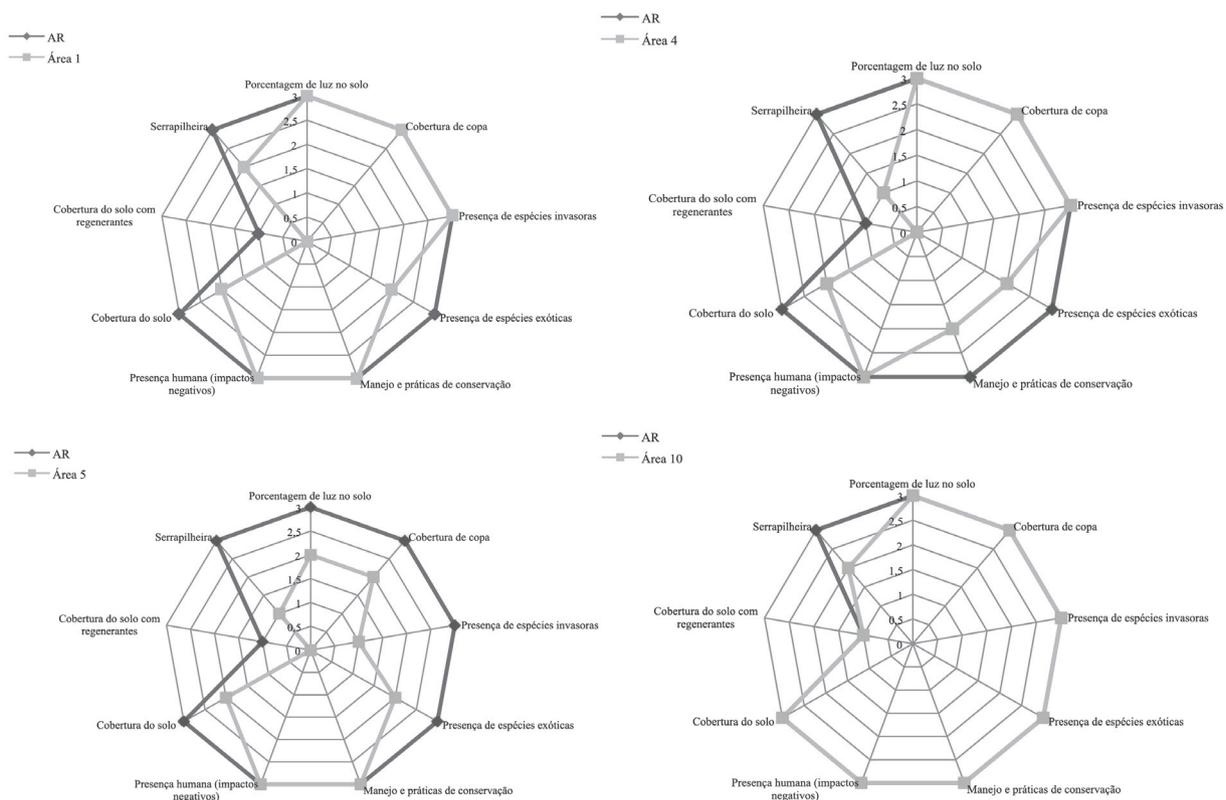


Figura 3. Áreas de APP em restauração com 6-7 anos com maiores pontuações, em comparação à Área de Referência para o atributo de confiabilidade do modelo, avaliadas no ano de 2014, em Cabreúva-SP.

Figure 3. APP Areas in restoration with 6-7 years with higher scores compared to the Reference Area for the model reliability attribute, evaluated in 2014 in Cabreúva-SP.

A resolução em vigor, ou seja, a SMA nº 32/2014 (São Paulo, 2014) recomenda que sejam avaliados três indicadores principais, sendo que dois deles se referem à regeneração natural (nº de espécies nativas regenerantes e densidade de indivíduos nativos regenerantes), além do indicador cobertura do solo, eliminando também a necessidade de identificação das espécies, por entender que se tratam de importantes indicadores para avaliar áreas em processo de restauração e são de fácil entendimento e aplicação em campo pelos proprietários de terra ou pessoas envolvidas. Observando os valores intermediários de referência para o monitoramento de áreas em processo de restauração pela Resolução SMA nº 32/2014 em áreas com até 5 anos (valor que mais se enquadra as áreas de estudo), podemos analisar que o indicador cobertura do solo por vegetação nativa (%) na área de referência e na área 10 enquadrou-se no parâmetro adequado. As demais áreas obtiveram parâmetro mínimo.

Ao analisar os resultados do indicador cobertura do solo por regeneração natural, percebemos que se excetuando a área 10, a presença de regenerantes apresentou-se pouco expressiva em todas as demais áreas (abaixo de 25%), valor considerado dentro do parâmetro crítico – indicado pela Resolução SMA nº 32/2014. A regeneração natural é de grande importância em uma área em processo de restauração, pois mostra a perpetuação das espécies ao longo do tempo, sua capacidade de regeneração e formação do banco de sementes e a capacidade de resiliência de um ecossistema degradado ou dos estágios sucessionais das florestas (Magnago et al., 2012). Contudo, Melo et al. (2007) relataram que até os 7 anos de implantação, a vegetação regenerante é, em geral, incipiente.

Em relação à confiabilidade do modelo, embora práticas de manejo tenham sido realizadas, estas não foram eficientes no controle de gramíneas invasoras até aos 6-7 anos. Os indicadores de estabilidade, em especial os de diversidade de espécies e os de confiabilidade, também demonstraram a ausência de regeneração natural, a falta de cobertura do solo e a presença escassa de serapilheira. Para avaliar essa condição, a Resolução SMA nº 32/2014 passou a exigir do restaurador o monitoramento periódico, nos períodos de 3, 5, 10, 15 e 20 anos até que a recomposição tenha sido atingida.

A análise de agrupamento gerou a formação de três grupos (Figura 4), sendo o grupo A formado pelas áreas que apresentaram maior similaridade com a AR (1, 10 e 4, respectivamente). Nesse grupo, os indicadores que mais influenciaram foram os de estabilidade e

resiliência do modelo (diversidade, densidade, equitabilidade, CAP médio e altura) e a cobertura de gramíneas invasoras. O grupo B foi composto pelas áreas 3 e 5, devido à semelhança dos indicadores de diversidade, equitabilidade e cobertura média por serapilheira. Por sua vez, o grupo C foi formado pelas áreas 2, 7, 8 e 9, em função dos indicadores de riqueza, equitabilidade, diversidade de funções ecológicas, baixa cobertura do solo por vegetação e serapilheira. A área 6 foi a que mais diferiu das demais, destacando-se o indicador de altura. Contudo, apesar dos agrupamentos obtidos, pela análise de Kruskal-Wallis ($F = 3,42$ e $p = 0,003$), observa-se que, pelo menos, uma das áreas diferiu das demais. O teste t pareado confirmou que as áreas 1, 4 e 10, componentes do grupo A, foram significativamente similares à AR, de acordo com o conjunto de indicadores avaliados.

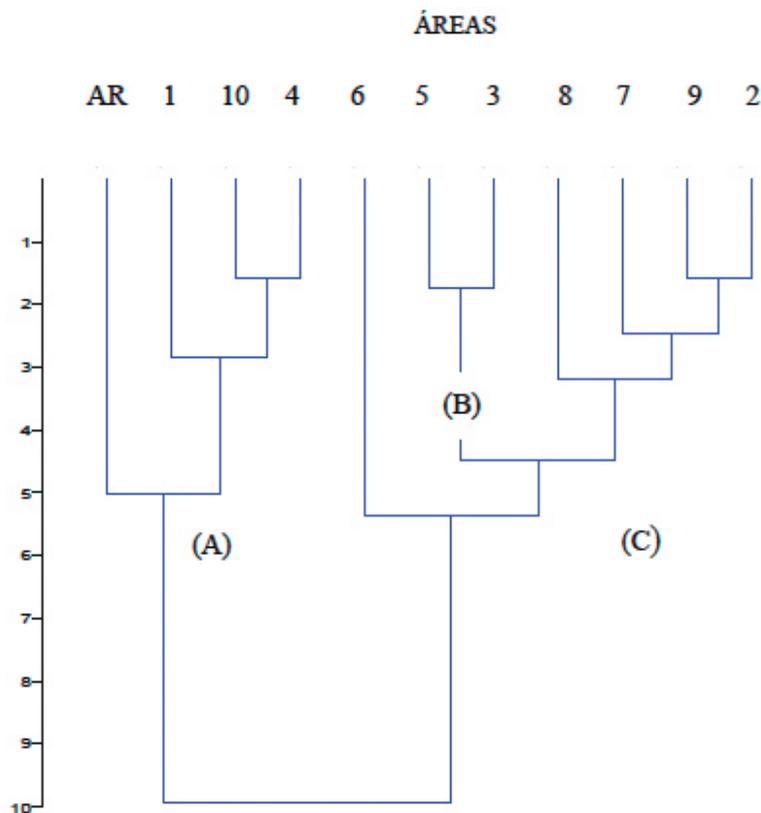


Figura 4. Dendrograma da análise de agrupamento dos indicadores aplicados às áreas de restauração com 6-7 anos, na microbacia do ribeirão Pirai, 2014, Cabreúva-SP.

Figure 4. Dendrogram of cluster analysis of indicators applied to the restoration areas with 6-7 years, in the Pirai stream watershed, 2014, Cabreúva-SP.

A constatação de que a maior parte das áreas não se encontra em um processo efetivo de restauração da funcionalidade ecológica é preocupante, pois a maioria delas está próxima de potencial fonte de propágulos representada por fragmentos da Serra do Japi. Neste estudo, 70% das áreas apresentaram problemas de estabilidade, resiliência e de confiabilidade associada ao seu manejo. Apesar disso, a Resolução SMA nº 32/14 (São Paulo, 2014) aborda apenas as questões referentes à confiabilidade do modelo, reduzindo as exigências sobre os fatores que efetivamente poderiam aumentar a sua resiliência, em especial os ligados à diversidade de espécies e funcionalidade.

Na prática, a quantidade de mudas inicialmente plantadas foi de 10 a 15% menor devido a condições adversas encontradas em campo (peculiaridades locais do terreno, por exemplo) e houve grande perda de mudas (aproximadamente 40%) por não adaptação, períodos de estiagem e fogo acidental (dados obtidos com a instituição executora dos projetos no município de Cabreúva), resultados que, de acordo com estudos conduzidos em plantios de restauração, têm revelado valores de mortalidade iniciais de até 30% aos 2 anos pós-plantio (Stolarski et al., 2012; Schievenin et al., 2012), valores acima do máximo de 10% sugeridos no Pacto da Mata Atlântica (Rodrigues et al., 2009).

Nesse sentido, é possível questionar se os modelos utilizados devem ser alterados, buscando-se métodos que sejam menos dependentes de intervenções contínuas. É esperado que uma área restaurada não seja similar a uma AR, devido ao alto nível de complexidade da mesma, ou que esse processo de restauração tenha prolongado tempo. Por isso, é preciso esclarecer quais os objetivos da restauração em determinado local, a fim de aprimorar as suas qualidades (oportunidades econômicas, conservação do solo, constituir Reserva Legal, entre outros) (Attanasio et al., 2006).

4 CONCLUSÕES

Os projetos de restauração aqui avaliados não propiciaram, até os 6-7 anos, condições que possibilitem o estabelecimento de atributos geradores de estabilidade, resiliência e confiabilidade do modelo. De modo geral, os indicadores mais relevantes neste estudo foram diversidade de espécies, riqueza, densidade, distribuição sucessional, cobertura do solo e serapilheira, sendo portanto estes fatores que, em condições ideais, poderiam garantir a autonomia da área ao longo do tempo. Assim, sugere-se escolher métodos ou modelos apropriados para a realidade de cada área a ser restaurada e realizar ações de manejo adaptativo para melhorar o funcionamento do ecossistema estudado, eliminando a necessidade de manutenção contínua e evitando altos custos. Além disso, faz-se necessário observar os objetivos da restauração em cada área e propor alternativas para que o proprietário de terra tenha mais envolvimento para restaurar suas áreas, como os Sistemas Agroflorestais – SAFs e os programas de Pagamento por Serviços Ambientais – PSAs. Por fim, há a necessidade de acompanhamento contínuo dos projetos de restauração, desde sua elaboração, implantação e seu monitoramento, tanto por parte dos órgãos fiscalizadores quanto das entidades executoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANALYTICAL SOFTWARE. **Statistix 8.0**. 2003.
- ATTANASIO, C.M. et al. **Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas, restauração de matas ciliares**. Piracicaba: Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, 2006. 64 p. (Apostila Técnica).
- BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e revoga a Lei nº 4.771, de 1965. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 24 mar. 2014.

CADOTTE, M.W. The new diversity: management gains through insights into the functional diversity of communities. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 5, p. 1067-1069, 2011.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 3, 593 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 001/1994, de 31 de janeiro de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa em São Paulo. **Diário Oficial da União**, n. 024, de 3 de fevereiro de 1994, Seção 1, p. 1684-1685.

DAVIDSON, E.A.C. et al. Nitrogen and phosphorus limitation of biomass growth in a tropical secondary forest. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. 150-163, 2004.

DUARTE, M.M.R.; BUENO, M.S.G. Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista. In: BARBOSA, L.M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/files/2011/11/ManualRecupAreas%20Degradadas.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

DURIGAN, G.; DIAS, H.C.S. Abundância da regeneração natural sob mata ciliar implantada. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v. 3, p. 308-312.

ENGEL, V.L. Abordagem “BEF”: um novo paradigma na restauração de ecossistemas? In: SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 4., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2011. p. 155-165.

_____.; FONSECA, R.C.B.; OLIVEIRA, R.E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 3, p. 43-64, 1998.

FONSECA, V.H. **Seleção de indicadores ecológicos para a avaliação de planos de restauração de áreas degradadas**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Conservação, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.

HAMMER, O. **Paleontological statistics: PAST 2.16**. Oslo: Natural History Museum, 2012.

INSTITUTO SERRA DO JAPI. **O patrimônio natural da Serra do Japi: riscos e ações para preservação**. Jundiaí: Literarte, 1998. 86 p.

IVANAUSKAS, M.N.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual de Itatinga/SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 56, n. 12, p. 83-99, 1999.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948.

KRONKA, F.J.N. et al. Monitoramento da vegetação natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1569-1576.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. v. 1. 384 p.

MAGNAGO, L.F.S. et al. Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referência para a restauração florestal. In: MARTINS, S.V. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: UFV, 2012. v. 1, p. 69-100.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246 p. (Série Teses).

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS**. Mexico: Mundi-Prensa Mexico, 1999. 109 p.

MELO, A.C.G.; MIRANDA, D.L.C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares do Médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 321-328, 2007.

NAEEM, S. Biodiversity and ecosystem functioning in restored ecosystems: extracting principles for a synthetic perspective. In: FALK, D.A.; PALMER, M.A.; ZEDLER, J.B. (Ed.). **Foundations of restoration ecology**. Washington, D.C.: Island Press, 2006. p. 210-237.

NEVES, M.A. **Análise integrada aplicada à exploração de água subterrânea na Bacia do Rio Jundiá (SP)**. 2005. 200 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/103008>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

PASSOS, M.J. **Estrutura da vegetação arbórea e regeneração natural em remanescentes de matas ciliares do rio Mogi-Guaçu – SP**. 1998. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIELOU, E.C. **Mathematical ecology**. 2. ed. New York: Wiley-Interscience, 1977. 385 p.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. et al. **Protocolo de monitoramento da funcionalidade ecológica de áreas de restauração**. Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283355875_PROTOCOLO_DE_MONITORAMENTO_DA_FUNCIONALIDADE_ECOLOGICA_DE_AREAS_DE_RESTAURACAO>. Acesso em: 8 set. 2017.

RAMOS, V.S. et al. **Árvores da floresta estacional semidecidual: guia de identificação de espécies**. 2. ed. São Paulo: EDUSP: Biota/FAPESP, 2008. 320 p.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**: relatório zero. Piracicaba, 2000. 1 CD.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Mata ciliar: recuperações bem sucedidas**. 2002. Disponível em: <<http://www.outorga.com.br/pdf/Mata%20Ciliar%20-%20recupera%C3%A7%C3%B5es%20bem%20sucedidas.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2013.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 47, de 26 de novembro de 2003. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001; Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2003_Res_SMA_47.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2013.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Projeto de recuperação de matas ciliares: programa de adequação ambiental da microbacia do Ribeirão Piraí**. Piracicaba, 2006.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 08, de 31 de janeiro de 2008. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2008_Res_SMA_08.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2013.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. São Paulo. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2014.

SCHIEVENIN, D.F. et al. Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 19, n. 1, p. 95-108, 2012. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/f07jgTODeYSG26u_2013-4-29-15-13-59.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2014.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Champaign: University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SILVA, L.A. **Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de São Carlos – SP**. 2001. 106 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade de São Carlos, São Carlos.

_____.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, Bacia do rio Paraná). **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 305-313, 2003.

_____.; SOARES, J.J. Composição florística de um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de São Carlos-SP. **Árvore**, v. 27, n. 5, p. 647-656, 2003.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE AND POLICY WORKING GROUP – SER. **The SER primer in ecological restoration**. Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004. Version 2. 15 p.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 191, n. 1-3, p. 185-200, 2004.

STOLARSKI, O.C. et al. Avaliação inicial de plantio de espécies nativas pioneiras para a restauração de áreas degradadas no sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APRE, 2012. v. 1. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/36081785-Avaliacao-inicial-de-plantio-de-especies-nativas-pioneiras-para-a-restauracao-de-areas-degradadas-no-sudoeste-do-parana.html>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

UEHARA, T.H.K.; CASAZZA, E.F. **Avaliação da efetividade do Projeto de Recuperação de Matas ciliares do Estado de São Paulo: uma contribuição ao desenvolvimento de políticas públicas para a conservação da biodiversidade**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente; Projeto de Recuperação de Matas Ciliares, 2011. 91 p. (Produtos técnicos nº 03). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272505944_Avaliacao_da_efetividade_do_Projeto_de_Recuperacao_de_Matas_Ciliares_do_Estado_de_Sao_Paulo>. Acesso em: 24 mar. 2014.