

# Elaboração de uma metodologia de avaliação de fragmentos de remanescentes florestais como ferramenta de gestão e planejamento ambiental

## Development of a methodology for evaluation of the remaining forest fragments as a management tool and environmental planning

Roberto Wagner Lourenço<sup>1</sup>(\*)  
Darllan Collins da Cunha e Silva<sup>2</sup>  
Jomil Costa Abreu Sales<sup>3</sup>

### Resumo

Este trabalho teve por objetivo desenvolver uma metodologia de análise espacial por meio de técnicas de geoprocessamento para verificar a distribuição e condição estrutural de fragmentos de remanescentes florestais no município de Sorocaba, São Paulo. Foram construídos indicadores dos fragmentos de remanescentes florestais considerando sua forma geométrica e a relação com o tipo de uso do solo do seu entorno, a fim de se verificar o nível de exposição antrópica e o seu nível de sustentabilidade a partir da hierarquização dos indicadores sobre os remanescentes. Os resultados obtidos mostraram que aproximadamente 17% dos fragmentos de remanescentes florestais necessitam de atenção especial por estarem sob forte exposição de ações antrópicas em seu entorno, sofrendo forte pressão por diferentes tipos de usos de solo que afetam o seu entorno dificultando a sua regeneração e crescimento, além de impedir a mudança de estágio de sucessão, geração de corredores ecológicos e, conseqüentemente, sua manutenção. O estudo demonstrou que o entendimento dos tipos de pressões impostas aos fragmentos de remanescentes florestais pode contribuir com programas de gestão e planejamento territorial visando dar condições de recuperação florestal principalmente em áreas

---

1 Dr.; Geógrafo; Geociências e Meio Ambiente; Professor titular das disciplinas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, SIG e Aplicações Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" *Campus* Experimental de Sorocaba, UNESP; Endereço: Avenida 3 de março, n. 511, Alto da Boa Vista, CEP: 18087-180, Sorocaba, São Paulo, Brasil; E-mail: robertow@sorocaba.unesp.br (\*) Autor para correspondência.

2 MSc.; Engenharia Ambiental; Doutorando em Ciências Ambientais na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" *Campus* Experimental de Sorocaba, UNESP; Endereço: Avenida 3 de março, n. 511, Alto da Boa Vista, CEP: 18087-180, Sorocaba, São Paulo, Brasil; E-mail: darllanamb@yahoo.com.br

3 Biólogo; Mestrando em Ciências Ambientais na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" *Campus* Experimental de Sorocaba, UNESP; Endereço: Avenida 3 de março, n. 511, Alto da Boa Vista, CEP: 18087-180, Sorocaba, São Paulo, Brasil; E-mail: jomilc@gmail.com

urbanas, e que o emprego de técnicas de geoprocessamento pode contribuir significativamente no diagnóstico e caracterização do problema.

**Palavra-chave:** geoprocessamento; indicadores ambientais; Estágio de Sucessão.

## Abstract

The aim of this study was to develop a methodology for spatial analysis through geoprocessing techniques to verify the distribution and structural condition of remaining forest fragments in Sorocaba, São Paulo. Thus, indicators from the remnants of fragments of forest were constructed considering the geometric shape and the relation with the type of land use on the surroundings, in order to verify the level of anthropic exposure and sustainability from the indicators' hierarchy into the remnants. The results showed that approximately 17% of the remaining forest fragments need special attention because they are under strong anthropogenic exposure around them, suffering strong pressure as a consequence of different types of land use that affect its surroundings, making its regeneration and growth more difficult as well as preventing the change of successional stage, creating ecological corridors and consequently the maintenance of this areas. Therefore, this study demonstrated that the understanding of the types of pressures imposed on remaining forest fragments can contribute to program management and territorial planning in order to provide conditions for the forest to recover, mainly in urban areas, and that the use of the geoprocessing techniques can contribute significantly in the diagnosis and characterization problem.

**Key words:** geoprocessing; environmental indicator; Stage of Succession

## Introdução

As florestas têm sofrido, nos últimos anos, fortes impactos oriundos da forma do uso e ocupação do solo, principalmente em áreas densamente povoadas. Atualmente, o estado de São Paulo possui 2.670.324 hectares (ha) de Mata Atlântica, entretanto, esses remanescentes de floresta encontram-se sob intensa pressão antrópica e risco iminente de extinção (MCT, 2011; MORELLATO; HADDAD, 2000). A maior parte da mata permanece em pequenos fragmentos isolados uns dos outros, compostos por florestas secundárias ou em estágio médio de sucessão ecológica, com exceção dos grandes maciços

nas regiões serranas (NALLON; MATTOS; FRANCO, 2008; METZGER, 2000). Os escassos fragmentos de áreas maiores permanecem inalterados, pois se encontram em locais onde o terreno íngreme faz a ocupação humana particularmente difícil (SILVA et al., 2007).

Considerando que o território urbano é moldado por seus habitantes e é, sobretudo, um espaço social, desigualmente dinâmico, marcado pelos conflitos de uso e pela degradação ambiental, atualmente, com o aumento da supressão da vegetação natural, as cidades deixaram de assegurar uma boa qualidade de vida. Dessa forma, caso as políticas de gestão e planejamento, voltadas

para a manutenção dos fragmentos florestais, unidades de conservação e áreas de preservação permanente não forem providenciadas, o futuro projeta condições pouco promissoras do ponto de vista ambiental, para as cidades em desenvolvimento (MELLO-THÉRY, 2011).

Assim, visando avaliar especialmente tais problemáticas, os estudos ambientais, como os desenvolvidos no âmbito da Ecologia da Paisagem, revestem-se de grande importância para auxiliar no entendimento dos processos de ocupação antrópica em regiões como a Mata Atlântica (MCGARIGAL; MARKS, 1994).

De acordo com Burel e Baudray (2002), ecologia de paisagem é a ciência que estuda a estrutura, a função e as alterações dos ecossistemas, Trata-se da interação entre os elementos espaciais, isto é, o fluxo de energia, materiais e espécies entre os componentes ecossistêmicos. A alteração se refere à mudança na estrutura e na função do mosaico ecológico, considerando que a dinâmica paisagística depende das relações entre as sociedades e seu ambiente, criando estruturas modificadas no espaço e no tempo, e que essa heterogeneidade controla numerosos movimentos e fluxos de organismos, matéria e energia.

Na atualidade, ecologia da paisagem é uma perspectiva científica multidisciplinar consolidada, que compreende e ajuda a resolver alguns dos principais desafios ambientais contemporâneos na conservação da diversidade biológica baseado na hipótese de que as interações entre os componentes bióticos e abióticos são especialmente mensuráveis (MARENZI; RODERJAN, 2005).

Segundo Watrin e Venturieri (2005), as muitas medidas quantitativas de composição da paisagem, conhecidas como métricas ou

indicadores de paisagem, ganham cada vez mais atenção, na medida em que ajudam a compreender a estrutura complexa da paisagem e a forma como esta influencia determinadas relações ecológicas.

Os métodos quantitativos em ecologia da paisagem são aplicados em três níveis: o primeiro nível trata-se do Fragmento, no qual os cálculos quantitativos se aplicam a cada fragmento individual, sendo adequado para determinar qual é o fragmento de maior superfície entre todos os representados em um mosaico de paisagem; o segundo trata-se da Classe, no qual os cálculos se aplicam a cada conjunto de fragmentos da mesma classe, isto é, aqueles que têm o mesmo valor ou que representam o mesmo tipo de uso do solo, habitat, etc.; é apropriado para calcular a superfície que ocupa um determinado tipo de uso do solo, ou qual é a extensão média ocupada pelos fragmentos; o terceiro é a Paisagem, no qual os cálculos se aplicam ao conjunto de paisagem, isto é, a todos os fragmentos e classes de cada vez. O resultado informa o grau de heterogeneidade ou homogeneidade de toda a área analisada (MCGARIGAL; MARKS, 1994).

Várias dessas métricas têm sido desenvolvidas para descrever padrões espaciais a partir de produtos temáticos obtidos por meio do uso integrado de técnicas de Geoprocessamento. Dessa forma, tais técnicas são importantes como subsídios para tomada de decisões no tocante ao ambiente natural e a políticas públicas (WATRIN; VENTURIERI, 2005).

Associando os métodos quantitativos e a tecnologia, o geoprocessamento é um instrumento fundamental para o auxílio na interpretação dos dados obtidos através da paisagem (DOS SANTOS; PENA, 2011), seja por meio de informação a distância

produzida pelo sensoriamento remoto ou por meio de técnicas matemáticas e computacionais (NOVO, 2008; CAMARA; MEDEIROS, 1998). A distribuição espacial e estrutural dos ecossistemas, parâmetros bióticos e abióticos podem ser analisados com o uso de técnicas de geoprocessamento, permitindo uma análise ambiental mais rica, aumentando a compreensão do ambiente e incorporando informações antes não incorporáveis (CARDOSO; FARIA, 2010).

Dessa forma, a análise de dados espaciais de diferentes fontes permite extrair conhecimento adicional, incluindo os níveis de interferências dos diferentes tipos de uso do solo e cobertura vegetal no desenvolvimento dos estágios de sucessão de regeneração, utilizando imagens de satélite, aerofotos e a produção de dados estatísticos e matemáticos visando melhorar o entendimento do fenômeno e a possibilidade de se fazer previsões para a gestão e o planejamento do território e do meio ambiente.

Devido à importância da classificação da cobertura vegetal para uma análise espacial Ricklefs (2003) define como sucessão ecológica toda ou qualquer sequência de mudanças iniciada por uma perturbação no meio ambiente.

Como por exemplo, depois do corte raso da vegetação ou de queimada muito intensa, as primeiras plantas que se estabelecem são as de pequeno porte, chamadas pioneiras, que favorecem o aparecimento de outras espécies vegetais maiores, que por sua vez, sombreiam e eliminam as anteriores. Essas espécies são chamadas de secundárias e caracterizam-se por serem mais exigentes em termos de nutrientes e condições microclimáticas.

As florestas primárias são também chamadas de “climáticas”. O Clímax é o ponto final da sucessão, que é considerada como a vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos a ponto de não afetar significativamente suas características originais.

As florestas secundárias são as resultantes de um processo natural de regeneração da vegetação e são divididas em duas categorias, estágio médio e avançado de sucessão.

Visto que as áreas de maior representatividade do ponto de vista ecológico são os fragmentos em estágios médios e avançado, devido o grande potencial de resiliência, considerando que os fragmentos classificados como pioneiro ainda encontram em um estágio frágil, suscetível a ações antrópicas e que o estágio primário encontra-se no clímax da sucessão.

Dessa forma, avaliar as condições da cobertura vegetal em municípios com forte ação antrópica é uma questão cada vez mais proeminente, e o desenvolvimento de metodologias pode contribuir com políticas voltadas para gestão e planejamento do território e ainda com a sustentabilidade dos fragmentos de remanescentes florestais do município de Sorocaba. Assim, este trabalho empregou técnicas de geoprocessamento para gerar um indicador que refletisse o nível de exposição dos fragmentos de remanescentes florestais a ação antrópica, considerando-se como principais fatores de intervenção a relação entre a sua geometria (forma) e o tipo de uso do solo no seu entorno.

## **Métodos**

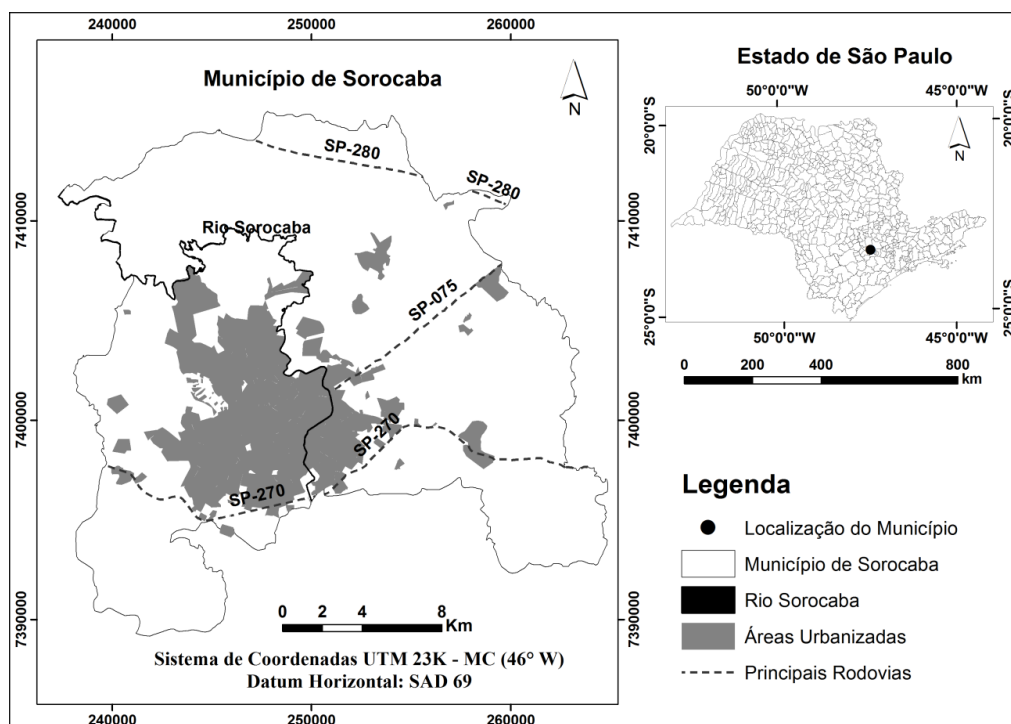
### **Área de estudo**

Os fragmentos de remanescentes florestais utilizados neste trabalho foram os

em estágios de sucessão avançado e médio do município de Sorocaba - SP. Sorocaba está localizado na região sudoeste do estado de São Paulo (Figura 1) na chamada borda da Depressão Periférica Paulista, situada no limite entre as bacias sedimentares do Paraná e as rochas do Embasamento Cristalino. Nesse cenário encontra-se, cortando a área urbana, o rio Sorocaba, o mais importante afluente da margem esquerda do rio Tietê. Apresenta um clima com temperaturas médias anuais de aproximadamente 20° Celsius, sendo que os fragmentos de remanescentes florestais encontra-se em uma zona de grande importância ecológica entre os biomas de Mata Atlântica e Cerrado, com presença de Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Cerrados (MCT, 2011).

Atualmente, a localização geográfica e o histórico de intensas atividades econômicas fez de Sorocaba um dos principais centros industriais do interior do estado de São Paulo, com infraestrutura de estradas e transportes públicos com rotas de fácil acesso à capital do estado de São Paulo, que elevaram o município ao status de um dos principais centros industriais do estado, contando, hoje, com um parque industrial de mais de 1.450 empresas de diferentes áreas de atuação. Esse desenvolvimento ao longo dos anos, acompanhado da expansão imobiliária e agrícola, causou grandes impactos ao meio ambiente (PORTAL SOROCABA, 2012). Em vista disso, há uma necessidade enorme de preservar os remanescentes florestais existentes no município.

Figura 1– Localização do município de Sorocaba no estado de São Paulo



Fonte: IBGE (2013).

Nota: Elaborado pelos autores.

## Elaboração do Indicador de Exposição Antrópico

O Indicador de Exposição Antrópico (IEA) foi gerado a partir do cálculo do Índice de Circularidade e do Índice de Efeito de Borda.

O índice de Circularidade (IC) foi calculado a partir da análise da forma de cada um dos fragmentos de remanescentes florestais da área de estudo, sendo consideradas as características de circularidade e alongamento de cada um dos fragmentos analisados (VIANA; PINHEIRO, 1998), segundo a equação (1):

$$IC = (2\sqrt{\pi A})/P \quad (1)$$

onde,

IC = Índice de Circularidade

A = Área do fragmento

P = Perímetro do fragmento

Os valores de IC possuem intervalo entre 0 e 1, sendo que os valores que se aproximam de 1 indicam fragmentos com tendência a uma forma circular, e a medida que esse valor torna-se menor, o fragmento apresenta uma forma mais alongada. Segundo Viana e Pinheiro (1998), quando esse índice é menor que 0,6, os fragmentos são considerados “muito alongados”; entre 0,6 e 0,8 “alongados”; e maiores que 0,8 “arredondados”. Consequentemente, fragmentos muito alongados são mais sujeitos aos efeitos de borda prejudiciais à conservação ambiental do fragmento.

O Índice de Efeito de Borda (IEB) determinou o nível de fragilidade em que os fragmentos de remanescentes florestais estão expostos, e foi calculado considerando a pressão das atividades antrópicas realizadas no seu entorno imediato.

O IEB é resultante da fragmentação e causa a redução de habitats e perda de espécies locais em função do aumento do isolamento dos fragmentos dos remanescentes florestais. O efeito de borda causado pelo isolamento da matriz vegetal também é capaz de afetar o microclima local e as interações abióticas, como mudanças na incidência solar, padrões de umidade e vento nas bordas dos fragmentos. Consequentemente, essas mudanças afetam a germinação das sementes e a proliferação de indivíduos intolerantes à sombra; o aumento na incidência de vento, na borda dos fragmentos, também aumenta o índice de queda de árvores, alterando a estrutura e a composição da paisagem (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; LAURENCE; YENSEM, 1991; BARRERA, 2004).

Cada fragmento foi analisado quanto ao efeito de borda causado pela sua vizinhança limítrofe, estabelecida em quatro grupos de usos do solo: solo exposto, pastagem, edificações urbanas e/ou comerciais e edificações industriais e áreas agrícolas. Esses aspectos selecionados estão presentes nos limites dos fragmentos e sua área de influência. O aspecto de pastagem e/ou solo exposto foi entendido como de menor restrição, quanto a barreiras físicas impostas pelo meio externo, pois permite que o fragmento se expanda. Quanto aos aspectos de edificações urbanas e/ou comerciais e edificações industriais e áreas agrícolas, além de imporem barreiras físicas, elas podem prejudicar os fragmentos adjacentes pela poluição que geram. A esses quatro aspectos foram atribuídos pesos distintos, de acordo com seu grau de importância e de prejuízo para os fragmentos dos remanescentes florestais (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores atribuídos aos aspectos considerados

Uso do Solo	Valores
Solo exposto	0,25
Pastagem	0,50
Residencial	0,75
Industrial e agrícola	1,0

Fonte: Autores (2013).

A partir dos pesos desses aspectos, foi construído o Índice de Efeito de Borda (IEB), pela somatória dos aspectos ponderada pelo perímetro que cada um apresenta no entorno dos fragmentos dos remanescentes florestais estudado, sendo que a soma total do valor desses aspectos tem um valor máximo igual a 1, que oferece maior restrição a manutenção e conservação do fragmento de vegetação, como mostrado na equação (2):

$$IEB = \sum_{i=1}^4 \frac{U_i \times P_i}{P} \quad (2)$$

onde,

IEB = Índice de Efeito de Borda

U<sub>i</sub> = Valor do peso atribuído ao tipo de uso de solo

P<sub>i</sub> = Perímetro de divisa do uso do solo com o fragmento

P = Perímetro total do fragmento

Os valores de IEB possuem intervalo de 0 a 1 e foram classificados segundo faixas de restrição da seguinte forma: quando esses índice sfor menores que 0,6 são considerados de baixa pressão antrópica, ou seja, os fragmentos dos remanescentes

florestais podem ser considerados menos restritivos à manutenção, à conservação e à expansão; por apresentarem entornos predominantemente rodeados por solos expostos e pastagens; quando estiverem entre 0,6 e 0,8 foram considerados de média pressão antrópica; e acima de 0,8 como de alta pressão antrópica, pois são mais sensíveis aos efeitos de borda prejudiciais à conservação ambiental, pois podem estar com usos de entorno predominantemente de edificações urbanas, comerciais ou edificações industriais e áreas agrícolas.

Em seguida ao IC e o IEB, foram atribuídos pesos referentes à importância de cada na composição do fator de sustentabilidade dos fragmentos dos remanescentes florestais frente à exposição às atividades antrópicas desenvolvidas no seu entorno denominado Indicador de Exposição Antrópico (IEA). Ao IC foi atribuído peso 1, enquanto que o IEB recebeu peso 2. Como o valor de IC varia de 0 a 1 sendo 1 a condição de maior proteção, foi subtraído 1 do valor do IC, para que, assim, o valor de IEA varie de 0 a 1, com o valor 1 representando o pior cenário de exposição aos efeitos das atividades antrópicas sobre o fragmento e 0 o cenário de menor pressão das atividades antrópicas. Portanto, o IEA é a média ponderada dos valores do IC e IEB como mostrado na equação (3) e no organograma da figura 2.

$$IEA = ((1-IC) + 2IEB) / 3 \quad (3)$$

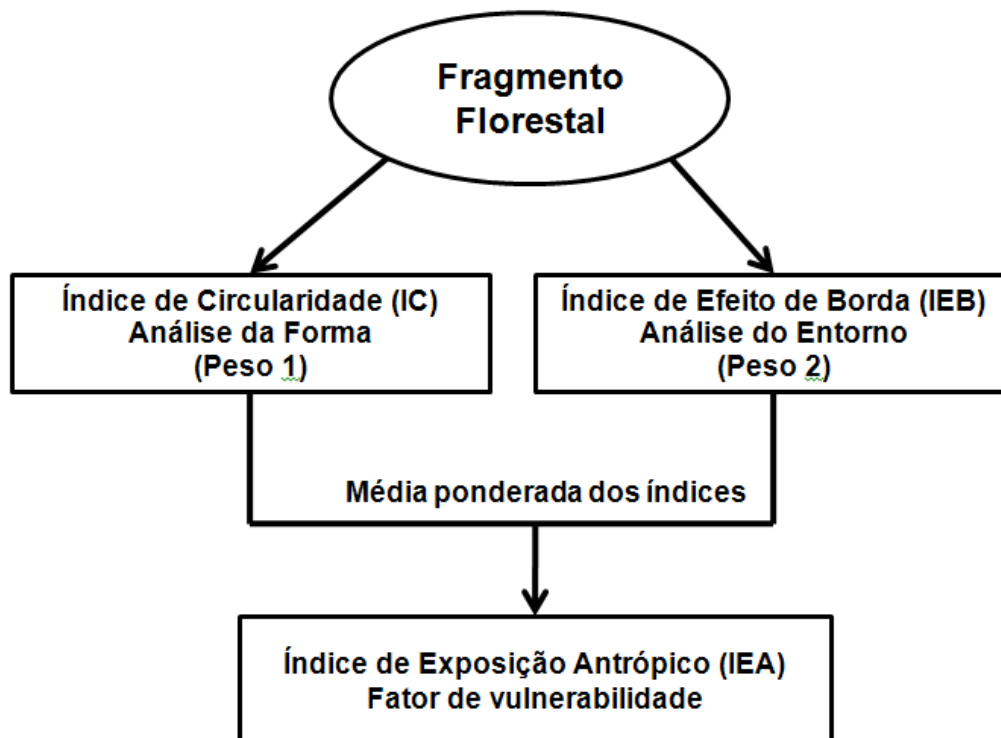
onde,

IC = Índice de Circularidade

IEB = Índice de Efeito de Borda

IEA = Indicador de Exposição Antrópico

Figura 2 – Organograma estrutural do IEA



Fonte: Autores (2013).

## Resultados

O mapeamento dos fragmentos dos remanescentes florestais nos diferentes estágios de sucessão em que se encontram (avançado e médio), do município de Sorocaba, são mostrados na figura 3.

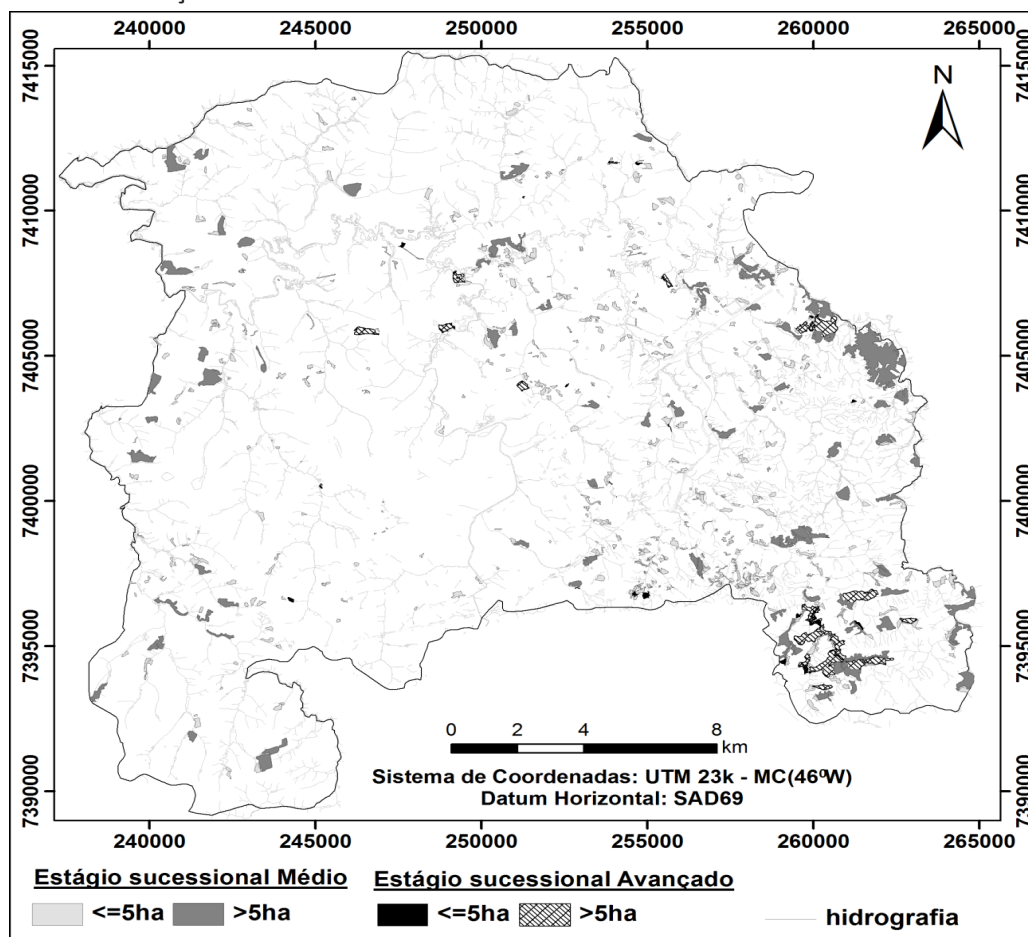
Na figura 3, é possível verificar que os rios são presença constante como limitante entre os fragmentos. Isso é relevante visto que a legislação vigente em todo o país estabelece a obrigatoriedade da presença de mata ciliar

ao longo da extensão de corpos hídricos e a manutenção desses fragmentos de vegetação garante a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Foram identificados 726 fragmentos dos remanescentes florestais em estágio de sucessão médio e avançado, isolados, sendo 285,6ha em estágio de sucessão avançado e 1713,2 ha em estágio de sucessão médio, totalizando 1998,8 ha. A tabela 2 mostra os valores em área dos fragmentos dos remanescentes florestais em relação a área do município, classificados em maiores e menores que 5 ha.



Figura 3 – Localização dos fragmentos de vegetação em estágio de sucessão médio e avançado



Fonte: Autores (2013).

Tabela 2 – Dados dos fragmentos de vegetação em estágio de sucessão avançado e médio

	Estágio de sucessão		Nº de Fragmentos	
	Avançado (ha)	Médio (ha)	Avançado	Médio
Área total	285,6	1713,2	56	670
Área menor ou igual a 5 ha	38,5	711,4	39	592
Área maior que 5 ha	247,1	1001,8	17	78
% da área do fragmento no município	0,64%	3,82%		

Fonte: Autores (2013).

Os 726 fragmentos dos remanescentes florestais ocupam apenas 4,46% da área total do município, sendo que a maioria concentra-se na porção leste e sudeste do município. Esses dados mostram a necessidade de preservação e conservação desses fragmentos, visto a importância deles para a sustentabilidade do município.

Foi observado que 62,9% do total dos fragmentos dos remanescentes florestais em estágio de sucessão médio e avançado do município apresentam características de forma mais alongada, tornando-os mais vulneráveis às atividades antrópicas desenvolvidas em seu entorno. Esses valores encontram-se proporcionalmente divididos entre os dois estágios de sucessão de vegetação em avaliação (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de IC para os estágios de sucessão avançado e médio

Índice de Circularidade	$\leq 0,6$	$> 0,6$ e $\leq 0,8$	$> 0,8$
Estágio de sucessão avançado	63,22%	21,08%	15,70%
Estágio de sucessão médio	62,89%	20,97%	16,14%

Fonte: Autores (2013).

A tabela 4 mostra a distribuição em porcentagem dos valores de IEB para três classes

de pressão antrópica (Baixa, Média e Alta Pressão) sobre os fragmentos de vegetação avaliados.

Tabela 4 – Distribuição por classes, em porcentagem, dos valores do Índice de Efeito de Borda dos Fragmentos em estágio de sucessão avançado e médio

Índice de Efeito de Borda	$\leq 0,6$	$> 0,6$ e $\leq 0,8$	$> 0,8$
	Baixa Pressão	Média Pressão	Alta Pressão
Estágio sucessão avançado	73,91%	23,91%	2,18%
Estágio de sucessão médio	71,65%	13,55%	14,80%

Fonte: Autores (2013).

Os valores do Índice de Efeito de Borda (IEB), isoladamente, representam a contribuição das paisagens do entorno para o seu desenvolvimento ou para a sua estagnação e, até mesmo, para o seu desaparecimento. Aproximadamente 70% dos fragmentos dos remanescentes florestais em estágio de sucessão médio e avançado, apresentados na tabela 4, encontram-se abaixo de 0,6 (baixa pressão), ou seja, apresentam condições de

regeneração e manutenção da qualidade ambiental, entretanto, aproximadamente 14,8% dos fragmentos em estágio de sucessão médio encontra-se acima de 0,8, os quais são limitados e pressionados de forma intensa por diferentes tipos de uso do solo, afetando o seu entorno ou limitando o seu crescimento e mudança de estágio de sucessão.

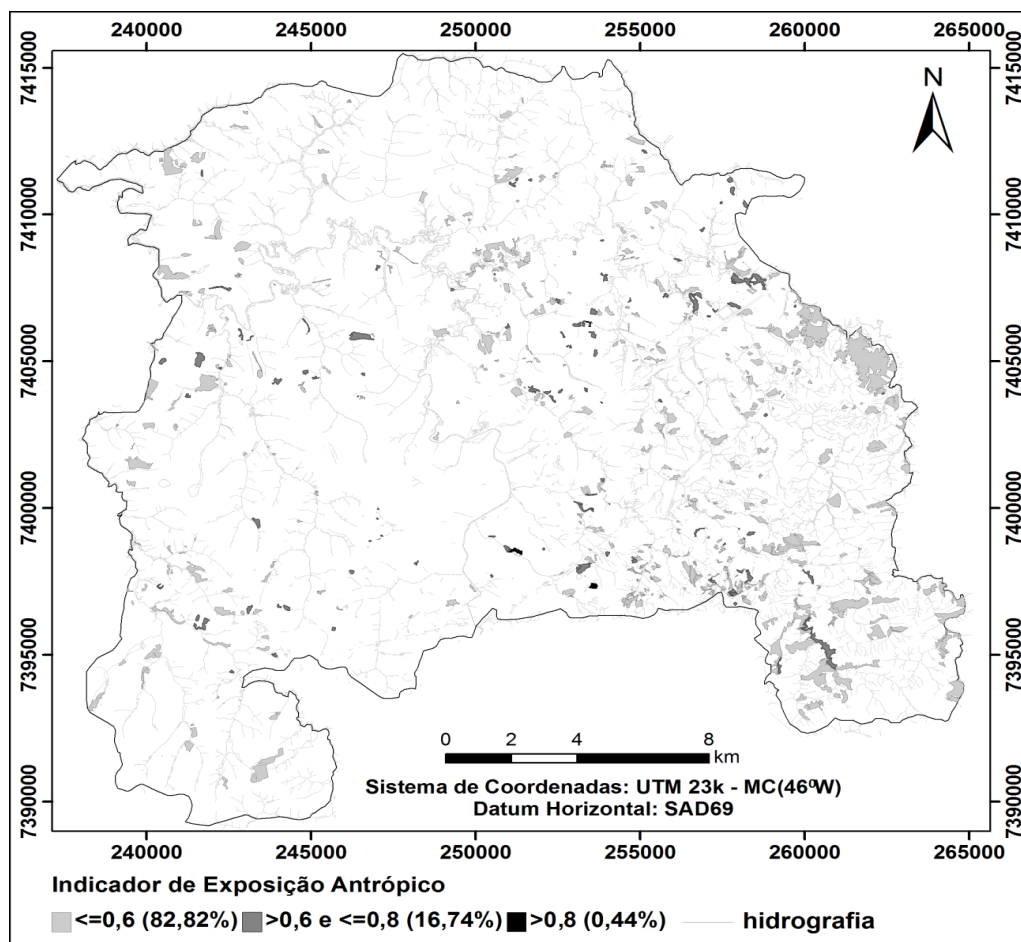
A figura 4 mostra o mapa do Indicador de Exposição Antrópico (IEA) para os

fragmentos dos remanescentes florestais analisados no município de Sorocaba, bem como a porcentagem de fragmentos de vegetação verificados em cada classe que varia de 0 a 0,6 (baixa exposição), 0,6 a 0,8 (média exposição) e acima de 0,8 (alta exposição).

O mapa do IEA mostra que 82,82% dos fragmentos obtiveram valor de até 0,6, demonstrando que esses fragmentos são poucos pressionados pelos usos do solo no seu entorno, enquanto 16,74%

apresentaram valores entre 0,6 a 0,8 e apenas 0,44% maior que 0,8 que, somados, alcançam aproximadamente 17% dos demais fragmentos que, neste caso, merecem atenção especial devido estarem limitados e pressionados de forma intensa por diferentes tipos de usos de solo que afetam o seu entorno, limitando o seu crescimento, mudança de estágio de sucessão, geração de corredores ecológicos e, conseqüentemente sua manutenção.

Figura 4 – Mapa do IEA dos fragmentos dos remanescentes florestais em Estágios Avançado e Médio

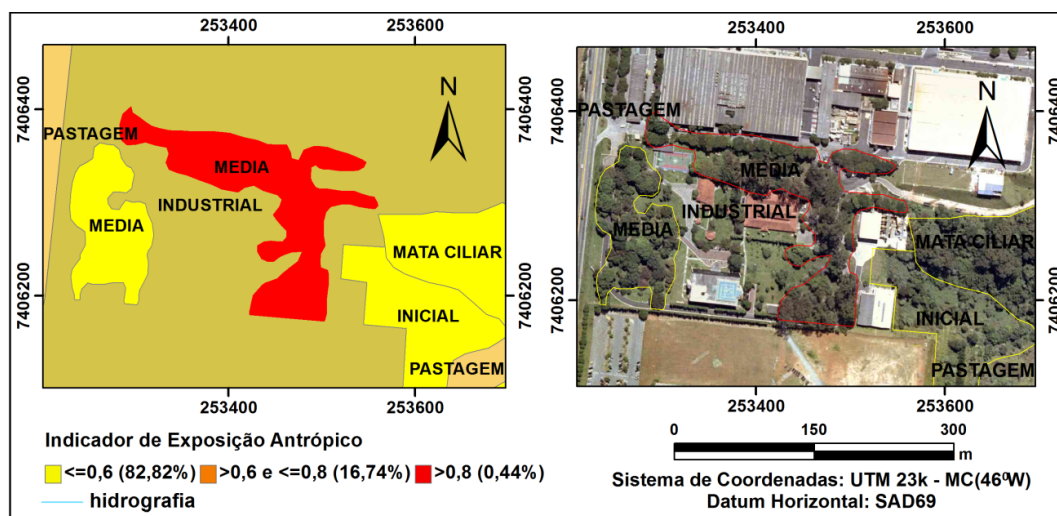


Fonte: Autores (2013).

A figura 5 apresenta um fragmento com valor de IEA acima de 0,8 sobre uma imagem (foto aérea) na qual é possível observar a forte presença, em todo o entorno, do fragmento de uma área industrial,

além da forte irregularidade na forma do fragmento que tende a ser mais alongado que circular, características essas que certamente influenciaram no valor de IEA atribuído a esse fragmento, demonstrando sua validade.

Figura 5 – Valor do IEA para um fragmento de remanescente florestal em Estágio Sucessional Médio com o uso no seu entorno



Fonte: Autores (2013).

## Conclusões

A construção de indicadores ou índices por meio de técnicas de mapeamento se mostra uma alternativa de baixo custo e eficiente no controle e tomada de decisão visando à gestão e ao planejamento ambiental, podendo ser uma importante ferramenta no âmbito da discussão de políticas para a manutenção de importantes maciços florestais.

A elaboração do Indicador de Exposição Antrópico (IEA), que permitiu classificar a atual situação dos fragmentos florestais em estágio de sucessão avançado e médio de regeneração do município de Sorocaba, é um instrumento de fácil compreensão e pode ser replicado para diferentes áreas e fisionomias florestais,

permitindo avaliar eficientemente o quanto sustentável e protegido se encontram os fragmentos florestais.

Os resultados obtidos apontam para a importância da elaboração de políticas públicas voltadas para a preservação dos ambientes florestais em cidades de médio a grande porte, tal como, a definição de novas áreas de conservação da vegetação como parque voltados para a manutenção da biodiversidade urbana, bem como implantação de plantio rotativo nos fragmentos urbanos, acelerando o processo de recomposição natural de indivíduos florestais, e ainda a restauração de áreas degradadas que compõem as matas ciliares que, além de possibilitar a conectividade entre a biodiversidade da fauna entre os

fragmentos, contribui com a proteção dos rios e conservação do solo, evitando erosão e assoreamento das áreas marginais.

Por fim, as possibilidades de aplicação de técnicas de geoprocessamento

em estudos focados no auxílio da gestão e planejamento de políticas públicas voltadas para o meio ambiente se mostraram ferramentas eficientes, de baixo custo e de fácil entendimento e aplicação.

## Referências

BARRERA, L. F. Estructura y Función en Bordos de Bosques. **Ecosistemas**, v. 12, n. 1, p. 67-77, 2004.

BUREL, F.; BAUDRAY, J. **Ecología del Paisaje: Conceptos, Métodos y aplicaciones**. Madrid: Mundi-Prensa, 2002. 353p.

CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas, aplicações na agricultura**. 2. ed. [S.I.]: Brasília SPI, Cap. 1, 1998. p. 3-11.

CARDOSO, C. A. L.; FARIA, F. S. R. O Uso do geoprocessamento na análise ambiental como subsídio para a indicação de áreas favoráveis a criação de unidades de conservação para o uso sustentável do minhocuçu *Rhinodrilus alatus*. **E-Scientia**, v. 3, n. 1, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases Cartográficas**. IBGE: Brasília, 2013. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

LAURENCE, W. F.; YENSEM, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, v. 55, n.1, p. 77-92, 1991.

MARENZI, R. C.; RODERJAN, C. V. Estrutura espacial da paisagem da Morraria da Praia Vermelha (SC): Subsídio à Ecologia da Paisagem. **FLORESTA**, Curitiba, v.35, n. 2, p. 259-269, 2005.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Corvallis: Oregon State University, 1994. p. 67.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período de 2008-2010**. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA E INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. São Paulo: 2011. p. 122.

MELLO-THÉRY, N. A. Conservação de áreas naturais em São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, n. 25, v. 71, p. 1 – 14, 2011.

METZGER, J. P. Tree functional group richness and Landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v.10, p. 1147-1161, 2000.

MORELLATO, P. L. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v.32, n.4b, p. 786-792, 2000.

NALLON, M. A.; MATTOS, I. F. A.; FRANCO, A. D. C. Meio físico e aspectos da fragmentação da vegetação. In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Org.). **Diretrizes para a restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica: Imprensa Oficial, 2008. p. 14-21.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**. Princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

PORTAL SOROCABA. **Conheça Sorocaba**. Portal Sorocaba.com. Disponível em: <<http://www.sorocaba.com.br>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 2003. 503 p.

SANTOS, J. T. S.; PENA, H. W. A. Geoprocessamento aplicado a Ecologia de Paisagem: uma análise da dinâmica da Ilha do Papagaio - PA, Amazonia-Brasil. **Revista OIDLES**, v.5, n. 11, p. 63-90, 2011. Disponível em: <<http://www.eumed.net/rev/oidles/11/ssap.html>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

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.

SILVA, W. G. S.; METZGER, J. P.; SIMÕES, S.; SIMONETTI, C. Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover at the Ibiúna Plateau, SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 403-411, 2007.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.32, p. 25-42, 1998.

WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A. Métricas de paisagem na avaliação da dinâmica do uso da terra em projetos de assentamentos no Sudeste Paraense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3433-3440.