



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Uma análise das florestas urbanas sob a perspectiva da ecologia da paisagem: Um estudo de caso no município do Guarujá-SP

Renan Parmigiani<sup>1</sup>, Davis Gruber Sansolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia de Florestas Tropicais – LabTrop. Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 321 – Trav. 14, 05508-090. São Paulo, SP, Brasil. [renan12parmigiani@gmail.com](mailto:renan12parmigiani@gmail.com) (autor correspondente). <sup>2</sup> Laboratório de Planejamento Ambiental e Gerenciamento Costeiro - Laplan, Universidade Estadual Paulista, Praça Infante D. Henrique, s/n°, 11330-900. São Vicente, SP, Brasil. [dgsansolo@gmail.com](mailto:dgsansolo@gmail.com).

Artigo recebido em 11/11/2016 e aceito em 13/01/2017

### RESUMO

O crescimento das cidades é um dos fatores que vem isolando remanescentes de Mata Atlântica, ameaçando esse *hotspot*. Uma das formas de se mitigar esses impactos é com a criação de corredores ecológicos e aumento da permeabilidade da matriz. No entanto, poucos estudos avaliam a qualidade das florestas tropicais úmidas em áreas urbanas. O presente estudo visa avaliar a qualidade dos fragmentos de florestas no município do Guarujá (São Paulo, Brasil) sob a perspectiva da Ecologia da Paisagem. Com cenas do LandSat 8 geoprocessadas no SPRING, os fragmentos de Floresta Ombrófila Densa (FOD) foram divididos em 3 classes de tamanho: pequeno; médio; e grande. Nos quais foram avaliados os seguintes parâmetros: área; forma; e conectividade. Os 92 fragmentos de FOD ocupam 33% da paisagem, valor acima do limiar de 30%, que é o mínimo para uma paisagem conciliar uso econômico e conservação biológica. O índice de forma demonstrou que os fragmentos da classe grande sofrem maior efeito de borda, no entanto por sua extensão possuem uma maior área núcleo. A análise da conectividade demonstrou que é possível formar uma rede que totaliza uma área de 3346 hectares de vegetação nativa e que muitos fragmentos pequenos e médios podem funcionar como *Stepping Stones* entre os fragmentos grandes, aumentando a permeabilidade numa matriz urbana. A análise da paisagem demonstra que esses fragmentos têm um alto potencial de conservação de suas florestas, seja por sua extensão em redes e a existência de corredores ecológicos, indicando a possibilidade de combinar urbanização e conservação.

Palavras-chave: Mata Atlântica, fragmentação de habitat, ecologia da conservação, trampolim ecológico.

## An analysis of urban forests from perspective of landscape ecology: A case study in municipality of Guarujá-SP

### ABSTRACT

The growth of the cities is one of the factors that has been isolating patches of Atlantic Forest, threatening this particular hotspot. One way to mitigate those impacts is creating ecological corridors and to increase matrix permeability. However, few studies evaluate the quality of the moist tropical forest in urban areas. This paper aims to assess the quality of forest fragments in the city of Guarujá (São Paulo, Brazil) under the perspective of landscape ecology. Using pictures from LandSat 8, *geoprocessing* SPRING, the tropical rainforest fragments were divided in 3 size categories: small, medium; and large. Wherein were assessed the following parameters of area, shape and connectivity. The 92 fragments of FOD mapped occupy 33% of the landscape, number above the boundary of 30% which is the minimum for a landscape to conciliate economical usage and biological conservation. The index of shape showed that the fragments of the large size category highly suffer with the edge effect, however due to its extension; it has a larger core area. An analysis of the connectivity has demonstrated that is possible to create a network that amounts an area of 3346 hectares and that many small and medium-sized fragments can function as *Stepping Stones* among large fragments, increasing the permeability in urban matrix. The landscape analysis demonstrates that these fragments have a high potential for conserving their forests, either on its extension in networks and the existence of ecological corridor, indicating the ability/possibility to combine urbanization and conservation.

Keywords: Atlantic Rainforest, habitat fragmentation, conservation biology, stepping stones.

## Introdução

O histórico de uso e ocupação humana da Mata Atlântica no Brasil começou a ocorrer muito antes da chegada dos europeus na América. Há aproximadamente 11 mil anos, grupos de seres humanos ocupavam o bioma caçando, ateando fogo, e desenvolvendo a agricultura (Dean, 1997). Nunca será possível saber se o impacto que o *Homo sapiens* causou antes da chegada dos portugueses foi significativo ou não, mas o que se pode afirmar é que após a colonização europeia, a Mata Atlântica vem sofrendo uma ameaça nunca antes vista (Dean, 1997).

Estima-se que restam entre 11 e 16% da vegetação original de Mata Atlântica (Ribeiro *et al.*, 2009). Por sofrer graus acentuados de ameaças e apresentar uma alta taxa de biodiversidade e endemismo, a Mata Atlântica é considerada um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (Myers, 1988; Myers *et al.*, 2000). Uma grande ameaça da perda de biodiversidade deste ambiente é a fragmentação (Metzger, 1999; Galindo-Leal e Câmara, 2005). Que é definida como o processo em que uma área contínua é dividida, separada por um ambiente diferente da condição inicial, em dois ou mais fragmentos que ocupam uma menor área (Faaborg *et al.*, 1993; Primack e Rodrigues, 2001).

A análise da fragmentação e outros parâmetros de caráter espacial nos processos ecológicos são estudados pela ecologia da paisagem (Metzger, 2001). Uma forma de entender o funcionamento da paisagem é pelo modelo de mancha-corredor-matriz. As manchas são áreas homogêneas e não lineares de uma classe da paisagem. As estruturas lineares que ligam as manchas são os corredores, ligando manchas que já foram anteriormente conectadas. A matriz pode ser interpretada como a classe que controla a dinâmica em uma paisagem, ou, no caso de estudos de fragmentação, o conjunto de unidades de não-habitat para um determinado grupo de organismos (Forman, 1995; Metzger, 1999). Outro conceito importante para se entender a conectividade de uma paisagem é a conectividade estrutural e funcional, a primeira foca na distribuição espacial das manchas, enquanto a conectividade funcional busca entender como os organismos interagem com a paisagem (Forero-Medina e Vieira, 2007).

O entendimento sobre o comportamento dos seres vivos em paisagens fragmentadas teve forte influência da teoria da biogeografia de ilhas (Metzger, 2001). Tal teoria dá o enfoque no tamanho e isolamento de um habitat, colocando esses dois parâmetros como condicionantes na manutenção de uma comunidade em um ambiente com habitats dispersos (Mac-Arthur e Wilson, 1967). Nos últimos anos, tem se adotado mais

frequentemente a teoria das metapopulações, que vem somando conhecimento em estudos de paisagens fragmentadas, a partir da análise do fluxo de populações entre redes de manchas (Hanski e Gilpin, 1994; Metzger, 2006).

A criação de corredores ecológicos é considerada uma possível estratégia para minimizar o impacto da fragmentação, aumentando assim a conectividade entre os fragmentos na paisagem. Visto que esses remanescentes de vegetação unem áreas que possivelmente já foram conectadas um dia, permitindo então a percolação de organismos. Essa percolação pode ocorrer através de *Stepping Stones*, que são pequenos remanescentes de habitat próximos uns dos outros, onde espécies podem se refugiar por um tempo e conseguir atravessar a matriz (Hobbs, 1992; Tischendorf e Fahrig, 2000). Ou seja, a conectividade em uma paisagem pode ser mantida de forma funcional sem ser necessariamente estrutural.

Grande parte dos estudos sobre ecologia da paisagem concentra-se em áreas rurais ou menos antropizadas como as Unidades de Conservação, de modo que é necessária uma análise da ecologia da paisagem em áreas urbanas, sobretudo, para o ambiente tropical úmido. Essa necessidade se dá, pois, as cidades estão em constante crescimento, uma vez que o processo de urbanização no mundo vem se acelerando desde a segunda metade do século XX. Isto é, a urbanização é inevitável no atual modelo econômico, e é preciso planejar a conservação lidando com esse fenômeno (Forman, 2008; Wu, 2010).

O processo de urbanização da Baixada Santista desencadeou uma intensa alteração na paisagem (Ab'Saber, 2010). Hoje é possível observar um padrão de ocupação da terra baseado na conversão de áreas naturais em zonas urbanas. No entanto, alguns obstáculos do meio físico dificultaram e resistiram ao processo de urbanização, tais como topos de morros e manguezais. O resultado de tal processo consiste em uma paisagem composta por uma matriz urbanizada e fragmentos de florestas e manguezais (Afonso, 2006). Alguns trabalhos vêm registrando a existência desses fragmentos de florestas urbanas no Brasil, América do Norte, Austrália e Europa. (Hobbs, 1988; Fitz Gibbon *et al.*, 2007; Guirão e Filho, 2011; Alves e Figueiró, 2013; Vergnes *et al.*, 2013).

Diante dessa problemática levanta-se a questão sobre a qualidade da paisagem quanto à conectividade, dessas florestas em um contexto urbano. Portanto este trabalho busca fazer uma análise estrutural dos fragmentos de Floresta Ombrófila Densa encontrados no município do

Guarujá, no litoral brasileiro. Tendo em vista que a disposição e tamanho dos mesmos têm o potencial de formar uma rede *Stepping Stones*, de mata atlântica em meio a uma matriz urbana.

## Material e métodos

### Área de estudo

A área de estudo é o município do Guarujá, que se encontra no litoral sudeste do Brasil (Figura 1). O município se encontra próximo a uma grande área protegida, o Parque Estadual da Serra do Mar, que junto com outras unidades de conservação formam o maior remanescente de Mata Atlântica do Brasil.

No Guarujá há maciços costeiros, morros semi-isolados, e planícies costeiras (Ab'Saber, 2010). Todo o seu território se encontra dentro do domínio da Mata Atlântica, onde são encontrados os seguintes tipos de fitofisionomias: manguezais, Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana e vegetação de planície costeira (IBGE, 2013).

A área de estudo possui parte das instalações portuárias do canal de Santos, um dos maiores da região sudeste, mas a principal atividade econômica é o turismo de segunda residência, que se concentra nas regiões próximas às praias. Nas zonas mais afastadas da praia, há uma grande população residente, que presta serviços à população flutuante, trabalha na zona portuária ou no Parque industrial de Cubatão (polo industrial).



Figura 1. Área de estudo destacada pelo polígono rosa. Imagem sintética das bandas do Satélite Landsat 8.

### Mapeamento de uso e ocupação do solo

Como opção metodológica foi utilizado técnicas de geoprocessamento (Silva e

Zaidan, 2004) sobre informações adquiridas em imagens orbitais. Para isso foi utilizado o *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas) versão 5.2.6 (Câmara *et al.*, 1996). As imagens utilizadas são do satélite Landsat 8, adquiridas através do site <http://earthexplorer.usgs.gov>, no qual foi pesquisado as cenas referentes a área de estudo. Foi escolhida a cena mais recente com menor cobertura de nuvens, sendo este referente ao dia 11 de fevereiro de 2015.

Foi usada a composição R6G5B4, que são respectivamente o *short-wave infrared* (SWIR1), *near infrared* e o *red*. A escolha dessa composição foi em virtude do objetivo do trabalho, que é fazer uma análise da vegetação, sendo a resolução espacial para essas bandas de 30 m de resolução. Em seguida foram realizados os seguintes passos dentro do SPRING:

- Importação das bandas seis, cinco e quatro;
- Importação da carta base da AGEM para o SPRING;
- Georreferenciamento das imagens Landsat 8 utilizando os dados do mapa da AGEM como referência;
- Pré-processamento de realce pela operação de contraste linear, para facilitar a distinção dos pixels;
- Composição de uma imagem sintética R6G5B4;
- Segmentação da imagem sintética, para separar as regiões comuns a serem posteriormente classificadas. Para os valores de similaridade e área foi realizada uma série de combinações para definir qual seria a mais apropriada para as escalas de análise, sendo que os melhores valores encontrados foram respectivamente 10 e 20;
- Foram consultadas áreas na imagem sintética usando como base, imagens do *Google Earth*, e conhecimento de campo, sendo as áreas divididas nas seguintes classes: Área Urbanizada (AU), Floresta Ombrófila Densa (FOD), Vegetação Antropizada (VA), Manguezal Arbóreo (MA), água (A) e Praia (P). As nomenclaturas das classes foram baseadas no Manual Técnico de uso da Terra (IBGE, 2013), com exceção da classe vegetação antropizada, pois não há nenhuma categoria no manual que corresponda às essas áreas encontradas no estudo, que são campos abertos, árvores isoladas, floresta baixa;

Com base nas amostras coletadas procedeu-se a classificação por região, usando o classificador *Battacharya*;

A imagem foi convertida em um mapa temático, no qual é possível observar as informações tanto em formato *raster* quanto em vetor.

Métricas estruturais da paisagem

Para se quantificar a qualidade da paisagem em sua perspectiva ecológica, é indicado o uso de métricas da paisagem (Metzger, 2004). As operações métricas aplicadas sobre o mapa foram escolhidas de modo a quantificar a qualidade estrutural dos fragmentos de florestas ombrófila densa pelo seu tamanho, forma e conectividade com outros fragmentos. Esses parâmetros foram escolhidos, pois são alguns dos principais aspectos estruturais que afetam na conservação da biodiversidade em florestas (Viana e Pinheiro, 1998; Metzger, 1999).

Os valores da área foram extraídos pelo SPRING a partir de um mapa temático vetorizado. Os fragmentos foram divididos em três classes de tamanho: menor que 10 ha (pequeno); entre 10 e 50 ha (médio); e maior que 50 ha (grande).

O formato do fragmento foi analisado, pois essa métrica indica o quanto que o fragmento sofre com o efeito de borda. O efeito de borda é o resultado das alterações microclimáticas na floresta em função da influência da unidade de paisagem adjacente (Primack e Rodrigues, 2001). A métrica calculada foi o índice de forma (*Shape Index*),

$$SHAPE = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot a}}$$

Onde *p* é o perímetro e *a* é área do fragmento. Este índice caracteriza a variação da forma do polígono em relação a um círculo (Blaschke e Lang, 2009).

A conectividade foi avaliada sob dois parâmetros, o primeiro deles foi o isolamento ao “fragmento fonte” mais próximo, que no caso é a menor distância euclidiana entre fragmentos das classes grande (Metzger, 2006). O segundo foi através da avaliação da matriz inter-habitat, pela classe indicada no mapa-temático, ou pelo mapa de arruamento da AGEM quando a resolução da imagem não possibilitava a visualização de avenidas. Quando havia a possibilidade de uma ligação mais curta entre fragmentos da classe grande passando por outro da classe pequeno e médio (*Stepping Stones*), essa possibilidade também foi medida pela distância euclidiana.

Resultados

A Figura 2 ilustra o mapa de uso e ocupação da terra na área de estudo. Foram registrados 92 fragmentos de FOD, que cobrem uma área total da paisagem de 33,08%, os três maiores fragmentos apresentam uma área de 1679,96 ha, 937,63 ha e 429,72 ha, e o menor 1,18 ha. Os valores do índice de forma tiveram uma média de 1,76 e amplitude de 1,07 a 5,17. Na tabela 1 são apresentados os resultados de algumas métricas por classe de tamanho.

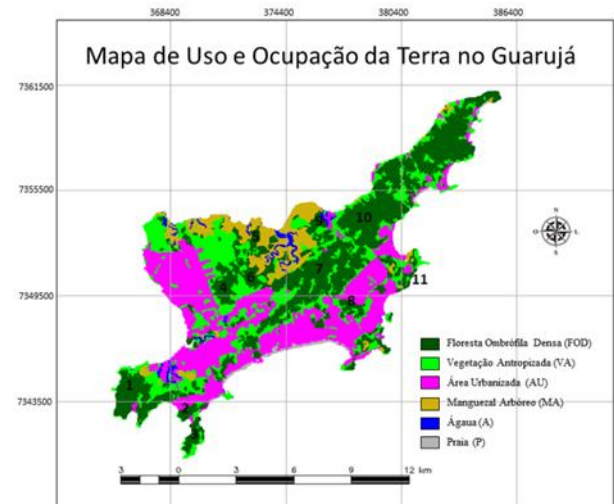


Figura 2. Mapeamento de uso e cobertura de solo. A numeração na imagem indica os fragmentos maiores que 50 ha.

Tabela 1. Área e forma dos fragmentos por classe de tamanho

Classes de tamanho FOD ha	Área ocupada (ha e %)	Número de fragmentos	Índice de forma	
			Media	Amplitude
Pequeno 0 a 10	271,3594 -6%	61	1,52	1,07 - 2,41
Médio 10 a 50	416,6192 -9,20%			
Grande >50	3846,6505 -84,80%	11	3,06	1,82 - 5,17
TOTAL	4534,6291	92	1,76	-

Tabela 2. Conectividade dos fragmentos maiores. AU: área urbanizada, VA vegetação antropizada, FM floresta de manguezal, A água, Av avenida

Ligação	Fragmentos unidos	Distância m	Matriz inter-habitat
A	1 e 2	630	AU
B	2 e 3	246	VA
C	4 e 6	30	VA
D	5 e 6	30	FM/ VA
E	6 e 7	33	A
F	9 e 10	537	A, AU, VA, Av
G	7 e 10	28	VA e Av
H	8 e 7	233	VA
I	11 e 10	1531	FM, AU, A, Av

## Discussão

O presente trabalho se propôs a fazer uma análise estrutural da paisagem do município do Guarujá-SP, com enfoque nos remanescentes de Mata Atlântica presentes nos municípios. Foi encontrado uma série de fragmentos grandes ao longo de toda a paisagem, no entanto é possível enxergar algumas especificidades em alguns deles. Como a sua inserção na matriz urbana e a conectividade com outros fragmentos. Nos tópicos abaixo serão explorados a importância desses fragmentos para a paisagem analisada e em seguida algumas áreas que são mais prioritárias para a conservação ou revegetação.

### Relevância ecológica da paisagem

Segundo Andrén (1994) a taxa de cobertura de um habitat acima de 30% indica que o principal fator que leva a diminuição do tamanho de uma população na paisagem é a perda de habitat, e abaixo desse limiar há um grande efeito na distribuição espacial dos habitats, ou seja, a fragmentação. Pois paisagens com menos de 30% de habitat tendem a ter ambientes muito isolados e pequenos, levando a extinção local de muitas populações. No entanto esse parâmetro foi analisado em ambientes temperados, em ambientes tropicais tem se demonstrado que esse limiar é maior que 30% (Develey e Metzger, 2006). No presente estudo a taxa de cobertura de FOD está próxima do limiar, 33,08%, o que indica que um fator relevante a ser analisado é a conectividade entre os fragmentos, e não apenas a áreas dos mesmos (Martensen et al., 2008, Metzger, 2010).

Há uma alta conectividade estrutural nos 6 fragmentos das classes grandes (4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 na figura 2) na região centro-nordeste. Essa alta conectividade estrutural pode ser vinculada tanto a proximidade física entre esses fragmentos da classe grande, quanto a presença de fragmentos menores que podem funcionar como *Stepping Stones* entre os fragmentos grandes (Baum et al., 2004). Além do mais a matriz inter-habitat predominante é a vegetação antropizada, que pode ser considerada mais permeável aos fluxos biológicos. Essa maior permeabilidade é interessante quando se pensa que a matriz inter-habitat pode ser um fator chave para aumentar a conectividade em uma paisagem (Metzger, 2006). Outra questão estrutural importante dessa área é sua relativa proximidade com o maior remanescente de Mata Atlântica que existe, formado por um mosaico de unidades de conservação que se estende por todo o litoral de São Paulo.

Segundo Martensen et al. (2008) quando os fragmentos estão conectados a área total do habitat

pode ser considerado como a soma da área de todos os fragmentos, logo essa rede totaliza uma área de 3380 ha. Não há estudos que indicam qual a área mínima para a sobrevivência de populações na Mata Atlântica (Crouzeilles et al., 2010). No entanto, para fins comparativos, na Baixada Santista há o Parque Estadual Xixová Japuú uma unidade de conservação com aproximadamente  $\frac{1}{4}$  desse valor de área (Fundação Florestal do Estado de São Paulo, 2012). O que indica que essa rede possui uma área considerável para a conservação. Embora toda essa análise estrutural indique uma alta conectividade, essa conclusão não é de total extrapolação para a conectividade funcional devido uma lacuna de conhecimento a respeito do comportamento das espécies na estrutura da paisagem (Tischendorf et al., 2000; Forero-Medina e Vieira, 2007).

Essa rede de fragmentos aliado com os outros remanescentes que adentram na matriz urbana indicam outra particularidade dessa paisagem que é essa fronteira entre a cidade e uma floresta tropical. Essa relação entre o lugar onde as pessoas vivem e ambientes conservados geram uma série de benefícios tanto para a saúde quanto para sensibilização dos cidadãos em relação a questões ambientais (Dearborn e Kark, 2009). Além de oferecer um atrativo para o turismo que é a principal atividade econômica da cidade (Vaz, 2010), uma vez que a cidade tem buscado incentivar atrativos como o Bird-watching e outras formas de turismo que buscam esse contato do ser-humano com a natureza.

Os benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas, como os remanescentes de florestas analisados nesse estudo, geram aos seres humanos são chamados de serviços ecossistêmicos (Constanza et al., 1997). Alguns desses serviços é a alteração na dinâmica do micro-clima da cidade, reduzindo a temperatura e aumentando a umidade. Outro importante serviço prestado é a redução da ocorrência de eventos extremos como as fortes chuvas que afetam cidades que sofrem com o efeito da ilha de calor (Bouland e Hunhammar, 1999). Esses eventos extremos acabam causando desmoronamentos que são recorrentes no município (Araki e Nunes, 2008), outro problema que é amenizado através de outro serviço prestado pela floresta que é a retenção dos sedimentos nas encostas (Constanza et al., 1997). É possível enxergar também os serviços que as florestas geram para os outros ecossistemas que estão associados, como, por exemplo, os manguezais (Hogarth, 1999). De modo que esses remanescentes de florestas ganham uma importância não só para o ser-humano, mas ecossistêmica.



### Lugares prioritários para a conservação

A conectividade estrutural depende fortemente de alguns pontos que são as menores distâncias entre os fragmentos, e a qualidade da matriz entre as florestas. De modo que é necessário uma atenção especial quando se olha para essas regiões, pois o possível fluxo de populações que habitam os fragmentos é sensível a essas regiões para conseguirem percolar pela paisagem (Rocha et al., 2006). A atenção deve ser dada também aos pequenos fragmentos que podem funcionar como *Stepping Stones*, pois embora com uma área reduzida eles são vitais para o aumento da conectividade da paisagem (Baum et al., 2004). Outra métrica analisada que indica a sensibilidade da paisagem foi a matriz inter-habitat, de modo que principalmente nas áreas urbanas é necessário um planejamento das áreas verdes e da arborização das vias com a perspectiva das populações que estão utilizando esse ambiente. Essa necessidade se dá sobretudo no entorno dos fragmentos um, dois e três, figura 2, devido a sua inserção em meio a uma matriz urbanizada.

O índice de forma, como indicado na tabela 1, demonstrou que os fragmentos da classe grande são os mais irregulares, que estão sob o maior efeito de borda quando comparados com os da classe pequena e média. No entanto por sua extensão possuem uma maior área interior não afetada pelas bordas (Blaschke e Lang, 2009). Mas esse dado é um indicativo que há a necessidade da restauração de algumas áreas nos fragmentos da classe grande, sobretudo aquelas que formam invaginações no formato da mancha, pois nessas áreas com a recuperação de uma pequena área há uma redução no perímetro da mancha, diminuindo a região afetada pelo efeito de borda (Blaschke e Lang, 2009).

### Conclusões

O presente trabalho mostrou que os remanescentes de Mata Atlântica do Guarujá apresentam uma estrutura espacial com um relevante interesse ecológico. Isso se baseia na análise usando a ecologia da paisagem, que indicou a existência de uma área com um tamanho considerável e com uma conectividade que pode permitir a sobrevivência de muitas populações nesses remanescentes. Essa paisagem florestada tem o potencial de gerar uma série de benefícios para vários setores da cidade como saúde, educação e turismo, além de gerar uma série de serviços ecossistêmicos para a população. O que indica a importância de se conservar esses remanescentes

tanto para o ser-humano quanto para os outros animais e plantas que habitam a cidade.

Essa perspectiva de se aplicar uma abordagem da ecologia da paisagem num contexto urbano tem um grande potencial no planejamento, pois é possível estabelecer áreas prioritárias para a conservação dos remanescentes. Além de indicar áreas urbanas que devem ser planejadas sem desmembrá-lo do ambiente natural, o que é essencial tanto para a manutenção dos serviços ecossistêmicos dentro da cidade quanto para a conservação das áreas naturais, que não se restringem a áreas isoladas das atividades humanas.

### Agradecimentos

A todos que me ajudaram a dar andamento no trabalho, no início com o Tony Carvalho e a Sílvia Regina Cabral. Agradeço a Isabela Romitelli pelas dicas quando defendi esse trabalho na conclusão da minha graduação. E na formatação final agradeço a ajuda da Carlota E. Kneip e a Giovana Gross.

### Referências

- Ab'Saber, A. N., 2010. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista, in: Modenesi-Gauttiere, M. C., Bartorelli, A., Mantesso-Neto, V., Carneiro, C. D. R., Lisboa, M. B. A. L. (Eds.), A obra de Aziz Nacib Ab'Saber. Beca, São Paulo, pp. 126-146.
- Afonso, C. M., 2010. A paisagem da Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação, 1 ed. EDUSP, São Paulo.
- Alves, D. B., Figueiró, A. S., 2013. Análise da configuração dos fragmentos de cobertura vegetal com base na definição de unidades de paisagem na área urbana de Santa Maria (RS). Geografia Ensino e Pesquisa [online] 17. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5902/2236499412523>. Acesso: 22 abr. 2015.
- Andrén, H., 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. Oikos [Online] 71. Disponível: <http://www.jstor.org/stable/3545823>. Acesso: 18 mai. 2015.
- Araki, R., Nunes, L. H., 2008. Vulnerability associated with precipitation and anthropogenic factors on Guarujá City (São Paulo, Brazil) from 1965 to 2001. Terrae 3, 54-57.
- Baum, K. A., Haynes, K. J., Dilleuth, F. P., Cronin, J. T., 2004. The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. Ecology [online] 85. Disponível:

- <http://dx.doi.org/10.1890/04-0500>. Acesso: 25 jan. 2015.
- Blaschke, T., Lang, S., 2009. *Análise da Paisagem com SIG*, 2 ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- Bolund, P., Hunhammar, S., 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29, 293-301.
- Câmara, G., Souza, R. C. M., Freitas, U. M., Garrido, J., Mitsuo Ii, F., 1996. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers & Graphics [Online]* 20. Disponível: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/papers/spring.pdf>. Acesso: 5 abr. 2015.
- Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R., Farberparallel, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Suttonparallelparallel, P., Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capita. *Nature* 387, 253-260.
- Crouzeilles, R., Lorinni, M. L., Grelle, C.E.V., 2010. Deslocamento na matriz para espécies da mata atlântica e a dificuldade da construção de perfis ecológicos. *Oecologia Australis [online]* 14. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2010.1404.06>. Acesso: 16 mai. 2015.
- Dean, W., 1997. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*, 1 ed. Companhia das Letras, São Paulo.
- Dearborn, D. C., Kark, S., 2009. Motivations for Conserving Urban Biodiversity. *Conservation Biology [online]* 24. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01328.x>. Acesso: 5 mai. 2015.
- Develey, P. F., Metzger, J. P., 2006. Emerging threats to birds in Brazilian Atlantic Forest: the roles of forest loss and configuration in a severely fragmented ecosystem, in: Laurance, W. F., Peres, C. A. (Org.), *Emerging threats to Tropical Forest*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 269-290.
- Faaborg, J., Brittingham, M., Donovan, T., Blake, J., 1993. Habitat fragmentation in the temperate zone: a perspective for managers, in: Finch, D. M., Stangel, P. W. (Org.), *Status and management of neotropical migratory birds*. Estes Park, Colorado, pp. 331-338.
- Fitzgibbon, S. I., Putland, D. A., Goldzien, A.W., 2007. The importance of functional connectivity in the conservation of a ground-dwelling mammal in an urban Australian landscape. *Landscape Ecology [online]* 22. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-007-9139-x>. Acesso: 14 ago. 2014.
- Forero-Medina, G., Vieira, M. V., 2007. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. *Oecologia Brasilienses* 11, 493-502.
- Forman, R. T. T., 2008. The urban region: natural systems in our place, our nourishment, our home range, our future. *Landscape Ecology [online]* 23. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-008-9209-8>. Acesso: 04 mar. 2015.
- FF. Fundação Florestal do Estado de São Paulo, 2012. *Parque Estadual Xixová-Japuí Plano de Manejo*. São Paulo.
- Galindo-Leal, C., Câmara, I. G., 2005. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*, 1 ed. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo.
- Guirãõ, A. C., Teixeira Filho, J., 2011. Preservação de um fragmento florestal urbano-estudo de caso: A ARIE Mata de santa Genebra, Campinas-SP. *GEOUSP [online]* 29. Disponível: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74193>. Acesso: 17 ago. 2014.
- Hanski, I., Gilpin, M., 1994. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society [online]* 42. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.1991.tb00548.x>. Acesso: 19 nov. 2014.
- Hobbs, E. R., 1988. Species richness of urban forest patches and implications for urban landscape diversity. *Landscape Ecology* 1, 141-152.
- Hobbs, R. J., 1992. The role of corridors in conservation: solution or bandwagon? *Tree* 7, 389-392.
- Hogarth, P. J., 1999. *The biology of mangroves*, 2 ed. Oxford university press. New York.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. *Manual Técnico de Uso da Terra*. Rio de Janeiro.
- MacArthur, R. H., Wilson, E. O., 1967. *The Theory of Island Biogeography*, 6 ed. Princeton University Press, Princeton.
- Martensen, A. C., Pimentel, R. G., Metzger, J. P., 2008. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological Conservation [online]* 141. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.008>. Acesso: 05 out. 2014.
- Metzger, J. P., 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, 71, 445-462.
- Metzger, J. P., 1999. Estrutura da paisagem: uso adequado de métricas, in: Cullen, J. L., Valladares-Pádua, C., Rudran, R. (Org.),

- Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Editora da UFP, Curitiba, pp. 423-453.
- Metzger, J. P., 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropical* 1, 1-9.
- Metzger, J. P., 2006. Como lidar com regras pouco óbvias para a conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. *Natureza & Conservação* 4, 11-23.
- Metzger, J. P., 2010. O Código Florestal tem base científica? *Natureza & Conservação* 8, 1-5.
- Myers, N., 1988. Threatened biotas: "Hot Spots" in tropical forest. *The Environmentalist* [online] 8. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02240252>. Acesso: 6 fev. 2015.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* [online] 403. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>. Acesso: 24 fev. 2015.
- Primack, R. B., Rodrigues, E., 2001. *Biologia da conservação*, 2 ed. Planta, Londrina.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., Hirota, M. M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* [online] 142. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>. Acesso: 12 mai. 2015.
- Rocha C. F. D., Bergallo, H. G., Sluys, M. V., Alves, M. A. S., 2006. *Biologia da Conservação: Essências*, 2 ed. RiMa, São Carlos.
- Silva, J. X., Zaidan, R. T., 2004. *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*, 2 ed. Editora Record, Rio de Janeiro.
- Tischendorf, L., Fahrig, L., 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* [online] 90. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.900102.x>. Acesso: 22 ago. 2014.
- Vaz, A. O. A., 2010. Breve análise histórica e socioeconômica da cidade de Guarujá. *Revista Don Domênico* 3, 1-11.
- Vergnes, A., Kerbirou, C., Clergeau, P., 2013. Ecological corridors also operate in an urban matrix: A test case with garden shrews. *Urban Ecosystem* [online] 16. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-013-0289-0>. Acesso: 24 abr. 2015.
- Viana, V. M., Pinheiro, L. A. F. V., 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12, 25-42.
- Wu, J., 2010. Urban sustainability: an inevitable goal of landscape research. *Landscape Ecology* [online] 25. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-009-9444-7>. Acesso: 04 mai. 2015.