



## MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA: ANÁLISE DO EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS REMANESCENTES DE UM HOTSPOT PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

COSTA, Adriana<sup>1</sup>; GALVÃO Amanda<sup>2</sup>; DA SILVA, Lucas Gonçalves<sup>3</sup>

### RESUMO

A destruição e fragmentação das paisagens naturais figuram entre as principais causas de perda de biodiversidade. Dentro desse contexto, o efeito de borda é uma comum problemática em fragmentos florestais, especialmente em áreas adjacentes à mananciais hídricos. Além disso, a crise hídrica da região Sudeste do Brasil nos últimos anos torna a análise florestal do entorno de reservatórios uma importante questão a ser estudada em detalhe. O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de borda em remanescentes florestais de Mata Atlântica no entorno de um reservatório que abastece a região metropolitana de São Paulo, mostrando que diferentes matrizes ao redor desses remanescentes florestais podem influenciar significativamente a conservação do manancial hídrico em um *hotspot* para conservação da biodiversidade. A área delimitada para realização dessa pesquisa foi localizada próxima à represa Atibainha, Sistema Cantareira, município de Nazaré Paulista, São Paulo, Brasil. Foram selecionados dez fragmentos florestais para análises de paisagem, sendo cinco deles circundados por urbanização e rodovias e os outros cinco por áreas de pastagem, levando em consideração fragmentos de forma, tamanho e isolamento semelhante. Os fragmentos florestais cujo entorno foi representado por rodovias e áreas urbanas (meio antrópico de uso intensivo) tiveram média de 33,64% de área de borda em sua superfície total, enquanto os fragmentos com entorno representado por matriz de pastagem (uso extensivo) tiveram média de 17,12% de área de borda, significativamente diferentes. Em conclusão, fragmentos florestais circundados por matriz antropizada por ações mais intensivas apresentam maior área e efeito de borda que os fragmentos florestais envolvidos por matriz de uso menos intenso, tal como pastagens. Esses resultados podem ser utilizados como base para projetos de conservação que visem a recuperação de áreas florestais degradadas e fragmentadas, especialmente no entorno mananciais hídricos que abastecem grandes cidades inclusas geograficamente dentro do bioma Mata Atlântica.

**Palavras-chave:** Fragmentação florestal; Mata Atlântica; efeito de borda; ecologia da paisagem.

## BRAZILIAN ATLANTIC FOREST: EDGE EFFECT ANALYSIS IN REMAINING FRAGMENTS OF A BIODIVERSITY CONSERVATION HOTSPOT

### ABSTRACT

The destruction and fragmentation of natural landscapes is one of major causes of biodiversity loss. In this context, the edge effect is a common problem in forest fragments, especially in areas adjacent to water bodies. In addition, the recent water crisis in Brazil's southeastern region makes the forest analysis surrounding

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. Bióloga, doutoranda em Ciências Biológicas. E-mail: [adrianacostabio@gmail.com](mailto:adrianacostabio@gmail.com).

<sup>2</sup> Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – CECAV ICMBio, Brasília, DF, Brasil. Bióloga, bolsista de pesquisa. E-mail: [amandagalvao@gmail.com](mailto:amandagalvao@gmail.com).

<sup>3</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife/PE, Pesquisador DCR-B. Biólogo, doutor em zoologia. E-mail: [lucas\\_gonc@yahoo.com.br](mailto:lucas_gonc@yahoo.com.br).

reservoirs an important issue to be studied in detail. Therefore, this study aimed to compare the edge effect in forest remnants of Atlantic Forest in the boundaries of a reservoir that supplies water for the metropolitan region of São Paulo, showing that different matrices around these remaining forests can significantly influence the conservation of the stock water in a biodiversity hotspot. The area defined for this survey is located near the Atibainha reservoir, Cantareira System, Nazaré Paulista, Sao Paulo, Brazil. We selected ten forest fragments for landscape analysis, five of them surrounded by urbanization and highways and the other five by livestock areas, taking into account the form, similar size and isolation of fragments. The forest fragments whose surrounding environment was represented by highways and urban areas (intensive use) had border area average of 33.64% in the total area, while the fragments represented by surrounding pasture matrix (extensive use) had average border area of 17.12%, significantly different. In conclusion, forest fragments surrounding by more intensive actions have greater area of edge effects that forest fragments surrounded by less intensive use, such as livestock. These results can be used as a baseline for conservation projects aiming to restoration of degraded and fragmented forested areas, especially around water bodies that supply large cities included geographically inside the Atlantic Forest biome.

**Key words:** Forest fragments; Atlantic Forest; edge effect; landscape ecology.

## 1. INTRODUÇÃO

A fragmentação e descaracterização de habitats é uma das principais causas de perda da biodiversidade mundial nas últimas décadas (MYERS *et al.*, 2000; PIMM *et al.*, 2014). Mudanças ocasionadas pela fragmentação de habitats são mais evidentes e significativas em florestas tropicais (MORELLATO & HADDAD, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2009), onde a rápida conversão dos ambientes naturais em monoculturas ou áreas urbanas torna os ambientes desfavoráveis para a biota florestal (VIJAY *et al.*, 2016).

Os remanescentes florestais são circundados por áreas de paisagem modificadas denominadas 'matriz' (FORMAN, 1997), representadas por diferentes tipos de usos do solo (pastagens, agricultura intensiva, monoculturas e vegetação secundária) (RICKETTS, 2001). A composição desfavorável da matriz às espécies nativas em geral resulta em um aumento do efeito de borda em fragmentos, causado por diferentes fatores bióticos e abióticos (modificações na umidade, temperatura, disponibilidade hídrica, incidência solar e poluição) e esses processos influenciam diretamente nas interações intra e interespecíficas (tais como reprodução, predação, parasitismo, competição, herbivoria, polinização e dispersão) (LAURANCE, 1994; STOUFFER & BIERREGAARD JR, 1995; SILVA *et al.*, 1996; WUNDERLE JR, 1997; BENITEZ-MALVIDO, 1998; LAURANCE *et al.*, 2002). Além disso, o fato de alguns fragmentos florestais apresentarem relevo e solos propícios para agricultura e expansão urbana resulta na abertura de fronteiras do desenvolvimento, onde remanescentes sofrem com os processos de ocupação territorial desordenada (IVANAUSKAS *et al.*, 2001). Nesse contexto, a supressão da cobertura vegetal tem impacto direto sobre o regime de chuvas e fluxo dos rios, sendo um

fato determinante para a disponibilidade de recursos hídricos nos sistemas naturais (TORRES *et al.*, 1997; OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000).

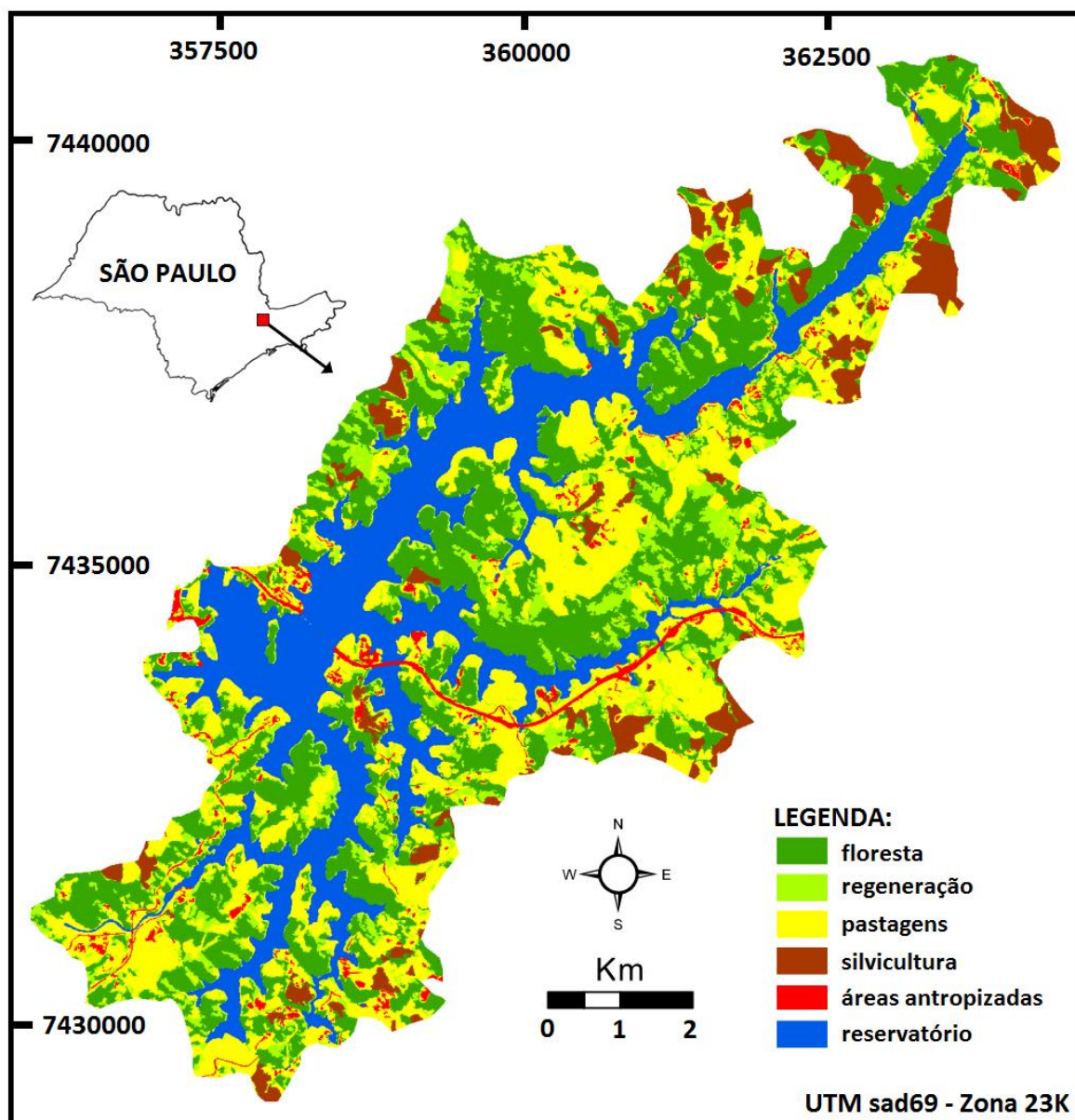
Dentre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica é o mais ameaçado e com menor área proporcional remanescente (MYERS *et al.*, 2000). Dos 12% restantes de sua cobertura original, o Estado de São Paulo representa uma parcela de cerca de 18%. Com altas taxas de fragmentação da paisagem natural, os efeitos de borda também tendem a ser bastante influentes no bioma como um todo, pois acontece um favorecimento aos fatores ambientais que os maximizam em áreas fragmentadas ou degradadas (RIBEIRO *et al.*, 2009). Além disso, o Estado de São Paulo enfrentou recentemente uma crise hídrica de abastecimento sem precedentes devido às condições extremas de seca dentro de uma área considerada de alta pluviosidade e umidade no território brasileiro e dos efeitos diretos das alterações humanas nas paisagens naturais dos mananciais hídricos da Mata Atlântica que abastecem as populações locais (JACOBI *et al.*, 2015).

O presente estudo teve por objetivo comparar o efeito de borda nos fragmentos florestais do entorno de um reservatório de água do Sistema Cantareira com diferentes níveis de modificação da paisagem, visando elucidar a influência do tamanho da área de borda nos fragmentos florestais e sua variação de acordo com o tipo de matriz. A intensidade do efeito de borda tende a aumentar de acordo com diferenças entre o tipo de matriz e o fragmento florestal. Se isso for verdade, fragmentos florestais circundados por matriz sob ação antrópica de uso menos intensivo (pastagens) apresentem menor área de borda que os fragmentos florestais envolvidos por matrizes sob ações humanas mais intensivas (estradas e construções), os quais representariam matrizes mais adversas para a biodiversidade e, conseqüentemente, mais nocivas à preservação dos recursos hídricos.

## 2. METODOLOGIA

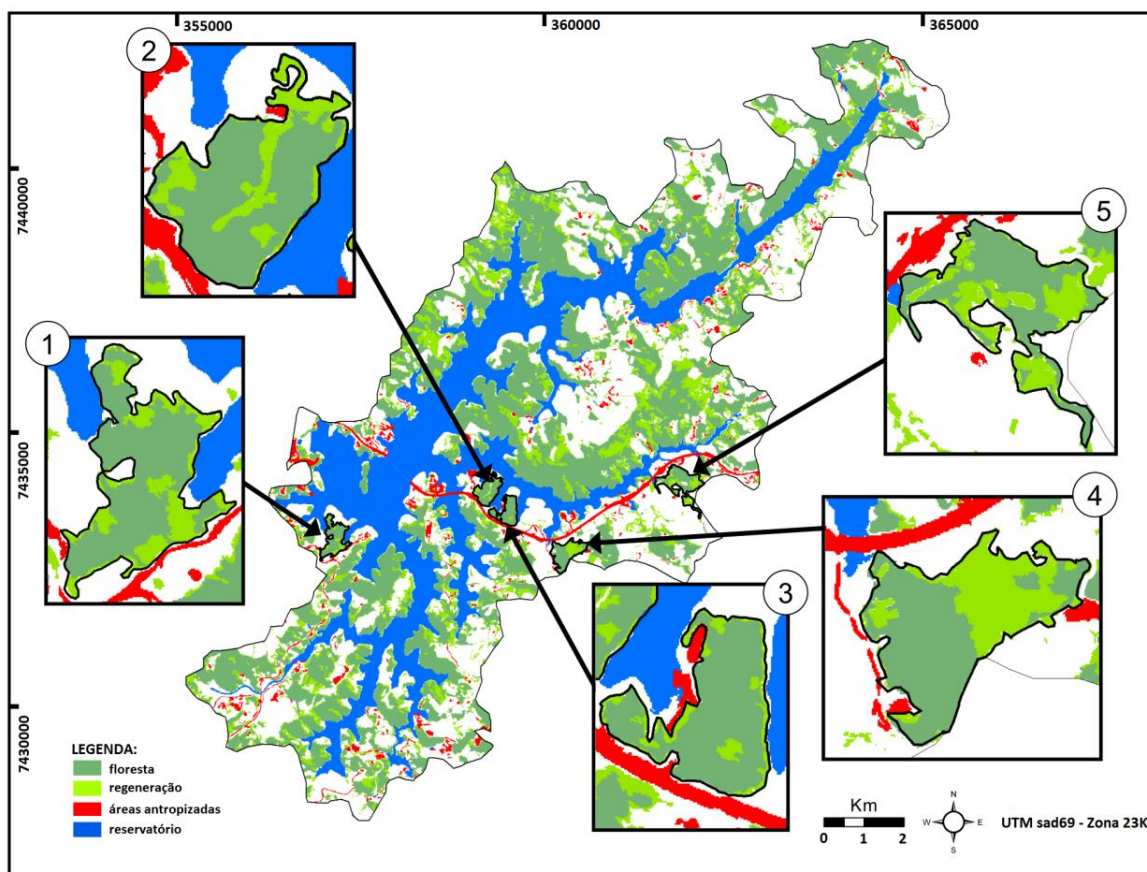
A área de estudo compreendeu fragmentos do bioma Mata Atlântica localizados no entorno da represa Atibainha, sistema de barramentos Cantareira, município de Nazaré Paulista, São Paulo, Brasil (coordenada central: 23K, 360120,000 e 7436256,000 UTM, *South American Datum SAD 1969*). A área total classificada para a análise foi de 89,26 km<sup>2</sup> (denominada área do entorno) (Figura 1). A região era originalmente coberta por florestas ombrófilas densas, porém atualmente se encontra muito fragmentada, com cerca de 50% da área do entorno do reservatório composta por paisagens moderadamente ou fortemente modificadas.

Foram selecionados dez fragmentos para amostragem, sendo cinco deles circundados por construções e estradas de grande, médio e pequeno porte (ações antrópicas mais intensivas; Fig. 2) e os outros cinco por áreas de pastagem (ações antrópicas menos intensivas; Fig. 3). A superfície desses fragmentos compreendeu 2,6 km<sup>2</sup> do total da área de estudo. A seleção dos fragmentos foi feita através da identificação de classes de cobertura do solo pelo processamento de imagens de satélite e foi realizada levando em consideração fragmentos com semelhante forma, tamanho e isolamento em relação a outras áreas florestadas.



**Figura 1** – Localização do reservatório Atibainha, Nazaré Paulista/SP e as classes de cobertura do solo presentes. Resultados detalhados da análise de paisagem estão inclusos na Tabela 1.

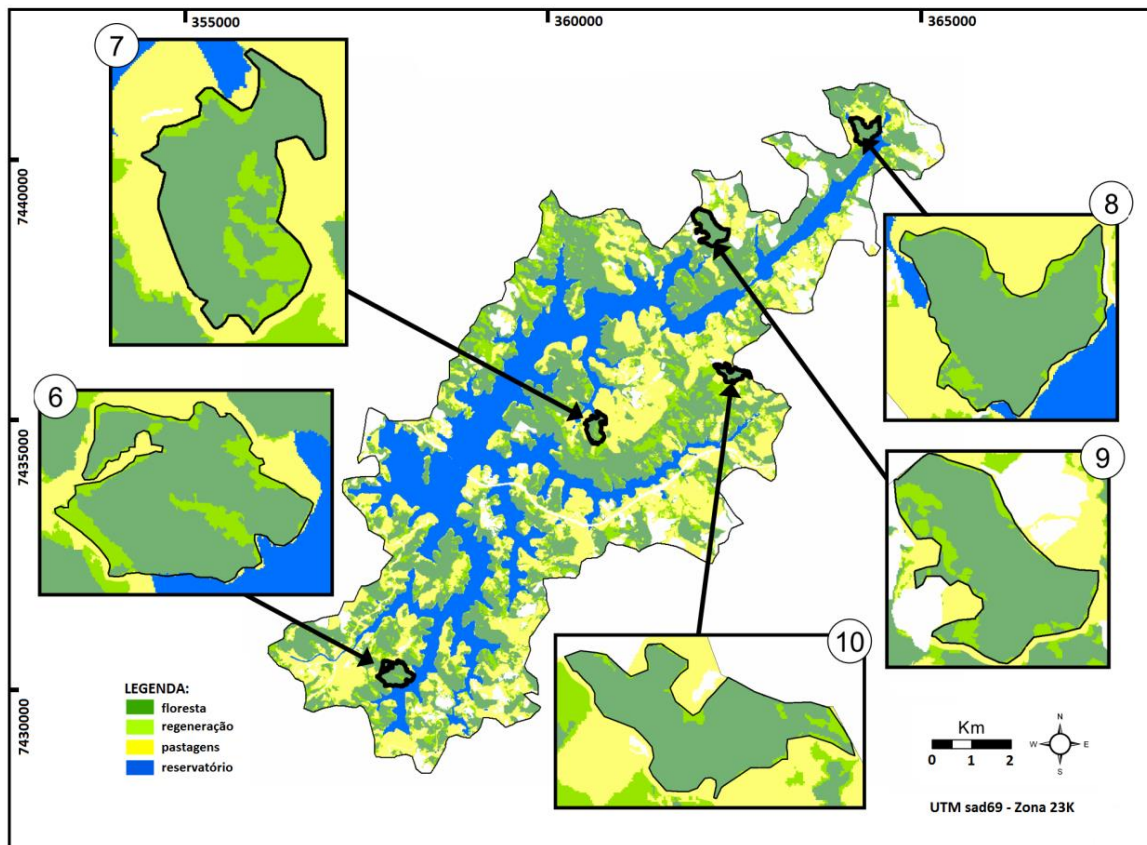
As análises da paisagem foram realizadas a partir de imagens de satélite SPOT (Ano) 2003, com pixel tamanho 2,5m. As imagens foram processadas usando o pacote ERDAS no programa ArcGis 10 (ESRI, 2010). O método utilizado para extração das classes de cobertura do solo foi o de classificação supervisionada. Nesse método o usuário desenha sítios de treino das classes de cobertura conhecidas para a região e o programa realiza a classificação de acordo com a assinatura espectral do pixel das áreas pré-definidas nos sítios de treino. Posteriormente o programa extrapola o resultado para toda a imagem usando o método de máxima-verossimilhança. Com a utilização do programa IDRISI TAIGA 16.0 (CLARK LABS., 2009), foram extraídos os polígonos de análise (áreas do entorno do reservatório e fragmentos). Todas as camadas de análise foram sobrepostas (classes de cobertura do solo e áreas de interesse), gerando o cálculo automático de área das superfícies dos fragmentos (porcentagem das áreas de borda, com estágios sucessionais da floresta). Em seguida, essas áreas foram importadas novamente no programa ArcGis 10 para a geração dos produtos cartográficos.



**Figura 2** – Localização dos fragmentos de Mata Atlântica 1 a 5, próximos ao reservatório Atibainha, Nazaré Paulista/SP, cuja área do entorno foi representada por rodovias e construções.

A partir das imagens obtidas, foi calculada a porcentagem de área de borda em cada um dos 10 fragmentos selecionados com diferentes matrizes de entorno, de forma a atender semelhantes áreas

com a presença das diferentes matrizes analisadas. Após, foi calculada a área (em km<sup>2</sup>) de cada estágio sucessional da floresta dentro de cada fragmento. A diferença na porcentagem de área de borda dos fragmentos (estágio sucessional secundário, variável resposta) circundados pelos dois diferentes tipos de matrizes (diferentes usos antrópicos, variável explicativa) foi testada utilizando o teste T-pareado.



**Figura 3** – Localização dos fragmentos de Mata Atlântica 6 a 10, próximos ao reservatório Atibainha, Nazaré Paulista/SP, cuja área do entorno foi representada por pastagens.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das análises realizadas, é evidente que o tamanho das áreas de borda (regeneração) dos fragmentos possui direta relação com os componentes do entorno ( $T= 2,43$ ;  $g^2= 8$ ;  $p= 0,041$ ; Figuras 2 e 3; Tabela 1). Esses dados mostram que a diferença na proporção de área de borda entre os fragmentos circundados por diferentes matrizes indica que o tipo de matrizes próximas aos fragmentos torna o efeito de borda mais ou menos intenso. Os fragmentos cujo entorno é composto por matriz que é impactada por modificação e uso mais intensivo apresentaram cerca de 33,64% da sua superfície diretamente afetada por efeitos de borda, enquanto os fragmentos com entorno representado por matriz de pastagens (atividade considerada menos intensa e invasiva), apresentaram em torno de

17,12% de superfície sob efeitos de borda (Tabela 1). O efeito de borda dessa forma afeta diretamente o reservatório Atibainha, o que pôde ser verificado e documentado durante o período de seca no período 2014-2016 (Figura 4).

Tabela 1 - Classificação das classes de cobertura do solo na região de estudo e dos fragmentos estudados. As diferenças significativas entre os tipos de fragmento em relação à matriz estão destacadas em vermelho.

Fragmento	Matriz do entorno	Area total (km2)	Floresta (km2)	% Floresta	Regeneração (km2)	% Regeneração	Classe de cobertura do solo	Área (km2)
1	Antrópico	0,27	0,20	73,1	0,07	26,9	<b>Floresta</b>	<b>27,38</b>
2	Antrópico	0,21	0,14	67,9	0,07	32,1	<b>Regeneração</b>	<b>9,75</b>
3	Antrópico	0,20	0,11	56,4	0,09	43,6		
4	Antrópico	0,26	0,13	50,8	0,13	49,2	<b>Pastagens</b>	<b>23,92</b>
5	Antrópico	0,37	0,31	83,6	0,06	16,4		
	<b>Médias Antrópico</b>	<b>0,26</b>	<b>0,18</b>	<b>66,36</b>	<b>0,08</b>	<b>33,64</b>		
6	Pastagem	0,32	0,25	78,4	0,07	21,6	<b>Silvicultura</b>	<b>6,11</b>
7	Pastagem	0,21	0,15	71,8	0,06	28,2		
8	Pastagem	0,25	0,22	88,7	0,03	11,3	<b>Antropização</b>	<b>2,45</b>
9	Pastagem	0,36	0,31	85,3	0,05	14,7		
10	Pastagem	0,16	0,15	90,2	0,02	9,8	<b>Reservatório</b>	<b>19,65</b>
	<b>Médias Pastagem</b>	<b>0,26</b>	<b>0,21</b>	<b>82,88</b>	<b>0,05</b>	<b>17,12</b>		
<b>Area total amostrada</b>		<b>2,61</b>					<b>Área total de estudo</b>	<b>28,21</b>



Figura 4 – Fotos do reservatório Atibainha durante a crise hídrica 2014-2016 no Estado de São Paulo. Fotos: Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPÊ/SP.

Os fragmentos florestais com matriz de entorno onde predominam ações antrópicas menos intensivas (pastagens) aparentam ter uma capacidade maior de tamponamento quando comparados com fragmentos com matriz de entorno antropizadas e com ações mais intensivas, pois estabilizam a mortalidade de árvores (DIDHAM & LAWTON, 1999; MESQUITA *et al.*, 1999). Este fato pode estar também associado com o tempo de surgimento do efeito de borda na comunidade do fragmento circundado na matriz de pastagem, que após ter sofrido alterações na vegetação, passado algum tempo, torna-se estável, gerando um balanço de biodiversidade que tende ao equilíbrio (KUPFER & RUNKLE, 2003). Desse modo, essas matrizes de pastagem madura podem ter oferecido uma menor

pressão aos fragmentos florestais, mantendo maior proporção de floresta em estágio avançado no seu interior.

Por outro lado, a matriz de uso mais intensivo pode ser considerada mais danosa aos remanescentes de vegetação nativa. Seus efeitos na área de estudo podem ser ainda maiores e intensos devido à poluição ocasionada pelo volume do tráfego de veículos, por alterações no regime de vento nas extremidades das estradas, luz, ruídos e produtos químicos (VAN DER REE *et al.*, 2011). Em geral, a literatura já cita a associação de que fragmentos florestais sob ações mais intensivas tendem a abrigar menos espécies do que fragmentos próximos a pastagens (TABARELLI *et al.*, 2004), o que foi confirmado no presente estudo, pela primeira vez realizado no bioma Mata Atlântica.

Os efeitos negativos à biodiversidade ocasionado pela construção e pavimentação de rodovias, bem como o tráfego intenso de veículos, podem se estender por muitos metros além da estrada (REJNEN *et al.*, 1995; FORMAN & DEBLINGER, 2000; EIGENBROD *et al.*, 2009). Como os fragmentos selecionados que possuíam matriz sob maior ação antrópica em seu entorno apresentaram influência direta de rodovias, é possível que as mesmas tenham efeito direto na mortalidade das plantas em maior escala. Os impactos sobre a biodiversidade são claros e conhecidos: animais responsáveis pela polinização e dispersão de frutos e sementes tendem a evitar áreas com maior intervenção humana (DEVELEY & STOUFFER, 2001; LAURANCE *et al.*, 2004), além da depleção de populações por conta de atropelamentos da fauna enquanto os indivíduos cruzam rodovias (SILVA *et al.*, 2014). Mesmo assim, apesar de seu menor efeito de borda nas áreas fragmentadas, pastagens podem representar uma matriz relativamente adversa para determinadas espécies florestais, pois se comparadas às florestas secundárias, monoculturas/silviculturas são consideradas menos eficazes como facilitadoras da fauna florestal (GASCON *et al.*, 1999; MESQUITA *et al.*, 1999; RENJIFO, 2001). Porém, o pasto próximo aos fragmentos analisados aparentemente ainda mantém características de conformação, como a presença de algumas espécies arbóreas de pequeno e médio porte, que diminuem efeitos dos ventos, incidência solar e evaporação de água do solo. Com isso, tornam-se áreas mais permeáveis para a fauna em geral.

O presente estudo pode ser considerado de alta importância para a tomada de decisão. Ainda que a avaliação não tenha sido realizada com medições diretas no campo, pontos controle de validação da classificação da paisagem obtiveram quase 100% de aderência, evidenciando que a obtenção de informações da superfície terrestre a partir de sensoriamento remoto é um método bastante preciso e por isso aqui selecionado. Em geral, o padrão espectral encontrado mostra que áreas de borda com alto contraste entre os fragmentos e a matriz são mais propensas a gerar fortes efeitos de bordas do que superfícies de baixo contraste espectral (ZHENG & CHEN, 2000; LAURANCE *et al.*, 2002).



Os nossos resultados sugerem que estratégias de conservação para fragmentos florestais devem levar em consideração o tipo de matriz inserida na paisagem, já que a mesma pode afetar diretamente a extensão do efeito de borda. Mesmo de forma mais cautelosa, devem-se priorizar ações de recuperação e restauração em fragmentos florestais com ações antrópicas e especialmente rodovias no seu entorno. Porém, não se devem desconsiderar atividades de conservação em fragmentos que possuem pastagens no seu entorno, pois apesar de menores prioridades de recuperação, necessitam de conexões com outras áreas. O planejamento integrado da paisagem é de vital importância para a manutenção dos mananciais hídricos do Sistema Cantareira e o abastecimento da população da região metropolitana da cidade de São Paulo. Adicionalmente, somente esse conjunto de medidas tornará possível preservação da diversidade biológica em florestas fragmentadas. Em suma, os fragmentos isolados por áreas impactadas por usos antrópicos intensivos no seu entorno são de extrema importância, especial interesse para a conservação da biodiversidade e prioridades de restauração ecológica.

#### **4. CONCLUSÕES**

O bioma Mata Atlântica encontra-se altamente fragmentado e a manutenção da biodiversidade nos remanescentes florestais é de extrema importância para a conservação. O efeito de borda em fragmentos deve ser considerado dentro do planejamento territorial e na tomada de decisão, visto que o tipo de matriz do entorno dos fragmentos influencia diretamente na cobertura vegetal dos remanescentes florestais. Além disso, a manutenção da vegetação nativa é vital para o balanço hídrico e, conseqüentemente, o abastecimento de água da população, sendo que os remanescentes florestais desempenham papel extremamente importante nesse processo. Nosso estudo evidencia a importância do planejamento integrado da paisagem para a manutenção da biodiversidade e dos mananciais hídricos da Mata Atlântica.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPÊ (Nazaré Paulista SP), ao Centro Brasileiro de Biologia da Conservação (CBBC), ao Dr. Paulo Enrique Cardoso (UEFS), aos Drs. Christoph Knogge, Clinton N. Jenkins e Alexandre Uezu (IPÊ/SP), ao ICMBio, ao CNPq e à FACEPE por suporte financeiro aos autores.

## 6. REFERÊNCIAS

- BENITEZ-MALVIDO, Julieta. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. **Conservation Biology**, n.2, v. 12, p. 380-389, abr, 1998.
- CLARK LABS. **Idrisi Taiga 16.0 Software**. Clark University, EUA. 2010.
- DEVELEY, Pedro. F.; SOUFFER, Philip. C. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central Amazonian Brazil. **Conservation Biology**, v. 15, n. 5 p. 1416-1422, oct, 2001.
- DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H.; HAMMOND, P. M.; EGGLETON, P. Tropic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, v. 353, n.1367.p. 437-451, abr,1998.
- EIGENBROD, Felix.; HECNAR, Stephen J; FAHRIG, Leonore. Quantifying the road-effect zone: Threshold effects of a motorway on anuran population in Otario, Canada. **Ecology and Society**, v. 14, n.1, 2009.
- ESRI. **ArcGIS Desktop: Release 10**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. 2010.
- FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: The ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press, Cambridge. 1997.
- FORMAN, Richard. T. T.; DEBLINGER, Robert. D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. **Conservation Biology**, v. 14,n.1 p. 36-46, fev, 2000.
- IVANAUSKAS, Natália Macedo. MONTEIRO, Marcos, RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Levantamento florístico de um trecho de floresta atlântica em Pariquera-Açu, São Paulo, Brasil. **Naturalia**, v. 26, p. 97-129, 2001.
- JACOBI, Pedro Roberto; CIBIM, Juliana; LEÃO, Renata de Souza. Crise hídrica na macrometrópole paulista e resposta da sociedade civil. **Estudos Avançados**, São Paulo, Usp, v. 29, n. 84, p. 27-42, 2015.
- KUPFER, John. A.; RUNKLE, James. R. Edge-mediated effects on stand dynamic processes in forest interiors: A coupled fiels and simulation approach. **Oikos**, v. 101, p. 135-146, set ,2003.
- LAURANCE, Willian. F. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. **Biological Conservation**, v. 69, p. 23-32, ago,1994.
- LAURANCE, Willian. F. Hyperdynamism in fragmented habitats. **Journal of Vegetation Science**, v. 13, n. 3, p. 595-602, jun, 2002.
- LAURANCE, Willian. F.; LOVEJOY, Thomas. E.; VASCONCELOS, Heraldo. L.; BRUNA, Emilio. M.; DIDHAM, Raphael. K.; STOUFFER, Philip. C.; GASCON, Claude.; BIERREGAARD Richard O., R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, Erica. Ecosystem decay of Amazonian Forest fragments: a 22 year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605-618, 2002.
- LAURANCE, Susan. G. W.; STOUFFER, Phillip. C.; LAURANCE, Willian. F. Effects of road clearings on movement patterns of understory rainforest birds in central Amazonia. **Conservation Biology**, v. 18, n.4, p. 1099-1109, ago, 2004.
- MESQUITA, Rita . C. G.; DELAMONICA, Patrícia.; LAURANCE, Willian. F. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, v. 91, n. 2-3, p. 129-134, 1999

MORELLATO, L. Patrícia. C.; HADDAD, Célio. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic forest. **Biotropica**, v. 32, p. 786-792, set, 2000.

MYERS, Norman.; MITTERMEIER, A. Russel.; MITTERMEIER, Cristina. G.; FONSECA, Gustavo.; KENTS, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, fev, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, Ary. T.; FONTES, Marco Aurélio. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n.4b, p. 793-810, ago, 2000.

PIMM, S. L.; JENKINS, C. N.; ABELL, R.; BROOKS, T. M.; GITTLEMAN, J. L.; JOPPA, L. N.; RAVEN, P. H.; ROBERTS, C. M.; SEXTON, J. O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**, v. 344, n.6187, p. 987-997, 2014.

REIJNEM, Rien; FOPPEN, Ruud.; TER BRAAK, Cajo.; THISSEN, Johan. The effects of car traffic on breedingbird populations in woodland and reduction of density in relation to the proximity of main roads. **Journal of Applied Ecology**, v. 32, n.1,p. 187-202, fev,1995.

RENJIFO, Luis Miguel. Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. **Ecological Applications**, v. 11, n. 1, p. 14-31, set, 2001.

RIBEIRO, Milton Cezar.; METZGER, Jean. Paul.; MARTENSEN, Alexandre Camargo.; PONZONI, Flávio Jorge.; HIROTA, Márcia Makiko. The Brazilian Atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142,n.6,p. 1141-1153, mar, 2009.

RICKETTS, Taylor. The matrix matters: Effective isolation in fragmented landscapes. **The American Naturalist.**, v. 158, n.1,p. 87-99, fev, 2001.

SILVA, José Maria Cardoso da.; UHL, C. Christopher.; MURRAY, Gregory. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned amazonian pastures. **Conservation Biology**, v. 10, n.2, p. 491-503, abr, 1996.

SILVA, Lucas Gonçalves.; CHEREM, Jorge José.; KASPER, Carlos Benhur.; TRIGO, Tatiane Campos.; EIZIRIK, E. Mapping wild cat roadkills in southern Brazil: baseline data for species conservation. **CatNews**, v.61, p. 04-07, 2014.

STOUFFER, Philip. C.; BIERREGAARD JR, Richard. O. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. **Ecology**, v. 76, n.8, p. 2429-2445, dez, 1995.

TABARELLI, Marcelo.; SILVA, José. Maria. Cardoso.; GASCON, Claude. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n.7, p. 1419-1425, mai, 2004.

TORRES, Roseliv Buzanelli.; MARTINS, Fernando Roberto.; NIKOSHITA, Luiza. Sumiko. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, V.20, n.1, p.41-49, jun. 1997

VAN DER REE, Rodney.; JAEGER, Jochen. A. G.; VAN DER GRIFT, Edgar. A.; CLEVINGER, Anthony. P. Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: Road ecology is moving toward larger scales. **Ecology and Society**, v. 16, n. 1, jul, 2011.

VIJAY, Varsha.; PIMM, Stuart. L.; JENKINS, Clinton. N., SMITH, Sharon. J. The impacts of oil Palm on recent deforestation and biodiversity loss. **Plos One**, v. 11, n.7, p. e0159668, jul, 2016.

COSTA, A.; GALVÃO, A.; SILVA, L.G. da. *Mata Atlântica brasileira: análise do efeito de borda em fragmentos florestais remanescentes de um hotspot para conservação da biodiversidade. Geomae, Campo Mourão, v.10, n.1, p.112-123, 2019.*

WUNDERLE JR., Joseph. M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest: Regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, v. 99, n.1-2, p. 223-235, mai, 1997.

ZHENG, Daolan; CHEN, Jiquan. Edge effects in fragmented landscapes: A generic model for delineating area of edge influences (D-AEI). **Ecological Modelling**, v. 132, n.3, p. 175-190, fev, 2000.