

MÉTRICAS DE PAISAGEM PARA ANÁLISE ESPACIAL DE REMANESCENTES FLORESTAIS: UM ESTUDO DE CASO EM CAMPINAS/SP

Alessandra Leite da Silva¹

Regina Márcia Longo²

Recursos Naturais

RESUMO

As métricas de paisagem são ferramentas utilizadas no estudo da Ecologia de Paisagem e importantes na análise espacial do fenômeno da fragmentação florestal, visto que promove o estudo das relações entre os processos ecológicos de determinada paisagem e seus padrões espaciais. Diante disto, o presente trabalho se propôs a realizar um levantamento das principais métricas de paisagem relevantes à análise de remanescentes florestais, aplicando-as a um fragmento localizado em Campinas-SP. Desta forma, levantou-se uma seleção de métricas que puderam ser agrupadas em quatro tipologias: Área (Tamanho, Área Nuclear, Índice de Área Central); Forma (Bordas, Índice de Forma, Índice de Circularidade, Forma); Proximidade (Distância do vizinho mais próximo, Conectividade, Proximidade entre fragmentos e a malha viária, Proximidade entre fragmento e curso(s)d'água) e Usos e ocupação (Produção de água, Uso e ocupação do solo na borda). A aplicação desta seleção de métricas no fragmento "Mata do Boi Falô" em Campinas-SP comprovou ser bastante eficaz. Foi possível, por exemplo, identificar o alto grau de exposição aos efeitos de borda a que o fragmento se encontra, bem como a baixa possibilidade de fluxo gênico, resultados da proximidade com rodovia, distanciamento de outros fragmentos, formato mais alongado e, conseqüentemente, baixo índice de área nuclear.

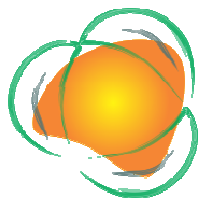
Palavras Chave: ecologia de paisagem; métricas de paisagem; fragmentação florestal.

INTRODUÇÃO

Embora a restauração de paisagens fragmentadas seja ainda um desafio, existem inúmeras alternativas indicadas para a contenção deste fenômeno. Estas propostas visam aumentar a conectividade e permeabilidade da paisagem, possibilitando o incremento de fauna e flora e contribuindo para a redução da degradação proveniente dos efeitos de borda (GRECCIO; PISSARRA; RODRIGUES, 2009; VIANA, PINHEIRO, 1998).

¹ Mestranda em Sistemas de Infraestrutura Urbana na Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas-SP, alessandra_ls@yahoo.com.

² Pesquisadora e Profª Doutora na Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Grupo de Pesquisa Sustentabilidade Ambiental das Cidades, Campinas – SP, regina.longo@puc-campinas.edu.br



Para tanto, é essencial compreender espacialmente cada paisagem. Neste sentido, o estudo da Ecologia de Paisagem se mostra bastante eficaz, já que é capaz de estudar a fragmentação florestal e avaliar as relações entre os processos ecológicos e padrões espaciais (HENKES e BARCELLOS, 2004 *apud* MASSOLI; STATELLA; SANTOS, 2016; METZER, 2003 *apud* Oliveira *et al.*, 2015). A quantificação destes padrões pode ser realizada por meio das métricas de paisagem; que aliadas à geotecnologia e sensoriamento remoto, promovem uma análise integrada de indicadores e permitem um adequado planejamento ambiental OLIVEIRA *et al.*, 2015; MASSOLI; STATELLA; SANTOS, 2016).

Diante disso, o presente trabalho se propôs a estabelecer uma metodologia de análise espacial de remanescentes florestais utilizando métricas de paisagem, e aplicá-la em um fragmento localizado em área urbana do município de Campinas-SP.

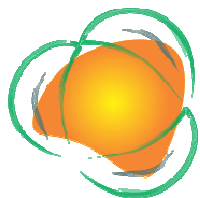
METODOLOGIA

Em plataformas científicas, realizou-se uma busca de artigos científicos recentes com as temáticas “métricas de paisagem”, “análise espacial” e “remanescentes florestais”. Os artigos selecionados foram analisados e levantaram-se as métricas de paisagem utilizadas. Em seguida, selecionou-se as métricas pertinentes para a análise de remanescentes florestais e aplicaram-nas no fragmento florestal Fazenda Santa Genebrinha, conhecido como Mata do Boi Falô (Campinas-SP). Os cálculos foram realizados por meio de softwares GIS e, para tanto, necessitaram-se também de alguns dados geoespaciais, disponibilizados pela prefeitura do município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais métricas de paisagem utilizadas nos artigos científicos analisados foram selecionadas (FERNANDES; FERNANDES, 2017; LIMA; FRANCISCO; BOHRER, 2017; MASSOLI; STATELLA; SANTOS, 2016; FENGLER *et al.*, 2015; MORAES; MELLO; TOPPA, 2015; SILVA; SOUZA, 2014; PIROVANI *et al.*, 2014; FREITAS, 2012; CALEGARI *et al.*, 2010; ETTO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2017), sendo possível dividi-las em 4 grupos:

- **Área:** Tamanho; Área Nuclear; Índice de Área Central;
- **Forma:** Bordas; Índice de Forma; Índice de Circularidade; Forma;



- **Proximidade:** Distância do vizinho mais próximo; Conectividade; Proximidade entre fragmentos e a malha viária; Proximidade entre fragmento e curso(s) d'água;
- **Usos e ocupação:** Produção de água, Uso e ocupação do solo na borda.

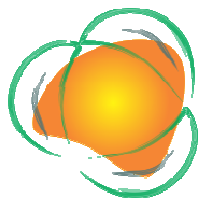
A Tabela 1 apresenta detalhadamente todos os resultados obtidos da aplicação destas métricas na Mata do Boi Falô.

Tabela 1. Resultados das métricas calculadas para o fragmento “Mata do Boi Falô”

Área	Tamanho (AREA)	110.172,711 m ²	11,02 ha
	Área Nuclear (AC)	34.179,473 m ²	0,34 ha
	Índice de Área Central (CAI)	3,09%	
Forma	Bordas (TE)	1.511,776 m	
	Índice de Forma (SHAPE)	1,14	
	Índice de Circularidade (IC)	0,78	
	Forma	Moderadamente alongada	
Proximidade	Distância do vizinho mais próximo (ENN)	878,536	
	Conectividade (CONNECT)	Não	
	Proximidade entre fragmentos e a malha viária (PROXVIAS)	22,89 m	
	Proximidade entre fragmento e curso(s) d'água (PROXRIOS)	84,85 m	
Usos e ocupação	Produção de água (AGUA)	Não	
	Uso e ocupação do solo na borda (BORDA)	Modificação muito alta	

Além de ser um fragmento considerado como pequeno (FREITAS, 2012), com área total de apenas 11,02 ha, é possível identificar que a Mata do Boi Falô se encontra sob efeito de borda; o Índice de Área Central de apenas 3,09% indicou que apenas este percentual de área consiste em área nuclear estando protegida dos efeitos externos; em contrapartida, 96,91% da paisagem sofre com o efeito de borda. Estes efeitos manifestam-se por meio da perda de biodiversidade microbiológica tanto do solo quanto da flora e fauna, levando também à perda da diversidade genética, alterações na estrutura da vegetação e maior susceptibilidade a ocorrência de espécies invasoras (CALEGARI, 2010).

A pressão sobre o fragmento é ainda maior por estar ele a apenas 22,89 m de distância de uma Rodovia Estadual de tráfego intenso (Rodovia D. Pedro I). Além disso, o fato de estar a mais de 350 m de distância do fragmento mais próximo, classifica a Mata do Boi Falô com um remanescente isolado (FREITAS, 2012). Isto prejudica sua autossustentabilidade e manutenção do fluxo gênico e, como destacado por Herrmann, Rodrigues e Limas (2005), com a redução e isolamento das áreas adequadas à sobrevivência das populações, muitas espécies são levadas até mesmo à extinção.



As métricas de borda possibilitaram ainda avaliar que apesar de apresentar um formato simples e não muito recortado (fato evidenciado pelo Índice de Forma próximo a 1,00) (LIMA; FRANCISCO; BOHRER, 2017), através do Índice de Circularidade entre 0,65 e 0,85, o fragmento pôde ser classificado como moderadamente alongado (NASCIMENTO *et al.*, 2006). Estas informações evidenciam a alta susceptibilidade às pressões externas a que o fragmento está sujeito, principalmente devido sua localização em uma paisagem de modificação muito alta, caracterizada de tal forma devido ao alto grau de uso e ocupação do solo, como: solo exposto, áreas degradadas, ruas pavimentadas, edificações, etc (CHAVES; SANTOS, 2009) (Figura 1).

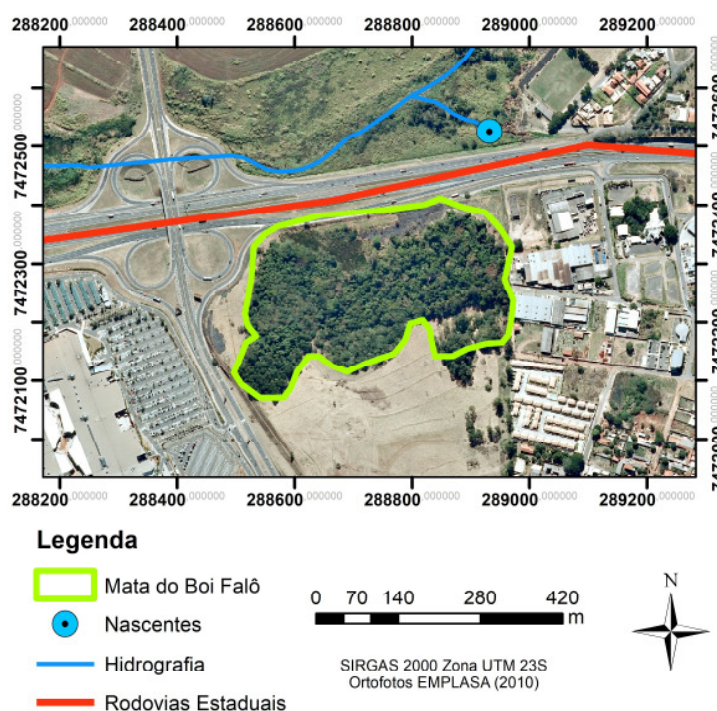
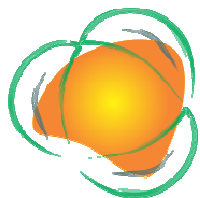


Figura 1. Fragmento “Mata do Boi Falô” e região no entorno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seleção de métricas de paisagem obtidas neste estudo mostrou-se ser eficaz para a análise espacial de remanescentes florestais e paisagens fragmentadas. A aplicação na Mata do Boi Falô permitiu identificar as maiores fragilidades do fragmento, que além de apresentar grande parte da área sujeita aos efeitos de borda, encontra-se isolado e sob influência de pressões externas provenientes da grande proximidade a uma rodovia. Desta forma, estas informações podem subsidiar futuros planos de gestão para este remanescente.



REFERÊNCIAS

- CALEGARI, L. *et al.* Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.871-880, out. 2010.
- CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L.B. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, p.922-930, dez. 2009.
- ETTO, T. L. *et al.* Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas -SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.6, p.1063-1071, dez. 2013.
- FENGLER, F. H. *et al.* Environmental quality of forest fragments in Jundiá-Mirim river basin between 1972 and 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.4, p.402-408, abr. 2015.
- FERNANDES, M.; FERNANDES, R. D. M. Análise Espacial da Fragmentação Florestal da Bacia do Rio Ubá - RJ. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1429–1439, 2017.
- FREITAS, E.P. **Análise integrada do mapa de uso e ocupação das terras da microbacia do Rio Jundiá-Mirim para fins de gestão ambiental**. 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas - SP, 2012.
- GRECCIO, T. C.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.1, p.117-124, fev. 2009.
- HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, v.35, n.1, p.13–22, 2005.
- LIMA, B. C.; FRANCISCO, C. N.; BOHRER, C. B. A. Deslizamentos e fragmentação florestal na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1283–1295, 2017.
- MASSOLI, J. V.; STATELLA, T.; SANTOS, V. S. Estimativa da fragmentação florestal na microbacia Sepotubinha, Nova Marilândia - MT, entre os anos de 1990 a 2014. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 48–60, 2016.
- MORAES, M. C. P.; MELLO, K.; TOPPA, R. H. Análise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de unidades de conservação. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.1, p.1-8, jan.-fev. 2015.
- NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica**, Manaus, v.36, n.2, p.183-192, 2006.
- OLIVEIRA, A. P. G. *et al.* Uso de geotecnologias para o estabelecimento de áreas para corredores de biodiversidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.4, p.595-602, 2015.
- PIROVANI, D. B. *et al.* Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.2, p.271-281, abr. 2014.
- SILVA, A. L. *et al.* Fragmentação e Análise Espacial dos Remanescentes Florestais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anhumas, Campinas-SP. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 69., 2017, Belo Horizonte: SBPC. **Anais...**
- SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na Flona do Ibura – Sergipe. Mercator, Fortaleza, v.13, n.3, p.121-137, set.-dez. 2014.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.32, p.25–42, 1998.