

PROPOSTA DE GESTÃO MUNICIPAL DE REMANESCENTES FLORESTAIS A PARTIR DE MÉTRICAS DE PAISAGEM: UM ESTUDO EM CAMPINAS-SP

Alessandra Leite da Silva ¹
Regina Márcia Longo ²

Grupo 03 – Saúde, Ambiente e Sociedade

Resumo

Para uma gestão adequada das estruturas florestais e espaços livres vegetados dentro da cidade são necessárias análises quantitativas e qualitativas destas áreas; neste contexto, as métricas de paisagem atuam como ferramenta eficaz. Diante disso, o presente estudo aplicou esta ferramenta para verificar as condições dos remanescentes florestais distribuídos nas bacias hidrográficas do município de Campinas, a fim de subsidiar a gestão ambiental. Através da extensão Patch Analyst, do software ArcGIS, foram calculadas métricas de tamanho, borda e forma, pelas quais verificou-se duas condições distintas. Para as bacias do Anhumas, Capivari, Capivari-Mirim e Quilombo são indicadas ações que visem proteger os remanescentes dos efeitos de borda; enquanto para as bacias do Atibaia e Jaguari é necessário promover a conectividade dos remanescentes, a fim de aumentar sua área efetiva.

Palavras-chave: análise espacial; gestão ambiental; vegetação remanescente.

¹ Doutoranda em Ciências Ambientais na UNESP/Sorocaba; Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana pela PUC/Campinas; alessandra.leite@unesp.br.

² Profa. Dra. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas de Infraestrutura e Sustentabilidade; regina.longo@puc-campinas.edu.br.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de infraestrutura verde, em especial áreas florestais remanescentes, ajudam a proteger e restaurar os ecossistemas naturais e fornecem uma estrutura para o desenvolvimento futuro. Entretanto, para que estes remanescentes sejam, de fato, funcionais e promovam ao ambiente urbano os benefícios citados são necessários planejamento e gerenciamento de longo prazo (BENEDICT; McMAHON, 2006).

O primeiro passo para um gerenciamento adequado destas áreas consiste no levantamento e mapeamento destas áreas. A partir daí seu planejamento e a gestão poderão e deverão ser realizados tanto nos níveis regional, quanto municipal e local, a fim de estabelecer uma rede multifuncional de áreas interligadas de vegetação que contribua para reestruturar o mosaico da paisagem urbana (PIPPi; TRINDADA, 2013; HERZOG, 2016).

Para reduzir a carência de informações a respeito dos remanescentes florestais nas cidades, são necessários projetos que promovam a avaliação de parâmetros ecológicos adequados, a fim de subsidiar a melhor tomada de decisão e conduzir ao desenvolvimento sustentável. Necessita-se, portanto, de metodologias de identificação e caracterização de remanescentes florestais urbanos, periurbanos e rurais, que atuem como um instrumento útil e de potencial auxílio à gestão ambiental e urbanística dos municípios (ZAÚ, 1998).

Neste sentido, técnicas de geoprocessamento associadas a critérios de gestão ambiental são bastante eficazes, proporcionando a identificação de áreas prioritárias para a implantação das estratégias de manejo e recuperação mais adequadas (OLIVEIRA et al., 2015). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo verificar a aplicação de métricas de paisagem, através da análise espacial, para verificar as condições dos remanescentes florestais nas bacias hidrográficas do município de Campinas, fornecendo subsídio para a gestão ambiental municipal.

METODOLOGIA

O município de Campinas, localizado no interior de SP, abrange uma área total de 794,571 km². Sua vegetação remanescente está distribuída em seis bacias hidrográficas que possuem diferentes características de uso e ocupação e impactos ambientais. As bacias do Anhumas, Capivari, Capivari-Mirim e Quilombo, com características urbanizadas

consolidadas, e as bacias do Atibaia e Jaguari, que ainda apresentam características periurbanas e rurais. Para analisar os remanescentes florestais em cada bacia hidrográfica do município foram calculadas métricas de paisagem, por meio da extensão Patch Analyst, no software ArcGIS, conforme apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Métricas de paisagem calculadas por meio da extensão Patch Analyst

Tipologia	Métricas de paisagem calculadas no Patch Analyst
Tamanho	Área da classe (CA); Área da paisagem (TLA); Número de fragmentos (NumP); Tamanho médio dos fragmentos (MPS); Tamanho mediano dos fragmentos (MedPS); Desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD); Coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos (PSCoV)
Borda	Total de borda (TE); Densidade de borda (ED); Comprimento médio da borda (MPE)
Forma	Relação média perímetro-área (MPAR); Indicador médio de forma (MSI); Indicador médio de forma ponderado pela área (AWMS); Dimensão fractal média dos fragmentos (MPFD); Dimensão fractal média dos fragmentos ponderada pela área (AWMPFD)

Onde: CA= área total dos remanescentes florestais; TLA= área da bacia; NumP= número de remanescentes florestais por bacia; MPS e MedPS= tamanho médio e mediano dos remanescentes; PSSD e PSCoV= desvio padrão e coeficiente de variação do tamanho dos remanescentes; TE= soma total do perímetro dos remanescentes; ED= TE/TLA; MPE= TE/NumP; MPAR= relação entre perímetro, área e número de remanescentes; MSI= Valor acima de 1 que expressa o quanto o fragmento é próximo de um círculo; AWMS= Idem ao anterior, mas inclui uma ponderação pela área, onde remanescentes maiores são considerados mais significativos; MPFD= Valores entre 1 e 2 que expressam a complexidade de forma do remanescente florestal; AWMPFD= idem ao anterior, mas ponderado pela área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as tipologias florestais: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Mista, Floresta Paludosa e Floresta Estacional Semidecidual com traços de Cerrado, foram levantados em Campinas-SP um total de 2.319 remanescentes florestais distribuídos nas seis bacias hidrográficas. O resultado das métricas de paisagem calculadas no Patch Analyst estão apresentados na **Tabela 2** e permitiram um diagnóstico geral destes remanescentes.

Tabela 2. Métricas de paisagem dos remanescentes florestais em Campinas-SP

Métricas	Bacias hidrográficas do município de Campinas-SP						
	Anhumas	Atibaia	Capivari	Capivari-Mirim	Jaguari	Quilombo	
Tamanho	CA (ha)	862,24	3.298,19	1.241,26	434,34	610,34	179,60
	TLA (ha)	14.507,97	25.782,70	21.820,23	5.544,46	4.554,03	7.325,28
	NumP	176	1.368	323	75	324	53
	MPS (ha)	4,90	2,41	3,84	5,79	1,88	3,39
	MedPS (ha)	1,85	0,40	1,82	1,74	0,22	2,08
	PSSD (%)	18,43	9,21	6,04	11,45	7,84	4,03
	PSCoV	376,13	382,17	157,24	197,74	415,99	118,95
Borda	TE (m)	185.248,88	1.286.614,26	408.520,46	120.857,61	260.296,07	53.131,68

	ED (m/ha)	12,77	49,90	18,72	21,80	57,16	7,25
	MPE	1.052,55	940,51	1.264,77	1.611,43	803,38	1.002,48
	MPAR (m/ha)	529,68	1.349,73	564,50	491,92	1.548,34	440,14
Forma	MSI	1,74	2,12	1,92	1,92	2,13	1,64
	AWMSI	1,77	3,09	2,53	3,10	3,17	1,83
	MPFD	1,36	1,47	1,38	1,37	1,50	1,35
	AWMPFD	1,30	1,40	1,37	1,38	1,41	1,34

Embora as bacias do Jaguari e Atibaia apresentem os maiores percentuais de área florestal (13,4% e 12,8%), são estas as bacias cujos remanescentes apresentam o menor tamanho médio (MPS). Além disso, em todas as bacias, incluindo as duas supracitadas, os reduzidos valores de MedPS em comparação a MPS indicam que a maior parte dos remanescentes florestais apresenta área muito inferior à média da bacia; o que é evidenciado pelo alto valor de PSSD e PSCoV, sobretudo, nas bacias do Anhumas e Capivari-Mirim.

Esta condição reflete o alto grau de fragmentação nestas bacias. Esta falta de homogeneidade da paisagem e da distribuição espacial dos remanescentes influencia diretamente o fluxo biológico entre as espécies que habitam a região, afetando a qualidade do ambiente natural (MORO; MILAN, 2016). Além disso, a alta densidade de bordas nas bacias do rio Atibaia e Jaguari, evidenciado pelas métricas MPE, ED e MPAR, evidenciaram a alta susceptibilidade destes remanescentes ao efeito de borda, provocado pelas pressões oriundas da interface entre o ambiente natural preservado e uma matriz de uso e ocupação antropizada em seu entorno (BLUMENFELD et al., 2016; FERNANDES et al., 2017).

Com relação à métrica Índice de forma (MSI), observou-se um valor ligeiramente superior também nos remanescentes da bacia do rio Atibaia e Jaguari, indicando maior complexidade de forma destes em relação aos das demais bacias. Este alto grau de complexidade na forma pode fazer com que remanescentes de mesma área total apresentem grande diferença de área nuclear e, portanto, estejam mais susceptíveis aos efeitos de borda (CALEGARI et al., 2010). Entretanto, ao considerar o tamanho do remanescente como um peso ponderador, (onde os remanescentes maiores têm maior peso), a métrica AWMSI (Índice de forma ponderado pela área) indicou que a complexidade de forma dos remanescentes é ainda maior, indicando que os remanescentes maiores são aqueles que

apresentam formato ainda mais complexo. Esta condição foi verificada em todas as bacias, especialmente na bacia do rio Capivari-Mirim, cujo índice sofreu o maior aumento.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, as bacias hidrográficas no município de Campinas podem ser agrupadas em dois grupos distintos: (I) Anhumas, Capivari, Capivari-Mirim e Quilombo, que apresentam menor percentual de áreas florestais e menor número de remanescentes; e (II) as bacias do Atibaia e Jaguari, onde é evidente o alto número de remanescentes de tamanho muito pequeno e formato irregular, o que evidencia o alto processo de fragmentação florestal. Para o primeiro grupo, com características urbanas consolidadas, recomenda-se o investimento em ações que minimizem os efeitos de borda; para o segundo grupo sugere-se o investimento em ações de manejo que promovam a conectividade efetiva dos remanescentes, a fim de conter o fenômeno de fragmentação florestal e garantir a estabilidade dos remanescentes florestais.

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida (Processo nº 2017/26603-4).

REFERÊNCIAS

- BENEDICT, M. A; McMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century**. Washington, DC: Sprawl Watch Clearinghouse Monograph, 2006. 36 p.
- BLUMENFELD, E. C. et al. Relações entre o tipo de vizinhança e efeitos de borda em fragmento florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1301–13016, 2016.
- 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.
- FERNANDES, M. *et al.* Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil. **Floresta e Ambiente**, Viçosa, v. 24, e00025015, 2017.
- HERZOG, C. P. A multifunctional green infrastructure design to protect and improve native biodiversity in Rio de Janeiro. **Landscape Ecology Engineering Journal**, Tempe, n. 12, p. 141-150, 2016.
- MORO, R. S.; MILAN, E. Natural Forest Fragmentation Evaluation in the Campos Gerais Region, Southern Brazil. **Environment and Ecology Research**, v. 4, n. 2, p. 74–78, 2016.
- 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.
- PIPPI, L. G. A.; TRINDADA, L. C. O Papel da Vegetação Arbórea e das Florestas nas Áreas Urbanas. **Paisagem e Ambiente: Ensaios**, São Paulo, n. 31, p. 81-96, 2013.
- ZAÚ, A. S. Fragmentação Da Mata Atlântica: Aspectos Teóricos. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 160–170, 1998.