

ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DE BORDA DE REMANESCENTE FLORESTAL URBANO EM CAMPINAS-SP.

Gabriela Jardim Costa^{1*}, Regina Márcia Longo².

1. Estudante da Faculdade de Engenharia Ambiental e Sanitária da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (CEATEC-PUCC) e bolsista de iniciação Científica
2. Professora Doutora do mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana e em Sustentabilidade pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas)

Resumo

A fragmentação florestal em áreas urbanas tem seus processos ecológicos influenciados diretamente pelo uso e ocupação do solo da região onde se localiza, como é o caso da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Mata de Santa Genebra (MSG), no município de Campinas -SP, que sofre diversos impactos ambientais como o fenômeno do efeito de borda. Diante disso o presente trabalho propôs analisar a cobertura vegetal nas áreas de borda no remanescente florestal, utilizando Índice de área foliar (IAF) como indicador de qualidade, considerando a dinâmica da vegetação de acordo com os impactos sofridos por diferentes atividades no seu entorno. Desta forma utilizou-se da fotografia hemisférica em diferentes pontos da áreas de borda na remanescente e analisou estaticamente o IAF. A partir das análises concluiu-se que na maioria das áreas estudadas a cobertura vegetal apresentou comportamento característico do efeito de borda, tendo a faixa limítrofe mais degradada que os trechos internos.

Autorização legal: 63139-1, expedido por ICMBio.

Palavras-chave: Fragmentação florestal; Índice de área foliar; Degradação ambiental.

Apoio financeiro: FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Introdução

Fragmentos florestais são quaisquer áreas vegetadas que apresentem algum tipo de interrupção em sua extensão, proveniente seja de elementos naturais, tais como lagos e rios, quanto antrópicos, como culturas agrícolas, áreas edificadas, etc. (VIANA, 1990 apud ETTO, 2013). O efeito de borda é um fenômeno capaz de reduzir significativamente as áreas dos fragmentos, sendo este um efeito deletério que adentra na área do fragmento por diversos metros, influenciando em diversos processos ecológicos (RIBEIRO; MARQUES, 2005).

Em Campinas (SP), devido ao histórico de uso e ocupação das terras, a vegetação que originalmente cobria o município foi fragmentada em pequenas áreas de mata nativas isoladas ou foi substituída pela urbanização, impermeabilização do solo e por cultivos agrícolas, apresentando-se como umas das áreas mais devastadas do Estado de São Paulo (KRONKA et al., 2005). Dentre estes fragmentos nativos do município de Campinas, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Mata de Santa Genebra (MSG) é o maior remanescente, estando em situação de isolamento e sujeito a diversas pressões e impactos, sofrendo intervenções no que se refere ao seu manejo e conservação (GUIRAO; FILHO, 2011)

Garcia *et al* (2018) sugere que o monitoramento da paisagem, realizado por meio da análise da cobertura vegetal, é fator primordial no planejamento de uso e ocupação do solo, face principalmente à velocidade de apropriação do espaço físico e ao pouco conhecimento dos recursos naturais nele existentes. O Índice de Área Foliar (IAF) é uma importante variável biofísica da vegetação usada em vários modelos de produção primária através de escalas e modelos globais de clima, hidrologia, biogeoquímica e ecologia (SANCHES, 2008). A utilização de fotos hemisféricas para quantificar o IAF é um método indireto não destrutivo uma vez que o mesmo permite descrever a abertura de dossel e relações de luz cujos valores dos IAF são obtidos por meio de softwares. (NASCIMENTO, 2007)

O presente trabalho teve por objetivo analisar a cobertura vegetal nas áreas de borda em fragmento florestal urbano em Campinas/SP, utilizando IAF como indicador de qualidade, considerando a dinâmica da vegetação de acordo com os impactos sofridos por diferentes atividades antrópicas no seu entorno.

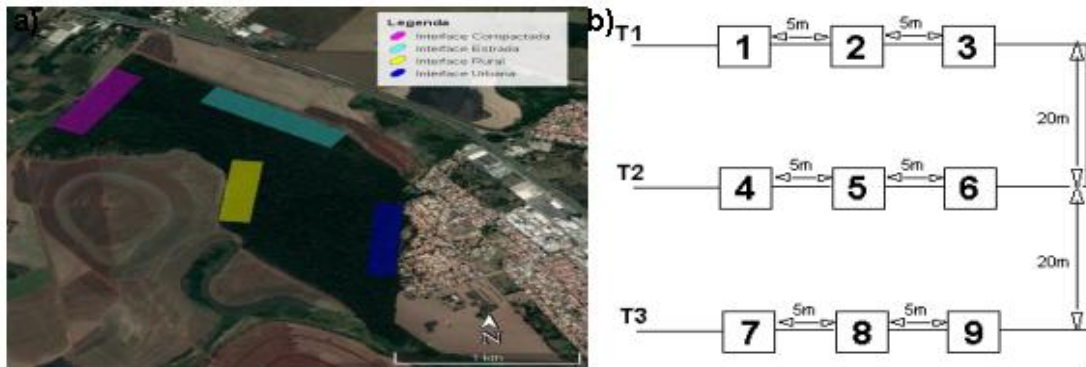
Metodologia

O remanescente florestal em estudo (Mata de Santa Genebra) está localizado na Rua Mata Atlântica, nº 447, no bairro Bosque de Barão, do Distrito Barão Geraldo em Campinas- SP, sob as coordenadas geográficas: 22°44'45" S, 47°06'33" W. O mesmo possui área de 251,77 ha e perímetro de 9 km (CUNHA, 2012).

Nas áreas de borda desse remanescente florestal foram instaladas 36 parcelas, em quatro localidades da mata que fazem interface com áreas do entorno com as seguintes ocupações: rural, urbana, estrada e compactada, conforme a figura 1a. Em cada interface, foram colocadas 9 parcelas, divididas de acordo com suas posições em relação a faixa limítrofe (limite entre mata e área ocupada) sendo as outras duas faixas a 20 e 40 metros para o interior da mata em relação a primeira. Em cada faixa foram colocadas 3 parcelas com distância de 5 metros horizontalmente uma da outra, o croqui na Figura 1b, demonstra a divisão das parcelas em cada

interface. Os pontos de fixação e suas respectivas coordenadas foram obtidos com um GPS configurado em sistema UTM e Datum WGS84.

Figura 1 - Delimitação nas interfaces onde serão fixadas as parcelas de amostragem nas áreas de borda da mata de Santa Genebra, e croqui com posições de cada parcela.

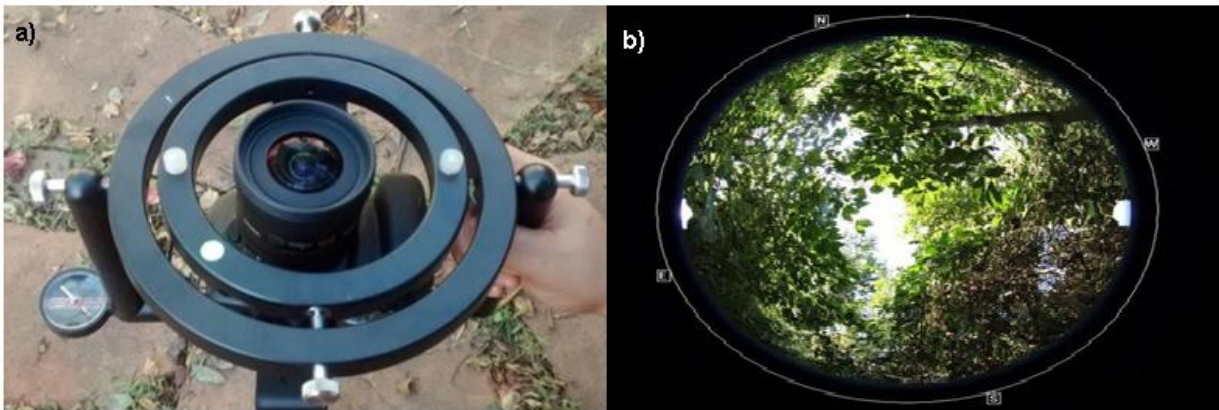


Fonte: Autor (2019)

A amostragem em campo foi realizada em época de seca, mês de setembro de 2018, pela aquisição das fotografias hemisféricas. As mesmas foram tiradas com a máquina fotográfica Canon EOS 60D SLR, 18 megapixels de resolução e uma lente Fisheye Sigma EX DC 4.5mm F2.8 e seu adaptador. Um suporte de altura 1,8 metros com plataforma foi empregado para permitir visão ortogonal da câmera e facilitar a tiragem das fotos.

Em cada parcela foram obtidas 3 repetições, totalizando 27 fotografias por interface e 108 fotografias no total do trabalho de campo. Analisou-se a totalidade das fotos no software HemiView®, após a sua digitalização no mesmo. Na figura 2a é demonstrado a máquina fotográfica com seu suporte, e na 2b a fotografia hemisférica digitalizada.

Figura 2: Suporte de auto nivelamento para aquisição das fotografias hemisféricas e fotografia digitalizada.



Fonte: Autor (2015)

O parâmetro para comparação do efeito de degradação no interior da mata com a sua borda foi o Índice de Área Foliar (IAF). Esse índice é altamente utilizado para descrever a superfície fotossintética da copa das plantas e é definido como a quantidade de área da superfície foliar por unidade de área do solo. (HEMIVIEW USER MANUAL, 2015). Analisaram-se os dados a partir do aplicativo Microsoft Office Excel, esses foram organizados e tratados em planilhas, o que possibilitou a realização de cálculos estatísticos usando a estatística descritiva.

Resultados e Discussão

Foram realizado as análises do Índice de Área Foliar e estatísticas, utilizando o Microsoft Excel, referente as fotografias tiradas em setembro de 2018, na estação do ano inverno.

O índice de área foliar na interface estrada no trecho T1, apresentou resultados entre 1,07 e 1,24m²/m². Em T2 os resultados foram entre 0,93 e 1,05m²/m², no trecho mais interno, T3, o índice variou entre 0,7795 e 0,989m²/m². A partir desses dados infere-se que nessa área da mata que faz interface com a rodovia o trecho a 40m da zona limítrofe é o que apresentou uma menor cobertura vegetal.

A área de interface compactada apresentou em T1 valores de IAF entre 0,79 e 1,26m²/m², já no trecho intermediário T2 entre 1,42 e 1,68m²/m² e em T3 entre 1,36 e 1,57m²/m². Nessa interface obteve-se que na faixa limítrofe a cobertura vegetal é mais degradada que nos outros trechos.

Na faixa limítrofe T1 da área de interface urbana obteve-se valores de IAF entre 1,09 e 1,3955m²/m². Em T2 o índice variou entre 1,29 e 1,41m²/m² e em T3 entre 1,36 e 1,51m²/m². Na área da mata que faz interface com a ocupação urbana a faixa limítrofe T1 foi a que apresentou uma cobertura vegetal mais degradada se

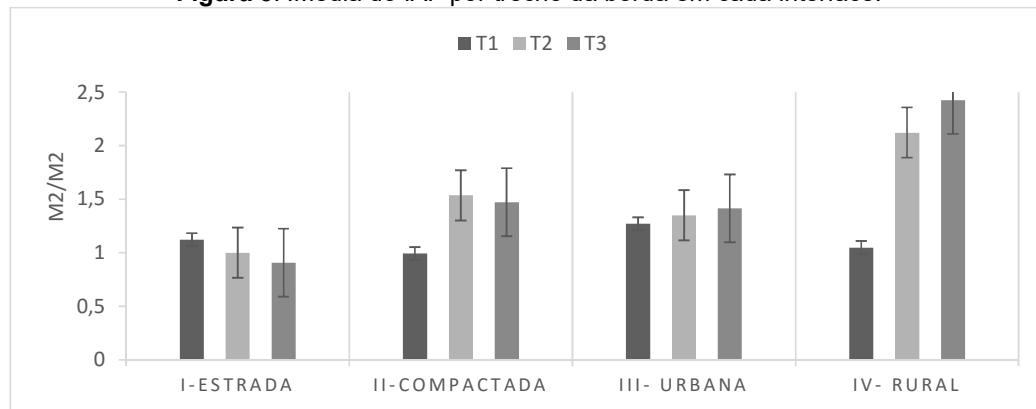
comparada com os trechos mais internos.

Nos trechos localizados na área que faz interface com a ocupação rural os resultados em T1 apresentaram valores entre 0,93 e 1,11 m²/m². Em T2, o IAF variou de 1,92 e 2,32 m²/m², já em T3 obtiveram-se resultados entre 2,29 e 2,62 m²/m². Infere-se a partir das análises obtidas que em T1 na área rural há uma menor cobertura vegetal.

A dinâmica do IAF de uma cobertura vegetal nativa/natural pode ser entendida como resultante de respostas ecofisiológicas das plantas às condições química, física e biológica do solo, além das condições bióticas (clima, principalmente a precipitação pluvial) e à interdependência desses fatores nos diferentes estágios sucessionais da vegetação (VILANI, 2009). Segundo Garcia *et al* (2018) As fotografias hemisféricas auxiliam de forma positiva na avaliação da qualidade ambiental das áreas de bordas de remanescentes, uma vez que destacam os trechos que apresentaram os menores valores de IAF de forma não destrutiva e sem necessidade de coleta direta de material de planta e solo.

A Figura 3 apresenta a os valores médios do Índice de Área Foliar por trecho da mata em cada interface. Onde o eixo X representa as áreas de interface, o eixo Y os valores médios de IAF e as barras cada trecho (T1, T2, e T3).

Figura 3: Média do IAF por trecho da borda em cada interface.



Fonte: Autor (2019)

Onde T1 = faixa limítrofe da interface; T2 = trecho a 20 metros para o interior da mata a partir de T1 e T3 = trecho a 40 metros para o interior da mata a partir de T1.

Pela análise da Figura 3 pode-se observar que nos trechos T1, as análises do IAF apresentaram valores menores que em T2 e T3 em praticamente todas as interfaces, excluindo desse comportamento a interface Estrada, neste T1 obteve a maior média do Índice de Área Foliar. Nas interfaces estrada, compactada e urbana, a partir das médias pode-se inferir que a cobertura vegetal obteve comportamento constante nos trechos mais internos T2 e T3, não apresentando médias de IAF muito diferentes entre esses. Já na interface Rural foi analisado um comportamento onde a média do índice no trecho T3 é maior do que em T2.

Com as análise do índice de área foliar e dos dados estatisticamente obtidos em relação ao inverno de 2018, encontrou-se um comportamento médio, onde os trechos mais externos da borda são mais degradados, considerando um menor índice de área foliar, que os pontos intermediários e internos desta. Estudos apontam que há uma nítida diferença entre as áreas de borda e as regiões mais interiores, conforme observado também por Chudnobsky, Mendes e Longo (2015). A maior riqueza e diversidade de espécies são encontradas nas áreas mais distantes da borda enquanto que o maior número de indivíduos de uma mesma espécie é encontrado em ambientes próximos da margem; isto ocorre devido às novas condições do entorno e a diminuição da competitividade das espécies neste ambiente marginal (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A única interface que não apresentou este comportamento foi a estrada, podendo ser justificada pela ocupação ao entorno do ponto, como o abrangente trafico de automóveis, logo maior emissão de dióxido de carbono, entre outros gases poluentes, tendo uma degradação mais extensiva na cobertura vegetal adentrando no fragmento por diversos metros resultando em uma diminuição significativa da cobertura vegetal até em seus trechos mais internos. Sucessivamente as áreas que apresentaram maior impacto na cobertura vegetal foram respectivamente a urbana e compactada, também podendo ser relacionada à qualidade das atividades antrópicas nessas áreas, como grande quantidades de residências e comércios na primeira e a presença de algumas indústrias na segunda, sendo causadoras de perturbações ambientais.

Na área rural encontrou-se uma maior quantidade de cobertura vegetal de acordo com o IAF, justificando pelo fato de que as atividades ao redor emitem uma menor quantidade de poluentes atmosféricos, se comparado com as outras ocupações estudadas, degradando menos a cobertura vegetal, resultando em um efeito de borda menos significativo. Neste contexto, a ocupação urbanizadas são destacadas como mais impactantes, sendo um fator de alta pressão sobre os remanescentes florestais e podendo conduzir ao declínio da sucessão natural em algumas áreas (BLUMENFELD *et al.*, 2006; ETTO *et al.*, 2013). Conseqüentemente, maiores distâncias entre os remanescentes e áreas edificadas são associadas a menores graus de perturbação ambiental e vice-versa (FENGLER *et al.*, 2015).

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

a) Por meio de análises do Índice de Área Foliar, as áreas de borda do remanescente florestal que fazem interface com a ocupação estrada se encontram mais degradadas que as áreas que fazem interface com outras ocupações, sendo possível observar menores valores de IAF, logo uma maior degradação da cobertura vegetal por diversos metros adentrando o fragmento.

b) A maioria das áreas apresentaram um comportamento esperado considerando o fenômeno do efeito de borda, tendo o trecho mais externo apresentando menores valores de IAF e os mais internos maiores, assim concluiu-se que quanto mais próximo a cobertura vegetal das ocupações onde há atividades antrópicas, maior a degradação dessa.

c) A área que faz interface com a ocupação rural foi a que apresentou maiores valores de IAF, tendo assim uma cobertura vegetal menos degradada, podendo considerar que as atividades ao entorno são menos prejudiciais a essa área da remanescente florestal.

Referências bibliográficas

CHUDNOBSKY, J.; MENDES, D. R.; LONGO, R. M. **Proposta de recuperação para as áreas de borda do remanescente florestal urbano ARIE Mata de Santa Genebra** – Campinas/SP. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 6. 2015, Porto Alegre. Anais.... Porto Alegre: IBEAS, 2015.

ETTO, T. L. et al. **Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas -SP**. Rev. 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**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v.19, n.4, p.402-408, abr. 2015 .

GARCIA, J. M. et al. **Uso de fotografias hemisférica para avaliação da qualidade ambiental na mata de Santa Genebra, Campinas-SP, Brasil**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, jan.- mar., 2018, p. 175-190.

GUIRAO, A. C.; FILHO, J. T. **Preservação de um fragmento florestal urbano- Estudo de caso: A ARIE Mata de Santa Genebra, Campinas- SP**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 29, 2011, pp. 147 – 158.

HEMIVIEW USER MANUAL, Delta-t Devices Ltd, 2015.

KRONKA, F. J. N et al. **Monitoramento da vegetação natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, 16-21 abril 2005, p. 1569- 1576.

NASCIMENTO, A.R.T.; FAGG, J.M.F.; FAGG, C.W. **Canopy openness and LAI estimates in two seasonally Deciduous forests on limestone outcrops in central Brazil using hemispherical photographs**. Rev. Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.167-176. 2007.

OLIVEIRA, L. S. C. et al. **Edge effect in Atlantic Forest Remnants in the watershed of the river Tapacurá, Pernambuco**. Cerne, vol.21, n.2, pp.169-174, 2015.

RIBEIRO, S.; MARQUES, J. C. B. **Características da paisagem e sua relação concorrência de bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940; *Primates Atelidae*) em fragmentos florestais no vale do Taquari, RS**. Natureza e Conservação, v.3, n.2, p.65-78, 2005.

SANCHES, L.; ANDRADE, N.L.R.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M.S.; VOURLITIS, G.L.; **Índice de área foliar em floresta de transição Amazônia Cerrado em diferentes métodos de estimativa**. Rev. Ciência e Natureza, UFMS, 30(1): p.57-69, 2008.

VILANI, M. T. et al. **Estimativa do Índice de Área Foliar pelo método de Lambert-beer e produto do sensor MODIS em uma floresta de transição Amazônia – Cerrado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Belo Horizonte. Anal. Belo Horizonte, 2009.