

ANÁLISE ESPACIAL DOS REMANESCENTES DO BIOMA MATA ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DA BARRA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Taís Rizzo Moreira¹, Alexandre Rosa dos Santos², Samuel Ferreira da Silva³, Ronie Silva Juvanhol⁴,
Rosane Gomes da Silva⁵, Marks Melo Moura⁶

¹Engenheira Florestal, Mestranda em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro - ES, taisr.moreira@hotmail.com.

²Professor Doutor, UFES, Alegre - ES, mundogeomatica@yahoo.com.br

³Doutor em Produção Vegetal, UFES, Alegre - ES, samuelfd.silva@yahoo.com.br

⁴Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro - ES, roniejuvanhol@gmail.com.

⁵Engenheira Agrícola e ambiental, Doutoranda em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro - ES, rosanegomes.eaa@gmail.com

⁶Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro - ES, marksmoura@yahoo.com.br.

RESUMO: Os aspectos mais graves da fragmentação florestal são a perda da biodiversidade e o efeito de borda. Tendo em vista os prejuízos inerentes a tal processo, o objetivo do presente estudo foi mapear e analisar a estrutura florestal no município de Conceição da Barra, ES. O mapeamento foi realizado sobre as aerofotos da região, cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, por meio da técnica de fointerpretação em tela, na escala de 1:1.000. Para a análise das métricas da paisagem, foi utilizada a extensão V-late 2.0 beta no ArcGIS/ArcInfo 10.2.2. Quantificou-se 6.596 fragmentos florestais na área, que corresponde a 21,79% da área total em estudo. A classe de tamanho muito pequeno (< 5 ha) foi a que apresentou maior quantidade de fragmentos (6.040), enquanto a classe grande (> 100 ha) apresentou menor quantidade de fragmentos (44), porém foi a classe com maior área de cobertura florestal (12.408,75 ha). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a área encontra-se fragmentada e os fragmentos das classes muito pequeno e pequeno, são de extrema importância, por apresentarem a funcionalidade de “trampolins ecológicos” para as espécies, intermediando as interações entre fragmentos de áreas maiores.

Palavras chave: Fragmentação Florestal, Ecologia da Paisagem, Geotecnologia.

INTRODUÇÃO: Ao mesmo tempo em que o bioma Mata Atlântica é considerado como um dos biomas mais importantes e prioritários para a conservação da biodiversidade, pois abriga muitas espécies endêmicas e vulneráveis à extinção (SILVA et al., 2007), além de complexos vegetacionais que têm na sua ecologia funcional, papel primordial para a manutenção dos ecossistemas (SCARANO, 2009; JUVANHOL et al., 2011), também é considerada uma das florestas mais ameaçadas do planeta (MYERS et al., 2000).

Slaviero (2007) enfatiza que a análise da paisagem em regiões intensamente fragmentadas é de fundamental importância para o estabelecimento de modelos de preservação e conservação da biodiversidade por determinar o grau de comprometimento ecológico geográfico da área em análise.

Assim para um melhor entendimento dos principais fatores que afetam a dinâmica dos fragmentos de vegetação natural, alguns autores propõem diversos índices de estrutura de paisagem (FORMAN e GODRON, 1986; MACGARICAL e MARKS, 1995 apud SMANIOTTO, 2007). Tais índices possibilitam quantificar com precisão os padrões espaciais da paisagem, além de auxiliar na quantificação do padrão de uso e ocupação da terra e de facilitar a compreensão da heterogeneidade espacial e da própria estrutura da paisagem.

Diante do exposto, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) vem facilitar a elaboração de mapas temáticos de uso da terra e cobertura vegetal, possuindo, assim, um relevante papel para a análise do meio ambiente (FLORENZANO, 2002; DUARTE e BRITO, 2005).

O objetivo deste trabalho foi mapear e analisar a estrutura dos fragmentos florestais por meio de métodos quantitativos, bem como estudar a influência do efeito de borda nos fragmentos florestais de diferentes classes de tamanho.

MATERIAL E MÉTODOS: O presente estudo foi desenvolvido no município de Conceição da Barra que possui 1.185 Km², em unidade territorial, sendo 13,15% desta área territorial pertencente a Unidades de Conservação (UC's). As unidades de conservação englobadas pelo município são: o Parque Estadual de Itaúnas (PEI); a Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APA-CB); a Floresta Nacional do Rio Preto (FLONA); a Reserva Biológica do Córrego Grande (REBIO); o Parque Natural Municipal de Conceição da Barra; e a Reserva Particular do Patrimônio Natural da Fazenda Sayonara (RPPN). A área de estudo situa-se nas coordenadas geográficas de 18° 35' 19 de latitude sul e uma longitude oeste de Greenwich de 39° 42' 52 com uma expressiva cobertura de Mata Atlântica remanescente no Estado do Espírito Santo.

Mapeamento dos fragmentos florestais: O mapa dos fragmentos florestais da área em estudo foi obtido por meio da digitalização sobre o ortofotomosaico de 2013, disponibilizado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, com escala de 1:35.000 e resolução espacial de 0,25 metros. A digitalização em tela das feições foi realizada na escala padrão de 1:1.000 no aplicativo computacional ArcGIS 10.2.2, por meio de técnicas de fotointerpretação. Elaborou-se um arquivo vetorial poligonal para a classe de fragmento florestal.

A partir do mapa de fragmentação florestal da região de estudo quantificou-se a área de cada fragmento usando a calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo de imagem vetorial poligonal, tornando possível comparar os tamanhos dos diversos fragmentos florestais encontrados.

Os fragmentos existentes na área foram relacionados à classe de tamanho, e identificados como muito pequenos (C1), pequenos (C2), médios (C3) e grandes (C4), caracterizando como muito pequenos os fragmentos com área menor que 5 ha, fragmentos pequenos aqueles com área entre 5 e 10 ha, fragmentos médios aqueles com área entre 10 e 100 ha e como fragmento grandes aqueles com área maior que 100 ha.

Análise dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem: A análise dos fragmentos foi realizada com base no mapa de fragmentos florestais, gerado com o intuito de obter o número de fragmentos existentes, a relação de tamanho entre esses fragmentos, o formato de tais fragmentos e o grau de proximidade entre eles por meio dos índices de ecologia da paisagem.

As métricas da paisagem para os fragmentos foram obtidas dentro do aplicativo computacional ArcGIS 10.2.2, por meio da extensão gratuita V-Late 2.0 beta.

O fluxograma metodológico contendo as etapas realizadas para a implementação da metodologia visando avaliar os índices métricos da paisagem é apresentado na Figura 1.

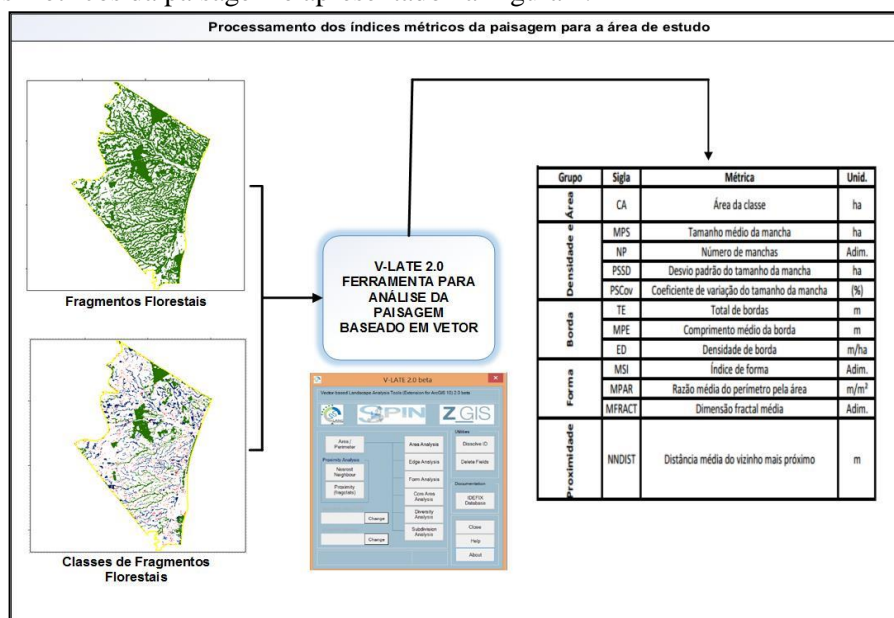


Figura 1 - Fluxograma metodológico contendo as etapas realizadas para a implementação da metodologia visando avaliar os índices métricos da paisagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O mapeamento das áreas de fragmentos florestais possibilitou contabilizar 6.596 fragmentos em todo o município de Conceição da Barra. Esse valor corresponde a uma área de 25.817,349 hectares de remanescentes florestais. Isso significa que do total da área em estudo de 118.505,061 hectares, 21,79% são de fragmentos florestais.

A área em fragmentação florestal presente no local de estudo, retrata o estado de conservação em que a região se encontra, destacando a importância da realização de pesquisas e ações que propiciem a conservação das espécies local. O maior fragmento florestal encontrado na região é parte da área da FLONA do Rio Preto, com uma área de 2.095,437 hectares, que representa 74,42% da área total da FLONA do Rio Preto. O segundo maior fragmento possui uma área de 1.610,37 hectares e corresponde a REBIO do Córrego Grande e o terceiro maior fragmento possui 1.117,90 hectares que também corresponde a FLONA do Rio Preto. Os três maiores fragmentos integram à classe de tamanho C4.

A relação do número de fragmentos e da área que estes ocupam na maioria das vezes é inversa, ou seja, os grandes fragmentos possuem menor percentual em número, porém representam uma parcela maior da área total dos remanescentes florestais mapeados. Os fragmentos pequenos possuem maior número de unidades. No entanto, a soma de suas áreas representa menor percentual da área total dos fragmentos florestais mapeados. A média de tamanho para todos os fragmentos analisados conjuntamente, sem distinção de diferentes classes de tamanho, é de 3,91 ha.

A área em estudo apresentou alta quantidade de fragmentos da classe C1, estes são mais prejudicados pelo efeito de borda, além de abrigar baixa diversidade biológica, entretanto, esses fragmentos, bem como os fragmentos C2 e C3, servem como meio de conexão com os fragmentos da classe C4, que apresentam alta diversidade biológica, e possibilitam a circulação das espécies na paisagem.

Na Tabela 1 é possível observar a análise dos fragmentos florestais por meio das métricas da paisagem.

Tabela 1 – Índices de ecologia da paisagem calculados para a área em estudo.

| Grupo | Índice | Unidade | Classes de Tamanho (ha) | | | | |
|---------------------|--------|------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | | Muito Pequeno (< 5) | Pequeno (5-10) | Médio (10-100) | Grande (> 100) | Todos (0 a >100) |
| Área | CA | Hectares (ha) | 2.256,22 | 1.343,72 | 9.808,65 | 12.408,75 | 25.817,35 |
| Densidade e Tamanho | MPS | Hectares (ha) | 0,37 | 7,00 | 30,65 | 2.820,17 | 3,91 |
| | NP | Adimensional | 6.040 | 192 | 320 | 44 | 6.596 |
| | PSSD | Hectares (ha) | 0,78 | 1,41 | 20,74 | 381,22 | 39,41 |
| | PSCov | Porcentagem (%) | 209,61 | 20,14 | 67,66 | 13,52 | 1.006,91 |
| Borda | TE | Metros (m) | 1.700.722,02 | 446.121,84 | 2.114.168,05 | 1.275.620,70 | 5.536.632,61 |
| | MPE | Metros (m) | 281,58 | 2.323,55 | 6.606,78 | 28.991,38 | 839,39 |
| | ED | m/ha | 753,79 | 332,00 | 215,54 | 102,80 | 214,45 |
| Forma | MSI | Adimensional | 1,61 | 2,47 | 3,36 | 5,28 | 1,74 |
| | MPAR | m/m ² | 0,26 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,24 |
| | MFRAC | Adimensional | 1,53 | 1,38 | 1,38 | 1,39 | 1,52 |
| Proximidade | NNDIST | Metros (m) | 49,68 | 655,33 | 169,48 | 625,16 | 21,93 |

* CA (Área de todas as manchas da classe); MPS (Tamanho médio da mancha); NP (Número de manchas); PSSD (Desvio padrão do tamanho da mancha); PSCov (Coeficiente de variação do tamanho da mancha); TE (Total de bordas); MPE (Comprimento médio da borda); ED (Densidade de borda); MSI (Índice de forma médio); MPAR (Razão média do perímetro pela área); MFRAC (Dimensão fractal média); NNDIST (Distância do vizinho mais próximo).

Pela Tabela 1, ao se correlacionar o desvio padrão ao tamanho médio dos fragmentos, a classe C1 ganha destaque. Isso ocorre devido ao fato do desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) ser maior do que a

média de tamanho da mancha (MPS), resultando assim num coeficiente de variação do tamanho do fragmento (PSCoV) de 209,61%, sendo este o maior coeficiente em relação as demais classes. Em contrapartida, a classe C4 apresentou o maior PSSD (381,22 ha), maior MPS (2.820,17 ha) e menor PSCoV (13,52%). Sendo assim, a porcentagem de variação em relação ao tamanho médio apresenta maior valor para a classe C1 e menor valor para a classe C4.

Na análise das métricas de borda para esse estudo, o valor total de borda (TE) assim como no estudo realizado por Dalfi (2014), foi maior para os fragmentos da classe C3 (10-100 hectares), que apresentaram valor total de borda de 2.114.168,05 m, e os fragmentos que apresentaram menor valor total de borda foram os da classe C2 (5-10 hectares), com 446.121,84 m.

Ao se correlacionar o tamanho total de borda (TE) com o número de manchas (NP) de cada classe, constatou-se que a classe C4 apresentou maior proporção de comprimento médio da borda (MPE), com 28.991,38 m e a classe C1 apresentou a menor proporção com 281,58 m. Tal fato está correlacionado ao número de manchas de cada classe, sendo inversamente proporcional, uma vez que a classe C1 apresenta o maior número de fragmentos (6040), e a classe C4 apresenta o menor número de fragmentos (44).

A densidade de borda (ED) é a representação da expressão do valor do tamanho da borda (TE) em relação a área ocupada por cada classe de tamanho (CA). Assim, a densidade de borda é inversamente proporcional à área ocupada pela classe de tamanho. A classe C4 que apresenta a maior área de fragmento (12.408,75 ha) apresenta a menor densidade de borda (102,80 m/ha). Em contrapartida, a classe C1 apresenta a maior densidade de borda (753,79 m/ha), resultante da relação tamanho da borda e área da classe. Logo, para os resultados apresentados, o efeito de borda menor nos fragmentos grandes indicam um maior grau de conservação.

Segundo Albergoni (2011) a relação perímetro/área (MPAR) é a métrica de forma mais comum, sendo que os valores dessa razão geralmente se encontram numa faixa de 0 a 1, o que quanto mais baixo, maior será a compacidade da mancha. De maneira geral, quanto menor for a relação perímetro/área e maior o índice de forma, mais irregulares são as manchas. Tal fato corrobora com os resultados obtidos nesse estudo, uma vez que fragmentos da classe C4 apresentaram o menor valor para a razão média do perímetro pela área (MPAR), 0,01 m/m², e maior MSI, enquanto os fragmentos da classe C1 apresentaram o maior valor de MPAR, 0,26 m/m², e menores valores de MSI. Isso resulta na afirmativa de que os fragmentos da classe C4 são os que possuem forma mais irregular e os fragmentos da classe C1 são os de forma mais regulares, embora a regularidade notada na borda dos fragmentos da classe C1 corroboram para a extinção dos mesmos, em que a circularidade da borda é resultante do processo de degradação.

As formas dos fragmentos podem estar diretamente ligadas aos efeitos de borda. Se o fragmento possui forma alongada, mais intenso será o efeito de borda, assim como se ele possuir uma área pequena, pois tais características contribuem para que a razão borda e margem diminua (PÉRICO et al., 2005).

A métrica de distância do vizinho mais próximo (NNDIST), no presente estudo, indicou a maior distância para a classe C2, ou seja, os fragmentos dessa classe se encontram mais isolados (655,33 m), seguido pelas classes C4, C3 e C1, apresentando distâncias de 625,16 m, 169,48 m e 49,68 m respectivamente.

Ao analisar a NNDIST para todos os fragmentos florestais, foi possível inferir, que o grau de isolamento total (21,93 m) é inferior ao das classes individuais. Logo, torna-se importante considerar os fragmentos de menor tamanho, como trampolins ecológicos presentes na paisagem, principalmente entre os fragmentos que compõem as classes de fragmentos pequenos e grandes, que apresentam alto grau de isolamento.

CONCLUSÕES: A área de estudo encontra-se degradada, possuindo apenas 21,79% de cobertura florestal dos 118.505,06 hectares estudados. No entanto, os fragmentos desta área são representados em sua maioria (48,06%), por fragmentos de grande porte (maiores que 100 ha).

Fragmentos da classe muito pequenos, foram os que apresentaram índice de forma (MSI) mais regular dentre as quatro classes estabelecidas, entretanto, esta foi a classe mais afetada pelo efeito de borda devido à área total dos fragmentos ser pequena.

O número de fragmentos florestais é inversamente proporcional a contribuição de área que cada classe gera.

AGRADECIMENTOS: A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado e de pós-doutorado, respectivamente.

Ao grupo de pesquisa *Geotechnology Applied to Global Environment* (GAGEN).

REFERÊNCIAS:

ALBERGONI, L. **Caracterização do uso e cobertura da terra como subsídio para análise de paisagem e de vulnerabilidade de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.** 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

DALFI, R. L. **Análise espacial dos remanescentes florestais no bioma Mata Atlântica.** 2014. 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

DUARTE, W.O; BRITO, K. L. S. (2005). Análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal do alto curso do rio Uberabinha utilizando imagens do satélite CBERS 2. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas, p. 2965-2972.

FLORENZANO, T. G. (2002). Imagens de satélites para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de textos. 97 p.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology.** New York: J. Wiley, 1986. 619p.

JUVANHOL, R.S.; FIEDLER, N.C.; SANTOS, A.R.; PIROVANI, D.B.; LOUZADA, F.L.R.O; DIAS, H.M; TEBALDI, A.L.C. **Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. Floresta e Ambiente,** v.18, n.4, p.353-364, 2011.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure.** Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon. 59 p.,1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, 2000; 403: 853-845.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. F. B. DE; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de Sistema de Informações Geográficas e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. **Anais...** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril, INPE, p. 2339-2346. 2005.

SCARANO, F.R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. **Biological Conservation,** v.142, p.1201-1208, 2009.

SILVA, W. G. S.; METZGER, J.P.; SIMÕES, S.; SIMONETTI, C. Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover at the Ibiúna Plateau, SP. **Brazilian Journal of Biology,** v.67, p.403-411, 2007.

SLAVIERO, L. B. (2007). Estrutura, configuração e fragmentação da Paisagem na região Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, Caxambu, Minas de Gerais, **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil. 2p.

SMANIOTTO, M. (2007). **Análise ambiental de Bacias Hidrográficas com base na fragmentação da paisagem: município de Getúlio Vargas (RS).** 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Paulo.