



Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil

João Flávio Costa dos Santos^{1*}, Bruno Araújo Furtado de Mendonça²,
Emanuel José Gomes de Araújo² e Caio Frossard de Andrade³

Recebido: 20 de junho de 2016 Recebido após revisão: 18 de setembro de 2017 Aceito: 24 de setembro de 2017
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3758>

RESUMO: (Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil). A Mata Atlântica remanescente no município de Paraíba do Sul, RJ, encontra-se bastante fragmentada. O processo de fragmentação florestal intensifica o efeito de borda, promove alterações no equilíbrio natural e prejudica a conservação dos recursos naturais. O objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar fragmentos florestais no município de Paraíba do Sul, RJ. Os fragmentos foram identificados a partir da classificação supervisionada de uma imagem OLI/Landsat-8 com algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER). Valendo-se dos princípios da Ecologia da Paisagem, os fragmentos foram caracterizados de acordo com feições espaciais por meio de métricas da paisagem. Foram contabilizados 1.259 fragmentos florestais em estágio médio ou avançado de regeneração. A maior parte deles tem área inferior a 5 ha. Apenas sete fragmentos superam 100 ha, esses têm baixo grau de isolamento e são, portanto, prioritários para a conservação.

Palavras-chave: ecologia de paisagens, efeito de borda, sensoriamento remoto.

ABSTRACT: (Fragmentation in the Atlantic Forest: the case of Paraíba do Sul municipality, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil). The Atlantic Rainforest remnant at Paraíba do Sul municipality, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil, is highly fragmented. Forest fragmentation intensifies the edge effect, alters natural balance and affects the conservation of natural resources. We aimed to identify and characterize the forest fragments at Paraíba do Sul. Fragments were identified by supervised classification of an OLI/Landsat-8 image using a maximum likelihood algorithm (MAXVER). Based on landscape ecology principles, fragments were characterized according to their spatial features by landscape metrics. We found 1259 forest fragments at intermediary or advanced stage of regeneration. Most fragments have an area smaller than 5 ha. Only seven fragments exceed 100 ha, but they have a low degree of isolation and therefore represent conservation priorities.

Keywords: landscape ecology, edge effect, remote sensing.

INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal original da Mata Atlântica está reduzida a 12,5 % (SOS Mata Atlântica 2014). Em função da exploração descontrolada dos recursos naturais e da ocupação desordenada do território, a vegetação remanescente nesse bioma é extremamente fragmentada (Ribeiro *et al.* 2009). Como resultado, a Mata Atlântica é considerada um *hotspot* mundial, ou seja, uma das áreas mais ricas em biodiversidade e, ao mesmo tempo, mais ameaçadas do planeta (Myers *et al.* 2000).

O processo de fragmentação florestal, além de reduzir a área florestal, gera o efeito de borda nos fragmentos. As condições de umidade, temperatura e radiação solar são modificadas e o equilíbrio do ecossistema fica comprometido (Murcia 1995, Borges *et al.* 2004). Várias respostas ecológicas podem ser observadas: ocorrência de espécies invasoras (Borges *et al.* 2004); modificações na abundância e composição da biodiversidade e, dependendo da intensidade, a extinção de espécies (Murcia 1995);

mudanças nos processos ecológicos como a polinização, a predação, o comportamento territorial e os hábitos alimentares (Ranta *et al.* 1998).

Avaliar a estrutura da paisagem é um passo importante no diagnóstico de problemas atuais e serve para prever cenários e apontar mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural (Calegari *et al.* 2010). Nesse sentido, a fragmentação florestal pode ser estudada pela Ecologia da Paisagem, utilizando dados espaciais para caracterizar as condições atuais, o desenvolvimento e a mudança temporal dos fragmentos florestais. Essa área do conhecimento baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos (Turner & Gardner 1991, Metzger 2001).

As geotecnologias, a exemplo dos Sistemas de Informações Geográficas (GIS) e do Sensoriamento Remoto, contribuem para a descrição de padrões espaciais dos fragmentos florestais. A partir daí, as interpretações das métricas da paisagem auxiliam na tomada de decisão

1. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Departamento de Engenharia Florestal. Avenida Purdue, s/nº Campus Universitário, Edifício Reinaldo de Jesus Araújo, CEP 36.570-900, Viçosa, MG, Brasil.

2. Professor do Departamento de Silvicultura, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Seropédica, RJ, Brasil.

3. Graduado em Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Seropédica, RJ, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: joao.flavio@ufv.br

quanto à necessidade de adotar medidas conservacionistas e na identificação de áreas prioritárias para a preservação (Silva 2002, Borges *et al.* 2004, Calegari *et al.* 2010, Pirovani *et al.* 2014).

O objetivo deste trabalho foi mapear fragmentos florestais no município de Paraíba do Sul, RJ, e caracterizá-los a partir de métricas da paisagem. Buscou-se responder à seguinte questão: qual o estado da fragmentação e conectividade dos fragmentos florestais no município de Paraíba do Sul?

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no município de Paraíba do Sul, região Centro-Sul do estado do Rio de Janeiro, abrangendo uma área de 580,52 km² (Fig. 1). O clima é Tropical de Altitude (Cwa) pela classificação de Köppen (1931), com verão chuvoso e inverno seco. No município, o domínio Mata Atlântica é representado por duas formações florestais: Floresta Estacional Semidecidual, na porção noroeste, e Floresta Ombrófila Densa, na porção sudeste (IBGE 1993).

Paraíba do Sul está inserida na região turística conhecida como Vale do Café. Esse nome faz alusão ao ciclo cafeeiro que se instalou na região ao final do século XVIII

e durou cerca de 100 anos. O ciclo do café promoveu a substituição da cobertura florestal original pelos cafezais que, após a crise, foram abandonados (Silva 2002, Muaze 2011). A partir daí, observou-se no município um processo de regeneração natural (Santos *et al.* 2016).

Para o estudo, foi utilizada uma imagem corrigida para reflectância da superfície do sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do Landsat 8 (órbita/ponto: 217/75, 4 de julho de 2014). Essa imagem foi adquirida no portal *Earth Explorer* do serviço geológico dos Estados Unidos (USGS) e foi reprojeta para o Sistema de Referência Geocêntrico das Américas (SIRGAS 2000) e projeção UTM Zona 23 S.

A identificação dos fragmentos florestais se deu por meio de uma classificação supervisionada orientada a pixel com o algoritmo Máxima Verossimilhança (MaxVer). Para o treinamento do classificador, foram realizadas visitas de campo com o objetivo de selecionar fragmentos florestais em estágios médio ou avançado de regeneração. Ao todo, 30 fragmentos foram utilizados. Os estágios de regeneração foram identificados de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 6, de 4 de maio de 1994 (Brasil 1994). Foram coletadas as coordenadas geográficas com um *Global Position System*

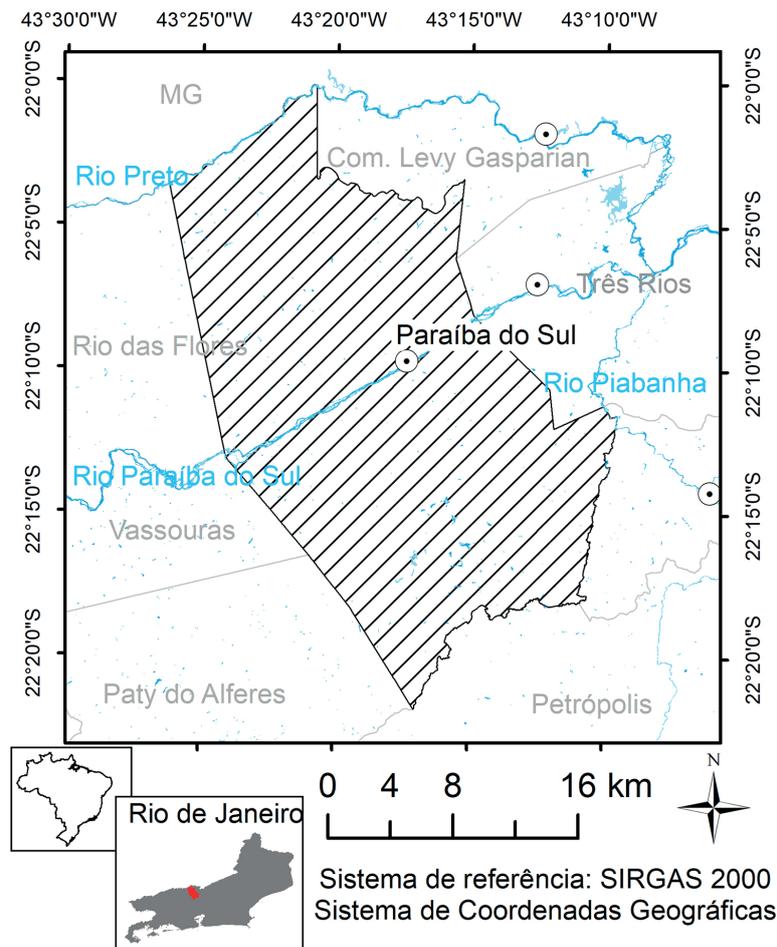


Figura 1. Localização da área de estudo (Município de Paraíba do Sul, RJ).

(GPS) e, em seguida, os fragmentos foram mapeados nas imagens de alta resolução do *software Google Earth*. Para as demais classes de uso ou cobertura (água, área urbana, eucalipto e outras), foram selecionadas amostras diretamente no *Google Earth*.

No processo de classificação, foram utilizadas as informações espectrais das bandas 2 (0,45 – 0,51 μm), 3 (0,53 – 0,59 μm), 4 (0,64 – 0,67 μm), 5 (0,85 – 0,88 μm), 6 (1,57 – 1,65 μm) e 7 (2,11 – 2,29 μm) do sensor OLI e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI (sigla de *Normalized Difference Vegetation Index*) (Rouse *et al.* 1974).

Para validar a classificação, foram utilizadas amostras independentes e representativas de cada uma das classes de uso ou cobertura do solo utilizadas no treinamento. A exatidão da classificação foi avaliada com os índices Kappa e Kappa Condicional (Congalton 1991) e desacordo de alocação e desacordo de quantidade (Pontius & Millones 2011).

Depois de mapeados, os fragmentos florestais em estágio médio ou avançado de regeneração foram divididos em classes de tamanho: muito pequenos (menores que 5 ha), pequenos (entre 5 e 10 ha), médios (entre 10 e 50 ha), grandes (entre 50 e 100 ha) e muito grandes (maiores que 100 ha). Classificações semelhantes foram utilizadas por Juvanhol *et al.* (2011) e Pirovani *et al.* (2014).

Os índices ou métricas da paisagem para os fragmentos (Tab. 1) foram obtidos por meio da extensão *Patch Analyst* (Elkie *et al.* 1999) do *software ArcGIS 10.1*. Para avaliar o efeito de borda, foram consideradas as distâncias de 30 m, 60 m, 90 m e 120 m; e, para o grau de isolamento dos fragmentos, foi utilizada a classificação proposta por Almeida (2008), segundo a qual as distâncias de 60 m, 120 m, 200 m e maiores que 200 m são definidas como de baixo, médio, alto e muito alto isolamento, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação da imagem OLI/Landsat 8 resultou em uma exatidão global de 91,58%. O valor de índice Kappa condicional foi de 0,85 para a classe dos fragmentos em estágio médio/avançado de regeneração. Já o índice Kappa geral, aquele que considera todas as demais classes (água, áreas urbanizadas, eucalipto e outros), foi de 0,87. De acordo com parâmetros de Landis & Koch (1977), ambos os índices são classificados como excelentes. No entanto, após mais de 30 anos de uso no sensoriamento remoto, Pontius & Millones (2011) verificaram algumas inconsistências nesses índices, recomendando o cálculo do desacordo de alocação e desacordo de quantidade. Com essas medidas de exatidão da classificação, chegou-se a um desacordo total de 8,42% (3,33% devido ao erro de alocação e 5,09% ao erro de quantidade). Apesar dessas medidas não apresentarem padrões para sua interpretação, os valores de discordância podem ser considerados baixos, como em Saito *et al.* (2016), o que indica uma classificação adequada. A partir da classificação, foram

contabilizados 1.259 fragmentos florestais em estágio médio/avançado de regeneração.

A identificação dos fragmentos e as métricas da paisagem calculadas indicam um forte processo de fragmentação florestal no município (Fig. 2). Quanto à distribuição por classes de tamanho, foi observado que a maior parte dos fragmentos (69,4 %) é de tamanho muito pequeno (área inferior a 5 ha). Apenas 0,6 % dos fragmentos (sete fragmentos) foram classificados como muito grandes, ou seja, possuem área superior a 100 ha (Fig. 2A). Apesar de baixa quantidade, a classe dos fragmentos muito grandes ocupa 17 % da área de cobertura florestal em estágio médio ou avançado (1.589,54 ha), enquanto que os 874 fragmentos classificados como muito pequenos representam 19,1 % (1.783,21 ha) (Fig. 2C). Os fragmentos com área inferior a 10 ha, em relação à área total dos fragmentos florestais, representam apenas 32,8 % da área com vegetação em estágio médio ou avançado,

Tabela 1. Métricas da paisagem calculadas pelo *Patch Analyst* (Elkie *et al.* 1999, McGarigal & Marks 1995).

Grupo	Sigla	Nome	Fórmula
Área	CA	Área da Classe (ha)	$CA = \sum_{i=1}^n a_{ij}$
Densidade	NumP	Número de Manchas	$NumP = \sum n_i$
	MPS	Área Média das Manchas (m^2)	$MPS = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n_i}$
Borda	TE	Total de Borda (m)	$TE = \sum p_{ij}$
	ED	Densidade de Borda (m/ha)	$ED = \frac{TE}{AT}$
Forma	MSI	Índice de Forma Médio	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{p_{ij}}{2\sqrt{a_{ij}}} \right)}{n_i}$, para formato vetorial
	MPAR	Média da Relação Perímetro/Área (m/ha)	$MPAR = \frac{\sum \left(\frac{p_{ij}}{a_{ij}} \right)}{NM}$
Área Central	TCA	Total de Área Central (ha)	$TCA = \sum_{i=1}^n a_{ij}^c$
	NCA	Número de áreas centrais	$NCA = n_j^c$
	TCAI	Índice de Área Central	$TCAI = \frac{a_{ij}^c}{a_{ij}}$
Proximidade	DVP	Distância do Vizinho mais próximo (m)	$DVP = h_{ij}$

Abreviaturas: a_{ij} , área da mancha i na classe j (ha); p_{ij} , perímetro da mancha i na classe j (m); n_j , número de manchas da classe i na paisagem; AT - área total da paisagem, na qual estão todas as classes de mancha (ha); a_{ij}^c , área do núcleo da mancha i na classe j com um valor de *buffer* especificado (ha); n_j^c , número de áreas centrais da mancha i na classe j ; h_{ij} , distância da mancha i na classe j à mancha vizinha mais próxima baseada na distância entre bordas (m).

mesmo com o maior número de fragmentos presentes nas referidas classes de tamanho (1050).

A média de tamanho para os fragmentos analisados conjuntamente, sem distinção de classes de tamanho, foi de 7,42 ha. Esse valor médio indica a superioridade numérica dos fragmentos pequenos. No entanto, esse parâmetro não apresenta distribuição normal, havendo

a ocorrência de fragmentos com valores de área muito acima do valor médio. Na classe de fragmentos muito grandes, por exemplo, o valor médio foi de 227,07 ha e o desvio padrão de 50,80 ha (Fig. 2B).

Os resultados encontrados para a distribuição dos fragmentos em classes de tamanho somam-se aos de Silva (2002) para demonstrar que na região há predomínio de

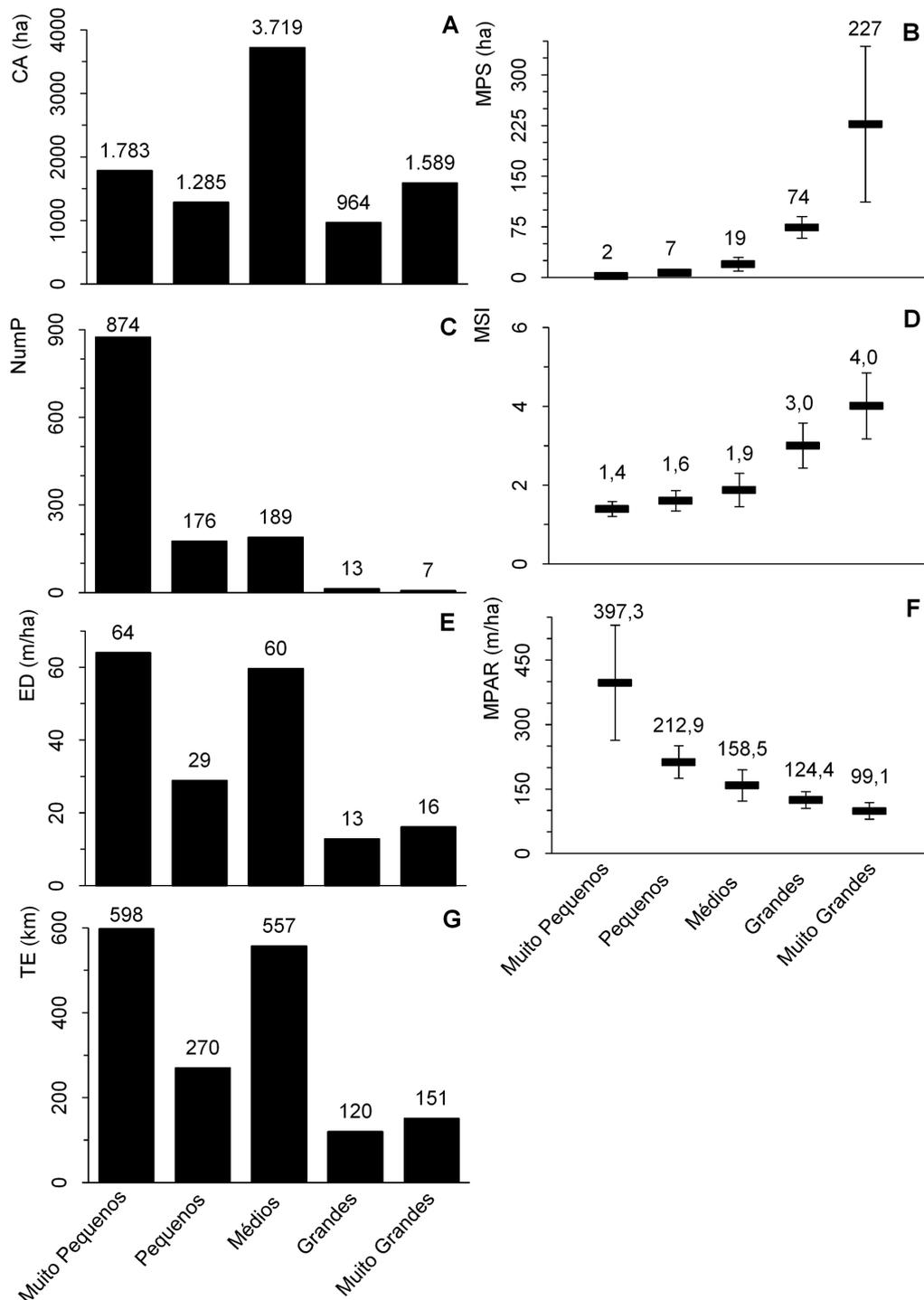


Figura 2. Métricas da paisagem para classes de tamanho de fragmentos florestais em estágio médio-avançado de regeneração no município de Paraíba do Sul, RJ. A. Número de fragmentos (NumP). B. Área média (MPS). C. Área da Classe (CA). D. Índice de forma médio (MSI). E. Densidade de bordas (ED); F. Média da relação perímetro/área (MPAR). G. Total de bordas (TE).

fragmentos com área inferior a 50 ha. Quando essa análise é extrapolada para outras regiões do domínio Mata Atlântica, encontra-se situação similar: muitos fragmentos pequenos e poucos fragmentos grandes (Ribeiro *et al.* 2009, Calegari *et al.* 2010, Juvanhol *et al.* 2011, Pirovani *et al.* 2014). Conforme Calegari *et al.* (2010), classes com maior área favorecem a conservação, a riqueza e a abundância de certas espécies que dependem de grandes dimensões de fragmentos para existir. Para Viana *et al.* (1992), a redução da área de ecossistemas naturais resulta numa preocupante perda da diversidade animal e vegetal. Entretanto, segundo esses autores, os fragmentos florestais, predominantemente pequenos, localizados em propriedades particulares, são os últimos depositários da biodiversidade nativa de boa parte de nossas florestas.

As métricas total de borda (TE) e densidade de borda (ED) demonstraram como os fragmentos são influencia-

dos, em função da área, pelo meio circundante. A soma de bordas foi maior para os fragmentos muito pequenos (Fig. 2G). Enquanto o TE foi 597.705 m para a classe dos fragmentos muito pequenos, os sete fragmentos de maior área somaram 150.601 m de borda. Quando esse índice é analisado em conjunto com os valores da relação perímetro/área (MPAR), é possível perceber a tendência para o comportamento inversamente proporcional à área da classe (Fig. 2F). Ou seja, fragmentos pequenos têm maior relação de perímetro/área e esse valor decresce até os fragmentos grandes.

Os índices relacionados à borda sintetizam a dimensão da área de influência do efeito de borda. A borda do fragmento florestal é a área por onde a maior parte dos processos biológicos ligados à fragmentação geralmente se iniciam. Nos fragmentos florestais, o efeito de borda pode ter um papel significativo na redução da biodiver-

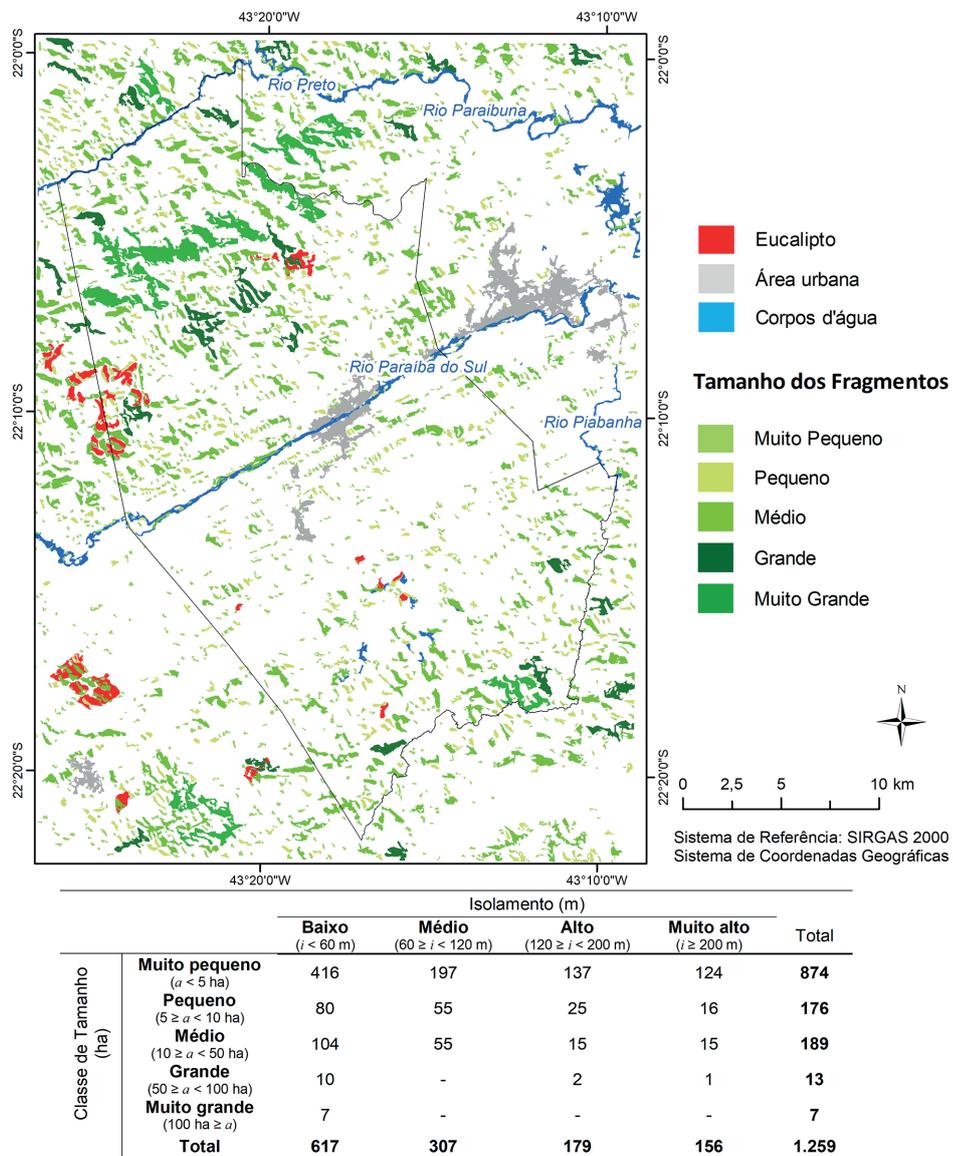


Figura 3. Distribuição dos fragmentos florestais em estágio médio ou avançado de regeneração em classes de tamanho e grau de isolamento no município de Paraiba do Sul, RJ.

sidade, por meio de processos como a mortalidade de árvores e alteração de habitats (Viana *et al.* 1992, Murcia 1995, Ranta *et al.* 1998).

O índice de forma médio (MSI) seria um de valor 1 se todas as manchas tivessem formas perfeitamente circulares. À medida que a irregularidade da forma cresce, o valor do índice aumenta (McGarigal & Marks 1995). A comparação dos MSI das classes de tamanho dos fragmentos florestais demonstrou que os fragmentos com áreas menores apresentaram formato mais regular quando comparados com os fragmentos médios, grandes e muito grandes (Fig. 2D). Portanto, apesar da extensão ser favorável, os fragmentos de maior área possuem a desvantagem de a irregularidade da forma ser acentuada. No entanto, é passível de afirmação que mesmo apresentando formatos mais irregulares, os fragmentos maiores estão sob menor efeito de borda, visto que apresentam uma MPAR menor, isto é, a proporção de área é superior à de borda (Fig. 2E).

Adotando os critérios de Almeida (2008) para o índice de distância do vizinho mais próximo (DVP), tem-se 49 % dos fragmentos com baixo grau de isolamento e 12 % com isolamento muito alto, ou seja, a maior parte dos fragmentos estão menos de 60 m distantes entre si (Fig. 3). Na classe dos fragmentos com isolamento muito alto (distância igual ou superior a 200 m), 13 fragmentos têm distância superior a 500 m e o fragmento mais isolado está distante 776 m do vizinho mais próximo.

Ressalta-se que, na paisagem considerada, um fragmento grande pode ser o vizinho mais próximo de um fragmento muito pequeno. Nesse sentido, fragmentos com área reduzida têm importância na conectividade entre fragmentos, pois atuam como “stepping stones” (“trampolins ecológicos”) e podem permitir o fluxo de animais entre fragmentos maiores (Metzger 2001, Almeida 2008, Vidolin *et al.* 2011; Pirovani *et al.* 2014). Todos os sete fragmentos com área superior a 100 ha têm baixo grau de isolamento, o que os torna ainda mais importantes na conservação dos recursos (Fig. 3).

Segundo Volotão (1998), a proximidade entre fragmentos pode facilitar a dispersão e o fluxo gênico, exercendo influência na dinâmica de populações. Para Viana *et al.* (1992), o isolamento dos fragmentos florestais depende, além da distância, do tipo de vizinhança, uma vez que a matriz pode ser mais ou menos permeável ao fluxo das espécies entre fragmentos. Assim, é viável afirmar que uma matriz urbana é mais impermeável ao fluxo de animais terrestres que uma matriz rural, ainda que esta esteja desmatada. Na Figura 3 é possível perceber a espacialização do grau de isolamento, a distância em relação ao centro urbano e o tamanho dos fragmentos. Dentre os sete fragmentos muito grandes, cinco estão localizados na parte noroeste do município (bairros Monte Cristo e Engenheiro Carvalhães). Esses fragmentos estão bem próximos uns aos outros e a outros fragmentos menores e, ainda, distanciados do centro urbano. Portanto, entende-

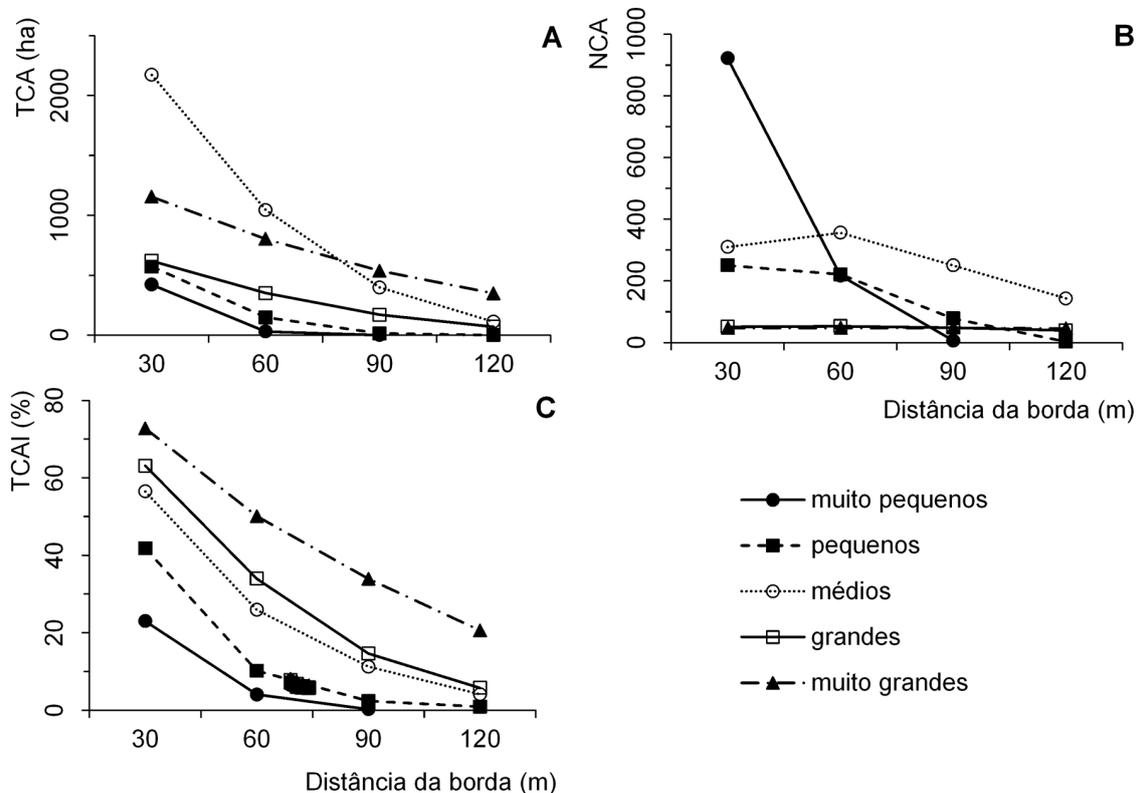


Figura 4. Métricas de área central para as classes de tamanho de fragmentos florestais em estágio médio-avançado de regeneração no município de Paraíba do Sul, RJ, em diferentes distâncias da borda. A. Área central total (TCA). B. Número de áreas centrais (NCA). C. Índice de área central total (TCAI).

-se que essa região resguarda uma maior originalidade do bioma e de processos ecológicos, sendo, assim, recomendadas ações mais conservacionistas para essa porção do município.

Quando uma floresta é fragmentada, ocorrem alterações na luminosidade, temperatura, umidade e velocidade do vento. Essas mudanças são mais pronunciadas na borda e diminuem na direção do interior da floresta, caracterizando o efeito de borda (Viana *et al.* 1992). As métricas de área central são consideradas medidas da qualidade de *habitats*, pois, indicam a quantidade de área de um fragmento descontando-se o efeito de borda (Vidolin *et al.* 2011). As distâncias de borda utilizadas neste trabalho (30 m, 60 m, 90 m e 120 m) permitiram analisar o efeito do tamanho dos fragmentos na área de efetiva conservação. À medida que a distância da borda aumentou, a área central dos fragmentos diminuiu, e os menores valores de do somatório de área central (TCA) foram encontrados nas menores classes de tamanho de fragmentos (Fig. 4A).

Além da área, a TAC e a quantidade de áreas centrais (NCA) também são influenciadas pela forma dos fragmentos. Fragmentos muito irregulares podem chegar ao ponto de não possuir área central capaz de permitir a manutenção e o desenvolvimento de uma determinada espécie (Volotão 1998). Neste estudo, os fragmentos das menores classes de tamanho apresentaram um grande NCA para uma borda de 30 m e uma redução significativa dessa métrica para distâncias de borda maiores (Fig. 4B). Para a classe dos fragmentos muito pequenos, não houve área de efetiva conservação quando foi considerada uma borda maior que 90 m. Para a classe dos fragmentos médios, houve um aumento do NCA quando o efeito de borda passou de 30 m para 60 m, o que é indício da irregularidade da forma. Já para a classe dos fragmentos grandes e muito grandes, o NCA manteve-se constante com o aumento do efeito de borda, indicando, novamente, a importância de uma área maior para a qualidade dos fragmentos.

O Índice de Área Central (TCAI) indica a quantidade relativa de área central na paisagem. Os fragmentos muito pequenos, por exemplo, apresentaram TCAI de 23% para uma borda de 30 m, significando que 77% da área dos fragmentos dessa classe estariam afetadas pelo efeito de borda. À medida que o tamanho da classe aumenta, menor quantidade da área total é afetada pelo efeito de borda (Fig. 4C). Ao dobrar a distância de influência da borda (60 m), os fragmentos muito pequenos teriam apenas 4% de área central.

Neste trabalho, foram tratados temas relevantes para o município de Paraíba do Sul como, por exemplo, a quantificação das florestas municipais remanescentes e suas caracterizações segundo as métricas de paisagem. Ainda, foram atendidos os critérios exigidos pelo *Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA)* e, dessa forma, este estudo serve de subsídio para o desenvolvimento do mesmo. O PMMA possibilita a captação de recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica para

aplicação em projetos de conservação. Ao espacializar a caracterização dos fragmentos florestais, junto com as análises de ecologia da paisagem, é possível aplicar os recursos em locais estratégicos e aumentar as chances de sucesso dos programas conservacionistas na Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G. 2008. *Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná*. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.
- BORGES, L. F. R., SCOLFORO, J.P., OLIVEIRA, A.D., MELLO, J.D., ACERBI JUNIOR, F.W. & FREITAS, G.D. 2004. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. *Cerne*, 10(1): 22-38.
- BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Nº 6, de 4 de maio de 1994. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- CALEGARI, L., MARTINS, S. V., GLERIANE, J. M., SILVA, E. & BUSATO, L. C. 2010. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore*, 34(5): 871-880.
- CONGALTON, R. G. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1): 35-46.
- ELKIE, P., REMPEL, R. & CAR, A. 1999. *Patch Analyst User's Manual*. Ontario: Ontario Ministry of Natural Resources. Northwest Science & Technology. 28p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1993. *Mapa da Vegetação do Brasil escala 1:5. 000.000*, 2ed. Rio de Janeiro: IBGE.
- JUVANHOL, R. S., FIEDLER, N. C., SANTOS, A. R., PIROVANI, D. B., LOUZADA, F. L. R. O., DIAS, H. M. & TEBALDI, A. L. C. 2011. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, 18(4): 353-364.
- LANDIS, J.R. & KOCH, G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1): 159-174.
- McGARIGAL, K. & MARKS, B. J. 1995. *Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Reference manual*. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon. 62p.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? 2001. *Biota Neotropica*, 28(11): 1-9.
- MUAZE, M. A. F. O Vale do Paraíba e a dinâmica Imperial. 2011. In: LERNER, D. & MISZPUTEN, F. (Orgs). *Inventário das Fazendas do Vale do Paraíba Fluminense - fase III*. 1ed. Rio de Janeiro: INEPAC/ Instituto Cidade Viva, p. 293-340.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10(2): 58-62.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(67772): 853-845.
- PIROVANI, D. B., SILVA, A. G., DOS SANTOS, A. R., CECÍLIO, R. A., GLERIANI, J. M. & MARTINS, S. V. 2014. Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do rio Itapemirim, ES. *Revista Árvore*, 38(2): 271-281.
- PONTIUS, Jr. R. G. & MILLONES, M. 2011. Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. *International Journal of Remote Sensing*, 32(15): 4407-4429.
- RANTA, P., BLOM, T. O. M., NIEMELA, J., JOENSUU, E. & SIITONEN, M. 1998. The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 7(3):385-403.

- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J. & HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 142(6):1141-1153.
- ROUSE JR. J., HAAS, R. H., SCHELL, J. A. & DEERING, D. W. 1974. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: FREDEN, S.C., MERCANTI, E.P. & BECKER, M.A. (Ed.) *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium - Volume I: Technical Presentations*. Washington, D.C.: NASA. p. 309-317.
- SAITO, N. S.; ARGUELLO, F. V. P.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. 2016. Uso de geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. *Cerne*, 22(1): 11-18.
- SANTOS, J. F. C. D., MENDONÇA, B. A. F. D., ARAÚJO, E. J. G. D., DELGADO, R. C., & GLERIANI, J. M. 2016. Potential areas for the formation of ecological corridors between remnants of Atlantic Forest. *Revista Árvore*, 40(5): 803-813.
- SILVA, V. V. 2002. Médio Vale do Paraíba do Sul: Fragmentação e Vulnerabilidade dos Remanescentes de Mata Atlântica. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002.
- SOS MATA ATLÂNTICA. 2014. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: Período 2012 -2013*. Disponível em: <http://www.sos-ma.org.br/wp-content/uploads/2014/05/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_20141.pdf>. Acesso em 15 dez. 2015.
- TURNER, M. G. & GARDNER, R. H. 1991. Quantitative methods in landscape ecology: an introduction. In TURNER, M. G.; GARDNER, R. H., (Eds). *Quantitative methods in landscape ecology*. New York: Springer-Verlag. p. 3-14.
- VIANA, V. M., TABANEZ, A. J. A. & MARTINEZ, J. L. A. 1992. Restauração e manejo de fragmentos florestais. *Instituto Florestal de São Paulo*, 4(2): 86-94.
- VIDOLIN, G. P., BIONDI, D. & WANDEMBRUCK, A. 2011. Análise da estrutura da paisagem de um remanescente de floresta com Araucária, Paraná, Brasil. *Revista Árvore*, 35(3): 515-525.
- VOLOTÃO, C. F. S. 1998. Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats. São José dos Campos: INPE. 45 p.