

A influência da escala e do relevo na análise da fragmentação florestal no Município de Silva Jardim, RJ, Brasil.

Elisa Araujo Penna Caris¹
Marcelo Bueno de Abreu¹
Vinicius da Silva Seabra²
Rocky Helripio Lopes Santos¹
Carla Bernadete Madureira Cruz¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, RJ
Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais
Av. Athos da Silveira Ramos, 274 Bloco I sala 010
CEP 21941-611 Rio de Janeiro – RJ - BR
elisacaris@yahoo.com.br; buenodeabreu@gmail.com; rhelripio@gmail.com; cmad@ufrj.br

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/FFP
Rua Dr. Francisco Portela, 1470, Patronato
CEP 24435-005, São Gonçalo, RJ – BR
vinigeobr@yahoo.com.br

Abstract: This study aimed to analyze forest fragmentation in the municipality of Silva Jardim, Rio de Janeiro, considering the influence of scale and relief. We used two thematic maps from which we extracted the forest fragments. The first mapping, at scale 1:100,000, was generated from Landsat TM image, and the second, at scale 1:25,000, from WorldView-2 images, both of them of 2010. To calculate the metrics in real and planimetric surface, we used the digital elevation model (DEM) from SRTM (1:100,000) and from IBGE (1:25,000), which were transformed from .tif format to TIN in ArcGIS 10.2. This software was used to calculate the metrics of the fragments in real and planimetric surface. Considering only the scale, we obtained a difference of 6.7% in the total area of the fragments, a result of the higher spatial resolution of WorldView-2. When we analyze the influence of relief, the difference reached 20.4% at 1:100,000, and 10.3% at 1:25,000. More than 90% of forest fragments had very elongated or elongated shape. This was observed in both the scales, which may compromise the sustainability of these fragments, due to the higher edge effects that they are submitted. The results of this study show the importance of incorporating relief when analyzing forest fragmentation.

Palavras-chave: remote sensing, digital elevation model, Atlantic forest, sensoriamento remoto, modelo digital de elevação, Floresta Atlântica .

1. Introdução

A Mata Atlântica (MA) é hoje, com exceção de poucas áreas contínuas, um mosaico de fragmentos isolados em uma matriz complexa de diferentes usos da terra. Estes fragmentos florestais diferem, em muitos aspectos, da floresta contínua da qual fizeram parte um dia. Além de serem menores e estarem isolados em diferentes graus, tendem a possuir características específicas. Entretanto, mesmo em pequenos fragmentos, a MA, assim como outros sistemas naturais, provê inúmeros serviços ecológicos como: (1) manutenção da qualidade do ar e controle da poluição através da regulação da composição dos gases atmosféricos; (2) controle da temperatura e regime de chuvas através do ciclo biogeoquímico do carbono e da vegetação; e (3) regulação do fluxo de águas superficiais e controle das enchentes, entre outros (Tonhasca Jr. 2004).

Uma das formas de viabilizar a proteção ambiental destes fragmentos, além da criação de Unidades de Conservação é através da criação de corredores ecológicos que aumentam a conectividade entre os fragmentos florestais. Por outro lado, os estudos referentes à fragmentação florestal têm sido conduzidos sem levar em conta a dimensionalidade dos dados (Couto e Menezes 2005). Assim, os elementos e análises são considerados em sua superfície planimétrica, ao invés da superfície real, resultando numa interpretação equivocada tanto da estrutura quanto da funcionalidade dos elementos da paisagem e também da sua dinâmica, vindo mascarar os resultados obtidos (Souza et al. 2009). Isto se aplica especialmente a MA, cujos remanescentes encontram-se em topos de morros e áreas com maior declividade (Cruz et al. 2007).

De igual importância é a questão da escala. Um fenômeno pode ser analisado em diferentes escalas, como no caso da fragmentação, mas ele será diferente em cada uma das escalas analisadas. De fato, uma paisagem pode ser heterogênea em uma determinada escala espacial enquanto que em outra é homogênea, o que torna a escala espacial inerente às definições da heterogeneidade da paisagem e sua diversidade (Meentemeyer e Box 1987).

O que esta pesquisa se propõe é a incorporação de uma terceira dimensão (superfície real) na análise da fragmentação florestal do município de Silva Jardim, a partir de dados de sensores remotos de alta e média resolução, e como a incorporação desta nova dimensão em diferentes escalas poderá influenciar esta análise.

2. Materiais e Métodos

O município de Silva Jardim está localizado no centro do estado do Rio de Janeiro e está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São João (BHRSJ) (Figura 1). Desempenha um importante papel na conservação de remanescentes florestais no estado em função da presença de grande quantidade de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), de uma Reserva Biológica (Rebio de Poço das Antas) além de e uma pequena parte de seu território incluído no Parque Estadual dos Três Picos.

O município apresenta quatro classes geomorfológicas dominantes: Escarpa da Serra do Mar (limite Norte e Noroeste); Planícies aluviais e terrenos suavemente colinosos (porção central e Sul); Planícies litorâneas (centro e Leste); e por fim, Planaltos dissecados (espalhados pelo interior). Entre as fisionomias vegetais, é possível encontrar campos de altitude, floresta ombrófila densa, floresta estacional semi-decidual, floresta de terras baixas, brejos e matas aluviais (Seabra 2012), com destaque para o Corredor de Diversidade da Serra do Mar, do qual o município faz parte.

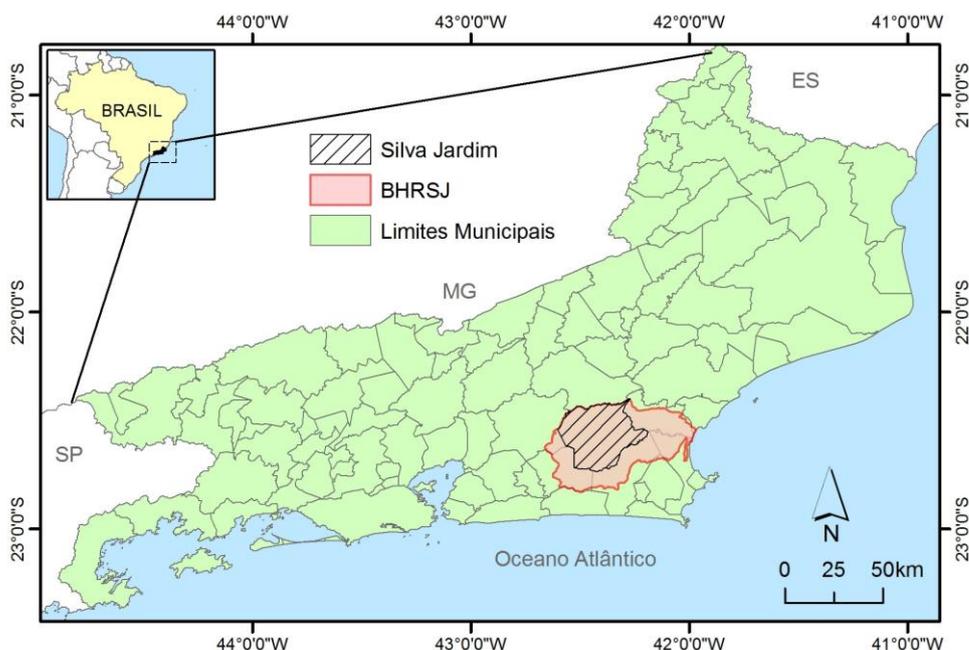


Figura 1: Localização da área de estudo.

2.1. Metodologia de trabalho

Para este trabalho foram utilizados dois mapeamentos temáticos em escalas diferentes. Para análise dos dados na escala 1:100.000 foi utilizada uma cena do sensor Landsat TM de 4/09/2010 aplicando a técnica de classificação orientada ao objeto (para mais detalhes ver Seabra e Cruz 2014). Como este mapeamento abrangia toda área da BHR SJ foi feito um recorte a partir do *shape* do município de Silva Jardim através da ferramenta “clip” do ArcGIS 10.2. O mapa em escala 1:25.000 foi elaborado a partir de um conjunto de 16 cenas da imagem WorldView 2 de 20/09/2010 também utilizando a técnica de classificação orientada ao objeto (para mais detalhes ver Santos 2011). Todos os dados estavam na projeção UTM/WGS 84. A figura 2 apresenta os dois mapas temáticos que serviram de base para extração dos fragmentos florestais.

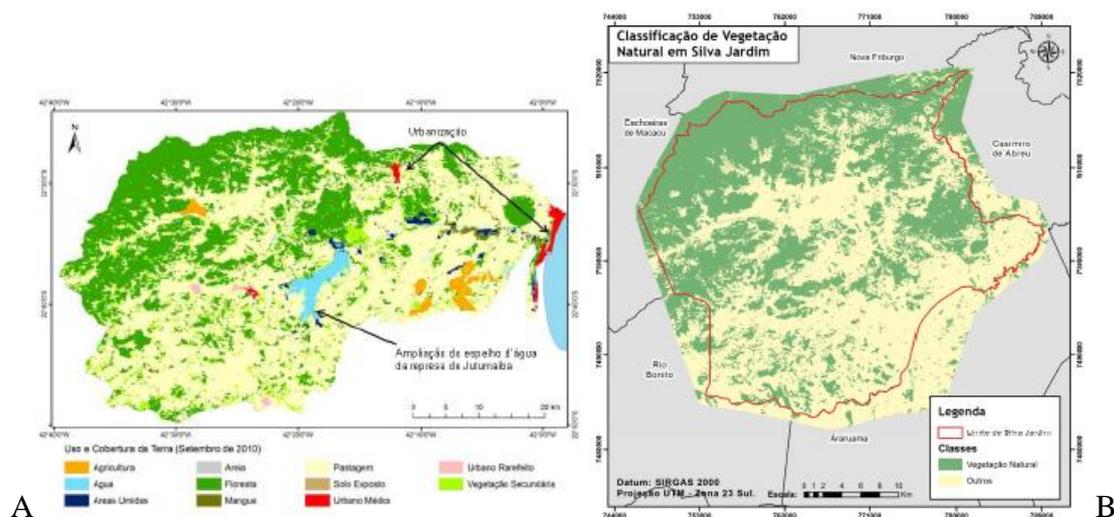


Figura 2: Mapas temáticos utilizados para análise da fragmentação florestal em superfície real e planimétrica em duas escalas, 1:100.000 (A) e 1:25.000 (B).

No mapeamento A, a classe extraída foi a denominada “Floresta” que compreende as florestas, matas aluviais e demais coberturas naturais arbóreas da BHRSJ. No mapeamento B, a classe extraída foi a denominada “Vegetação natural” que compreende florestas em terras baixas, em grande declividade e úmidas (associadas a corpos d’água) encontradas em Silva Jardim.

Para representação do relevo em escala 1:100.000 foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) relativo a banda C, com resolução espacial de aproximadamente 90x90 metros no equador. Enquanto que para escala 1:25.000 foram utilizados os dados do MDE do IBGE gerado a partir de ortofotos e disponibilizado no site da instituição. Ambos os dados foram convertidos do formato .tif para o formato TIN no software *ArcGis* 10.2. Segundo Fernandes (2004) os modelos triangulares irregulares (TIN) são mais indicados para representar melhor superfícies não homogêneas com variações locais acentuadas. Para diminuir o volume de dados a serem processados, os MDE foram recortados para o município de Silva Jardim.

De posse desses dados, foram calculados os valores de área e perímetro em superfície planimétrica e real dos fragmentos nas duas escalas de análise usando as ferramentas “*Interpolate Polygon multipatch*” para área e “*Add Surface Information*” para o perímetro, ambas do pacote do *3D Analyst* do *ArcGis* 10.2. A partir dos valores de área e perímetro de cada fragmento foi possível determinar as características correspondentes à sua forma com base no índice de circularidade (Nascimento et al. 2006), conforme descrito na equação abaixo:

$$IC = \frac{2\sqrt{\pi \cdot S}}{P} ;$$

onde:

IC = índice de circularidade;

S = área do fragmento;

P = perímetro do fragmento.

De acordo com Viana e Pinheiro (1998) quando o índice de circularidade é menor que 0,6 os fragmentos são considerados “muito alongados”, entre 0,6 e 0,8 “alongados”, e maiores que 0,8, “arredondados”. Conseqüentemente, fragmentos muito alongados e alongados são mais sujeitos ao efeito de borda que pode gerar prejuízo a biodiversidade dos mesmos.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise da fragmentação florestal nas escalas 1:25.000 e 1:100.000

O mapeamento em escala 1:25.000, em função maior resolução espacial do sensor, permitiu identificar um maior número de fragmentos florestais (Figura 3/Gráfico 1) e a área total em hectares (ha) destes fragmentos foi maior quando comparado com o mapeamento em escala 1:100.000 (Tabela 1).

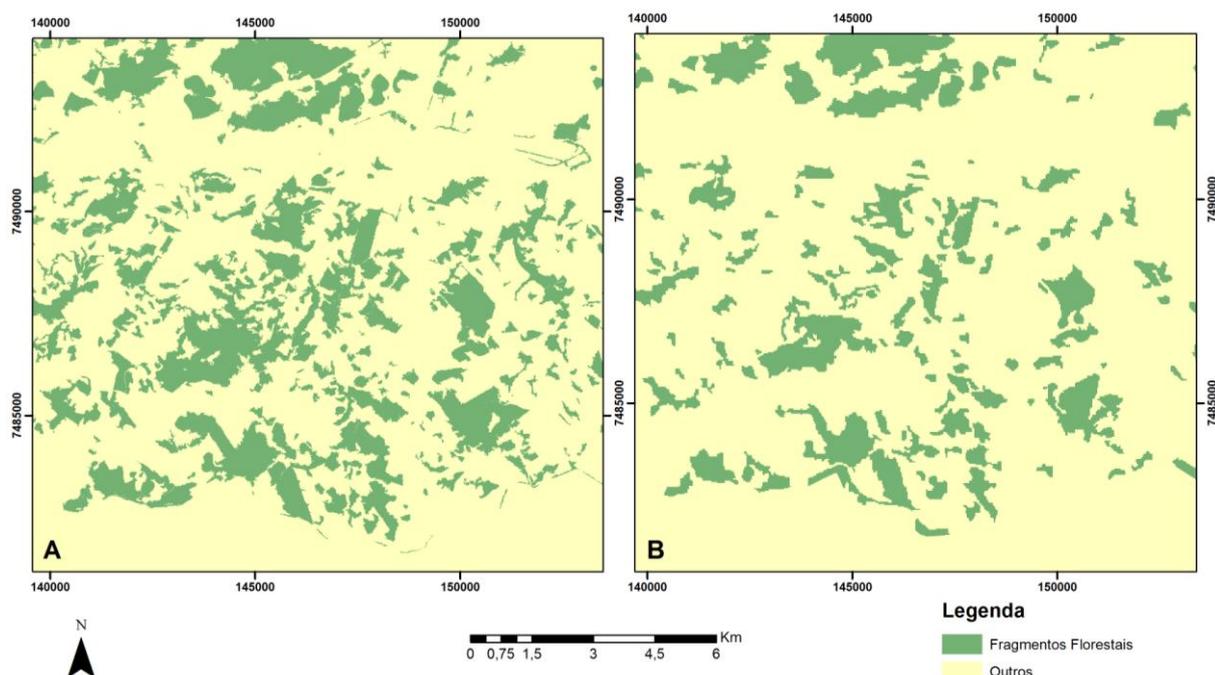


Figura 3: Mapas de fragmentação florestal do Município de Silva Jardim nas escalas 1:25.000(A) e 1:100.000(B).

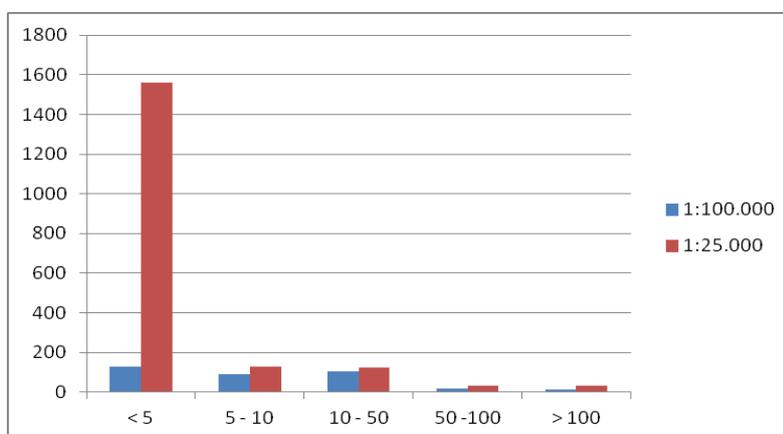


Gráfico 1: Distribuição do tamanho de fragmentos florestais por hectare, nas escalas 1:25.000 e 1:100.000.

Em todas as classes de tamanho apresentada no gráfico 1 o número de fragmentos encontrados na escala 1:25.000 é maior. Este resultado se dá em função das características do sensor WorldView 2 que permite identificar objetos menores quando comparados ao Landsat TM, como comentado acima. Esta diferença é ainda maior quando analisamos apenas os fragmentos com área menor que 5 ha. Ao considerar o número total de fragmentos na escala 1:25.000, 87% possuem área inferior a 5 ha e apenas 1,95% têm área superior a 100 ha. O grande número de pequenos fragmentos encontrados neste estudo também é verificado em outros trabalhos (eg. Caris et al. 2013) e é um padrão comum observado nos domínios da Mata Atlântica (e.g. Ribeiro et al. 2009). Entretanto, estes fragmentos são, em geral, pouco estudados e historicamente marginalizados pelas iniciativas conservacionistas (Viana e Pinheiro 1998) apesar da importância quando desempenham papel de “trampolins”

conectando fragmentos isolados e facilitando o fluxo de espécie entre os mesmos.

Tabela 1: Métricas dos fragmentos nas escalas 1:100.000 e 1:25.000.

Métricas dos fragmentos	1:100.000	1:25.000	Diferença
Total de fragmentos	358	1789	1431
Área total (em hectares)	42.935,59	46.055,46	3.119,87 (6,7%)
Média (em hectares)	119,93	24,51	95,42
Tamanho máximo (em hectares)	23.655,78	21.492,59	-2.163,19

A média dos fragmentos é menor na escala 1:25.000 o que se explica também pelo aumento do número de pequenos fragmentos. Por sua vez, a diferença de área negativa do maior fragmento identificado pode ser explicada pelo maior detalhamento na sua borda na escala 1:25.000. Além disso, na escala 1:100.000 pequenos fragmentos muito próximos entre si podem ser, muitas vezes, considerados um único fragmento o que vai refletir também na diferença do número total de fragmentos. Cardoso et al. (2009) analisando a fragmentação da BHRSJ nas escalas 1:250.000 e 1:50.000 encontrou uma diferença de cerca de 12.270 ha entre a área total dos fragmentos, que representa cerca de 16,5% de diferença.

3.2. Análise da fragmentação florestal em superfície real e planimétrica

Quando analisamos as diferenças de área dos fragmentos em superfície real e planimétrica (Tabela 2), para cada uma das escalas, encontramos uma diferença de 20,4% na menor escala e de 10,3% na maior escala. A diferença de área na escala 1:100.00 tem grande contribuição do maior fragmento encontrado no município. Quando analisada em superfície planimétrica a área deste fragmento é de 23.655,78 ha e em superfície real é de 33.288,57 ha. Se excluirmos esse fragmento da análise, encontramos uma diferença de 6,5% apenas. Este fragmento encontra-se na área com maior declividade do município e os resultados encontrados refletem a influência do relevo.

Tabela 2: Área total dos fragmentos em superfície real e planimétrica.

Área total dos fragmentos	Escala	
	1:100.000	1:25.000
Superfície real	53.908,43	51.342,50
Superfície planimétrica	42.935,59	46.055,46
Variação (%)	20,4	10,3

Duarte et al (2013) analisando as diferenças entre superfície real e planimétrica para os fragmentos florestais do Rio de Janeiro em escala 1:100.000 encontrou um aumento da área dos fragmentos florestais que chegou a mais de 6% em algumas microregiões analisadas. Miceli et al (2009) ao analisar a APA de Petrópolis, região serrana do estado do Rio de Janeiro, em superfície real e planimétrica também, na escala 1:100.000 encontrou uma diferença de 12,03% na área total dos fragmentos.

Por sua vez, Cruz et al. (2007) ao avaliar as diferenças obtidas no cálculo da área dos fragmentos florestais considerando a influência da escala e do relevo na BHRSJ encontraram uma redução média de 8% da área dos remanescentes florestais quando o relevo não é

considerado, independente da escala do mapeamento, e na ordem de 20% quando se verifica a variação de escala. Todos estes resultados mostram a importância da influência do relevo na determinação de métricas dos fragmentos florestais.

3.3. Análise da forma dos fragmentos florestais

Mais de 90% dos fragmentos do município apresenta forma “alongada” ou “muito alongada”, tanto na escala 1:25.000 quanto na escala 1:100.000 (Tabela 3). Isso significa que estes fragmentos estão sob forte influência do efeito de borda. Como na escala 1:25.000 foi possível identificar um maior número de pequenos fragmentos e muitas vezes nas margens de rios (vegetação ripária), a forma “muito alongado” prevaleceu. Mas chama a atenção nos dois mapeamentos a pouca quantidade de fragmentos com forma circular, ressaltando a importância das ações de recuperação e/ou conservação, para diminuir o efeito de borda e garantir a sustentabilidade destes numa escala temporal.

Quando analisamos a forma do fragmento em superfície real e planimétrica alguns poucos fragmentos passam a ser considerados circulares indicando novamente a importância da incorporação do relevo nos estudos sobre fragmentação florestal. Estudo de Miceli et al. (2011) na APA de Petrópolis encontrou pouca linearidade nos resultados da forma dos fragmentos, com alguns valores negativos indicando que alguns fragmentos em superfície real são menos circulares do que em superfície planimétrica. Esse comportamento, segundo os autores, é justificado pela movimentação do terreno.

Tabela 3: Forma dos fragmentos florestais do município de Silva Jardim considerando a influência da escala e do relevo.

Forma do fragmento	Número de fragmentos			
	1:25.000		1:100.000	
	Superfície Real	Superfície Planimétrica	Superfície Real	Superfície Planimétrica
Muito alongado	1329	1339	180	182
Alongado	462	459	163	164
Circular	88	81	16	13

4. Conclusão

Ao permitir uma visão integrada dos diferentes elementos envolvidos com o uso e ocupação do solo, as geotecnologias se tornam ferramentas importantes para os estudos que envolvem a análise de paisagem. Entretanto, ao considerar múltiplos dados é preciso que se tenha cuidado principalmente nas questões que envolvem as diferentes escalas e a influência do relevo, como apontado neste estudo.

A fragmentação da Mata Atlântica exige, por sua vez, ações rápidas e concretas para a sua preservação e manutenção. As ações de recuperação deste bioma tornam-se ainda mais relevantes uma vez que um grande número de fragmentos apresenta áreas menores que 5 ha. A criação de corredores florestais que aumentam a conectividade entre os fragmentos é uma das alternativas para tal.

Por outro lado, o desenvolvimento de metodologias que visem diminuir o custo da recuperação ambiental, indicando áreas mais favoráveis para tal, também é extremamente desejável. É preciso que estas metodologias incorporem as análises em múltiplas escalas e que

se leve em consideração a análise tridimensional da paisagem principalmente, quando os remanescentes florestais encontrarem-se em regiões montanhosas.

Referências Bibliográficas

- Meentemeyer, V. e Box, E.O. Scale effects in landscape studies. In: W.D. Billings, F. Golley, O.L. Lange, J.S. Olson, H. Remmert (Org.). **Ecological Studies – Landscape heterogeneity and disturbance**. Springer-Verlag, 1987, p.15-34.
- Cardoso, V.P.; Reis, R.B.; Cruz, C.B.M. Análise da fragmentação de floresta na bacia do rio São João considerando as influências de escala e relevo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14, 2009, Natal. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, INPE, 2009. Artigos, p. 1755-1762. CD-ROM, On-line ISBN 978-85-17-00044-7
- Caris, E.A.P.; Kurtz, B.C.; Cruz, C.B.M. & SCarano, F.R. Vegetation cover and land use of a protected coastal area and its surroundings, southeast Brazil. **Rodriguésia** (Online), v. 64, p. 747-755, 2013.
- Cruz, C.B.M.; Reis, R.B.; Cardoso, V, P. & Vicens, R.S. 2007. Influência do relevo na análise quantitativa dos remanescentes florestais da bacia do rio São João. In: **XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia**, Rio de Janeiro.
- Duarte, G.S.; Lucas, G. M. F.; Coura, P. H. F.; Fernandes, M. C. & Barros, R. S. Análise da diferença entre superfície real e superfície planimétrica nos fragmentos florestais no Estado do Rio de Janeiro. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 6588-6595. CD-Rom On-line ISBN 987-85-17-00066-9
- Fernandes, M.C. 2004. **Desenvolvimento de rotina de obtenção de observações em superfície real: uma aplicação em análises geoecológicas**. Tese. Dsc. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Fernandes, M.C. & Menezes, P.M.L. Avaliação de métodos de geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real: um estudo de caso no maciço da Tijuca - RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 57, n.2, p. 154-161, 2005.
- Miceli, B.S.; Duque Estrada, A.F.; Souza, B.C.P.; Oliveira, L.M.T.; Fernandes, M. C.. Estudo da fragmentação florestal da APA Petrópolis, na escala de 1:100.000, a partir de métricas da paisagem em observações de superfície planimétrica e real. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, 15, 2011, Curitiba. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, São José dos Campos, INPE, 2011, Artigos, p. 3780-3787 CD-Rom On-line ISBN 987-85-17-00056-0
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142:1141-1153, 2009.
- Santos, R.H. L. **Mapeamento da vegetação natural a análise da fragmentação florestal utilizando imagens de alta resolução espacial e de classificadores baseados em objetos**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011
- Seabra, V. S. **Análise da paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na bacia hidrográfica do rio São João**. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.
- Seabra, V. S. & Cruz, C.B.M. Uso do Sensoriamento Remoto na avaliação de alterações dos estados dinâmicos da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio São João. **Revista Brasileira de Cartografia** (Online), v. 66/2, p. 303-320, 2014.
- Souza, L.G.; Sousa, G.M.; Coura, P.H.F.; Fernandes, M.C.. Avaliação de Modelos Digitais de Elevação para Estudos Geoecológicos no Maciço da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 32, p. 21-33, 2009.
- Viana, V.M. & Pinheiro, L.A.F.V. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF** 12(32): 25-42, 1998.
- Tonhasca, JR. A. Os serviços ecológicos da Mata Atlântica. **Ciência Hoje**, 35, nº 2 (205): 64-67, 2004.