

## Uso do solo e fragmentação da paisagem no município de Seropédica – RJ

Olívia Bueno da Costa<sup>1</sup>  
Camila Valéria de Jesus Silva<sup>2</sup>  
Affonso Henrique Nascimento de Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília – UnB,  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70.919-970 – Brasília, DF, Brasil,  
costa.ob@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE,  
Av. dos Astronautas, 1758, 12.227-010 – São José dos Campos, SP, Brasil,  
camilas@dsr.inpe.br

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
Caixa Postal 2223 – 69080-971 – Manaus – AM, Brasil  
affonso.bah@hotmail.com

**Abstract:** Landscape change is a topic that must be studied considering the dynamicity of biophysical and social-economic factors which guide the conversion of the land cover. Data acquired from satellites images can provide a large amount of information about political, social and economic organization of urban or rural areas. In addition, the use of GIS tools can support several analysis forward the understanding of human occupation pattern and landscape changing dynamics. Landscape metric tools were developed for the comprehension of association between landscape complexity and such ecological relations. The county of Seropédica in Rio de Janeiro is an area that has been experiencing, since the last three decades, an intensive process of mineral and agricultural exploitation allied to increasing industrial activity. The county area was mapped using a CBERS image and the supervised classification method *MaxVer*. The main urbanized and natural areas were defined and measured. Subsequently, it was used the *Patch Analyst*, an extension of ArcGis environment, to obtain the landscape metrics. Urban area was the class with the largest edge effect. The largest patches were identified as native vegetation. However, counting only polygons with a significant core area made its number drop from 576 to 41 polygons. Reforested areas and permanent protection areas along the Guandu river can form connections with native vegetation polygons. We also present a highlighted map with a mineral exploitation pattern.

**Palavras-chave:** Landscapemetrics, CBERS, edgeeffect, fragmentation, métricas da paisagem, efeito de borda, fragmentação.

### 1- Introdução

A fragmentação da paisagem é consequência da influência do homem na gestão do território. Os fragmentos podem ser ambientes naturais, que mantém suas funções ecológicas, ou profundamente modificados, assim como os fragmentos urbanos. Existe uma variedade de forças dirigentes que afetam o uso da terra e a sua cobertura, estas interagem de forma dinâmica originando diferentes sequências e trajetórias de mudanças, que dependem de um contexto ambiental, social, político e histórico no qual elas nascem (Nagendraetal., 2004). O estudo das mudanças na paisagem deve abordar a dinamicidade espaço temporal dos fatores biofísicos e sócio-econômicos que conduzem a conversão da cobertura e o uso da terra.

Os dados de cobertura da terra são usualmente derivados de imagens de satélite, são dados pontuais no tempo e no espaço, a partir dos quais indiretamente se obtém informações sobre a organização política, social e econômica do local. Uma quantidade grande de dados espaciais está acessível atualmente, e o SIG viabiliza diversas análises de dados facilitando a tarefa da compreensão dos padrões de ocupação territorial pelo homem e mudança da paisagem. Segundo Carrão et al. (2001) as métricas de paisagem ajudam a compreender a estrutura complexa da paisagem e a forma como esta influencia determinadas relações ecológicas. Várias dessas métricas têm sido desenvolvidas para

descrever padrões espaciais, a partir de produtos temáticos obtidos através do uso integrado das ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento (Watrin e Venturieri, 2005).

Estudos dentro do campo da ecologia da paisagem têm contribuído no entendimento da relação da fragmentação da paisagem e suas consequências. Dentre muitos conceitos de ecologia da paisagem, cabe aqui citar o conceito definido por Naveh e Lieberman (1994), que segundo Metzger (2001) segue a abordagem geográfica em que há a ecologia humana de paisagens, centrada nas interações do homem com seu ambiente, onde a paisagem é vista como o fruto da interação da sociedade com a natureza. Neste conceito a ecologia da paisagem é uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído (Naveh e Lieberman 1994).

A interação humana com a natureza pode resultar em situações positivas ou negativas, depende com que intensidade se deu a ocupação de uma região e do tipo de atividades e práticas que foram instaladas ali. A fragmentação da paisagem está associada a um efeito ecológico negativo da ocupação humana em uma região, devido ao isolamento causado das áreas de floresta e outros tipos de ecossistemas. Contudo, há consequências sócio-econômicas da fragmentação da paisagem que deveriam ser vistas com mais importância (Entwistle et al. 1998), como os conflitos de bordas e a possibilidade de externalidades que positivamente ou negativamente afetam os vizinhos (Geoghegan et al., 1997; apud Nagendra et al., 2004).

A área foco deste estudo possui alto nível de fragmentação da paisagem, e enfrenta diversos problemas ambientais causados pela ocupação urbana desordenada, conversão total das áreas naturais em pastagem e intensa atividade industrial. Trata-se de uma região que tem assistido a uma gradativa ocupação populacional e industrial, por tratar-se de áreas ainda não saturadas e situadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Na parte plana, a floresta foi substituída pela cultura canavieira e pelas pastagens desde o século XVI (Oliveira, 2008). Historicamente, essa região vem sofrendo diversas intervenções da engenharia para que a parte plana inundável se tornasse ocupável e pudesse servir de expansão para atividades agrícolas, urbanas e industriais (Oliveira, 2008).

O presente trabalho propõe o mapeamento do uso do solo e análise da paisagem por meio de métricas das manchas que a compõe. A análise objetiva entender os padrões espaciais da paisagem, a fim de embasar uma melhor organização do território.

## **2- Metodologia**

### **2.1 - Caracterização e localização da área de estudo**

A área de estudo é o município de Seropédica localizado no estado do Rio de Janeiro (Figura 1). O município de Seropédica tem as coordenadas 22°44'29"S e 43°42'18"W, faz divisa com a capital do Rio de Janeiro, tem uma área de aproximadamente 284 km<sup>2</sup> e população de 78 mil habitantes. Localiza-se a oeste da Baixada Fluminense a uma altitude de 26 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é o Aw, com chuvas concentradas no período de novembro a março, precipitação média anual de 1.213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C.

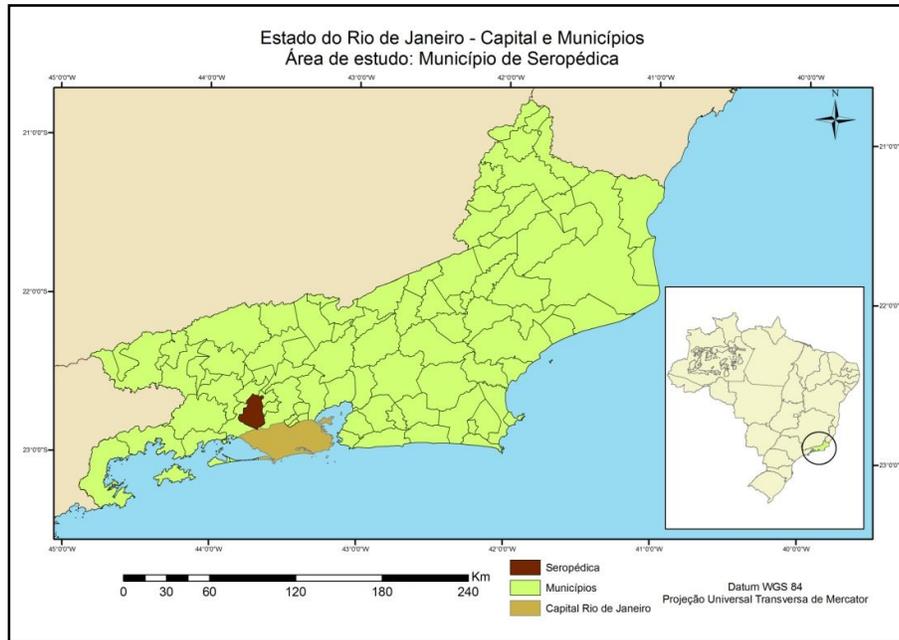


Figura 1. Localização da área de estudo

A área está inserida na Região Hidrográfica 8 – Bacias contribuintes à Baía de Sepetiba, na qual estão compreendidos os rios Piraquê, Piraí, rio Lajes e Guandu, dentre os mais representativos. A maior parte da área do município de Seropédica (67,3%) ocupa a bacia do Rio da Guarda. A área do município insere-se no domínio dos Planossolos, que compreende solos com marcante mudança textural do horizonte A para o B. Este tipo de solo está associado a antigas áreas de floresta tropical sub-caducifólia e ao relevo plano ou suavemente ondulado das Planícies Litorâneas e Colinas Costeiras da Região dos Lagos e da Baixada Fluminense. É um solo pouco utilizado para agricultura, tendo em vista a drenagem imperfeita (decorrente da situação topográfica) e a acumulação de sais, sendo mais indicado para pastagens.

A história de ocupação humana na região, onde vários ciclos agrícolas se alternaram aliados à prática de pecuária extensiva, quase que nada deixou de remanescente quanto à primitiva cobertura florestal. Os trechos de mata de melhor qualidade estão fragmentados e isolados. Muitos dos quais continuam a sofrer ininterrupto processo de degradação ecológica sendo, aos poucos, transformados em áreas secundárias que se apresentam em graus de sucessão variados. Além do intenso desmatamento praticado na região outro grande problema são os areais, alguns clandestinos, que são locais em que se abrem grandes buracos (cavas) para extração de areia do solo, e muitas vezes a extração de areia se dá no leito e ao longo das margens do rio Guandu.

## 2.2 – Base de dados

- Imagem CBERS CCD (órbita/ponto 151/125); data: 09/03/2010
- Arquivos vetores: hidrografia, vias e limite do município (IBGE).
- Softwares ARCGIS 9.3 e ENVI 4.5

As imagens foram obtidas gratuitamente pelo sítio do INPE.

## 2.3 – Métodos

### 2.3.1 – Pré-processamento

Foram feitas correções geométricas necessárias, realizadas no software ArcGis 9.3 (ferramenta *Georeferencing*) e posterior recorte da imagem (ferramenta *clip*), utilizando para isso a base vetorial limite do município. Em seguida a imagem foi submetida à

transformação da Análise por Componentes Principais visando diminuir a dimensão dos dados associados às bandas originais.

### 2.3.3 – Classificação

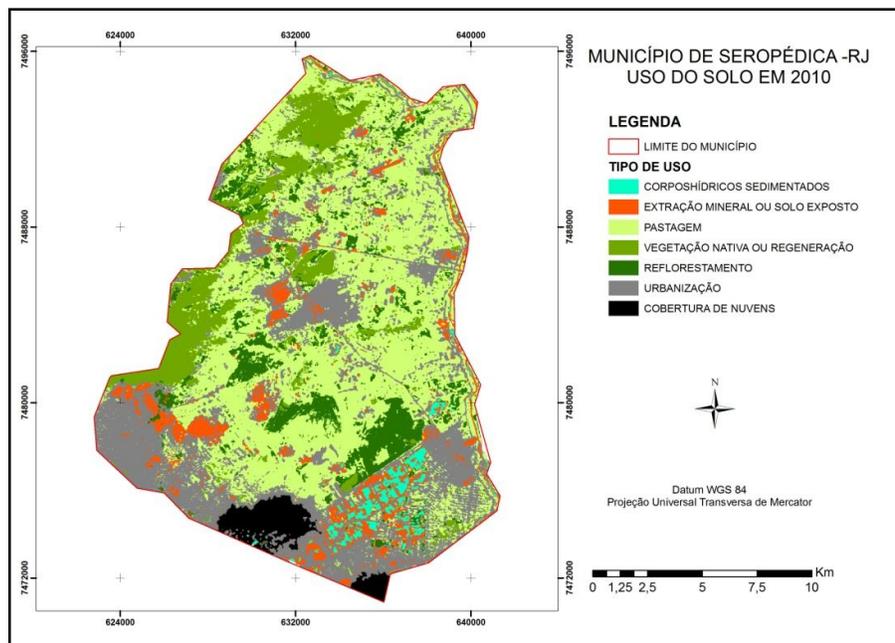
As classes do uso do solo definidas foram: Pastagem, Reflorestamento, Vegetação nativa (primária) ou regeneração (secundária), Extração mineral ou solo exposto, Corpos Hídricos sedimentados e Urbanização. Pela dificuldade em separar as áreas de florestas primárias das áreas de floresta em regeneração, estas duas classes foram unidas em uma só. A classificação foi supervisionada conduzida a partir do algoritmo máxima verossimilhança no *software* ENVI 4.5. Foi utilizado o filtro *Majority* com janela 5 x 5, eliminando-se assim *pixels* isolados para que os polígonos fossem suavizados. Os polígonos foram exportados para o ArcGis no formato *Shape* para o cálculo das métricas.

### 2.3.4 – Cálculo de métricas da paisagem

Os cálculos de métricas da paisagem foram realizados através da ferramenta *Patch Analyst* que é manipulada no ambiente ArcGis. Foram feitas métricas de composição da paisagem e de configuração da paisagem.

## 3 – Resultados e Discussão

O uso do solo no município de Seropédica é apresentado pelo mapa da figura 2. A cobertura de nuvens prejudicou parte da classificação, mas não impediu a análise da paisagem como um todo, cobrindo apenas 3 % da área classificada. A acurácia total verificada através da matriz de confusão atingiu 95% e índice Kappa de 0.93.



Fi

gura 2. Uso do solo no município de Seropédica em 2010.

### 3.1 – Composição da paisagem

O gráfico abaixo mostra a proporção em porcentagem que cada classe de uso do solo ocupa na área do município. Devido a cobertura de nuvens e perda de 3% dos dados de uso do solo, a área da paisagem analisada se reduziu a 27.503 hectares.

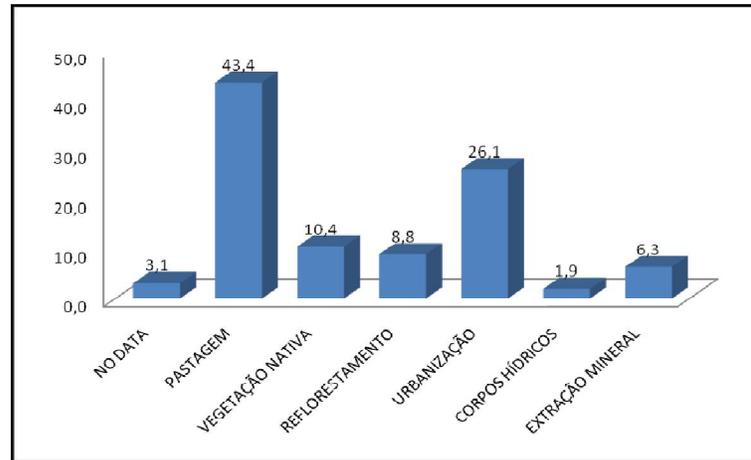


Figura 3. Área ocupada em porcentagem de cada uso do solo no município de Seropédica

A diversidade da paisagem foi medida pelo Índice de diversidade de Shanon, com valor de 1,42. Quanto maior o valor deste índice, maior o número de manchas ou distribuição proporcional destas manchas. Este índice tem grande aplicação na comparação de paisagens (McGarigale et al., 2002), e poderia ser usado para comparar a mudança da composição da paisagem em estudo nos últimos anos. O índice de equitabilidade também é muito utilizado nesse tipo de comparação, quanto maior seu valor, mais equilibrada é a distribuição das manchas que constituem a paisagem. Neste estudo o índice de equitabilidade foi de 0,79.

A classe pastagem ocupa a maior área (CA = 12324 ha). Esta classe também possui o maior comprimento em perímetro (TE = 2476 Km) e a maior densidade de borda (ED = 90,03 m/ha), foi portanto definida como a classe matriz por possuir maior contato com todas as outras classes de uso. De acordo com Forman e Godron (1986) a matriz é o elemento da paisagem mais extensivo e mais conectado, e tem papel dominante no funcionamento da paisagem.

Na composição da paisagem foram classificados 6.678 polígonos divididos em seis classes, dessas apenas uma é considerada como ambiente natural (classe vegetação nativa), entretanto com certo grau de modificação, predominando a vegetação primária. Então apenas 10,4% da paisagem preserva características naturais e não foi ainda convertida em outro uso.

### 3.2 – Configuração da paisagem

A área urbanizada que inclui os centros urbanos e as rodovias representa uma classe da paisagem natural que foi intensamente modificada. Esta classe se distribui em 1.694 polígonos com tamanho médio de 4,36 hectares. O tamanho médio da borda por polígono da classe da urbanização é de 1.123 metros, o maior de todas as classes de uso, mostrando que os polígonos dessa classe apresentam os formatos mais irregulares. Esta classe apresentou o segundo maior valor de desvio padrão das áreas dos polígonos, mostrando diversidade grande de tamanhos das manchas.

As manchas de vegetação nativa e reflorestamento apresentaram média de dimensão fractal de 1,40 enquanto as manchas de urbanização e pastagem apresentaram as maiores médias, 1,42 e 1,45 respectivamente. Esta métrica mede a complexidade da forma dos polígonos, se aproximando de um quanto mais simples for a forma dos polígonos, e de dois quando o formato dos polígonos é muito complexo.

A mancha da vegetação nativa apresentou o maior tamanho médio de fragmentos, igual a 5,13 e a segunda menor medida de densidade de borda ( $ED= 5,70$  m/ha). Trata-se de poucos fragmentos, em sua maioria com grandes áreas, baixa complexidade de formas e pouco efeito de borda. Apesar de serem na maior parte fragmentos compostos por floresta em regeneração deveriam ser considerados como áreas de preservação, estabelecendo-se sobre a base de uma estratégia que também promovesse a conectividade entre eles.

Para o cômputo da área interior dos fragmentos foi considerado o efeito de borda de 100m. As taxas anuais de mortalidade de árvores, dano às árvores e formação de clareira aumentam nitidamente até 100 m da borda da floresta (Bierregaard et al. 1992, Laurence et al. 1998, Laurence et al. 2000). Os fragmentos de vegetação nativa que totalizam 2.955 hectares quando descontado a área de borda tem apenas 1.849 hectares. Grande parte dos fragmentos é constituída apenas de borda, depois de desconsiderar as áreas de borda o total de polígonos desta classe é reduzido de 576 para 41.

Os fragmentos que possuem alguma área interior podem representar habitats potenciais para espécies que encontrem os recursos necessários para sua sobrevivência. Não só a manutenção, mas a conectividade entre esses poucos fragmentos se torna prioridade na proteção dos recursos bióticos locais. Em seu trabalho Baumet al. (2004), citam diversos estudos que comprovam o papel dos corredores no aumento da conectividade mostrando que os corredores aumentam o tamanho das populações.

As áreas de reflorestamento apesar de não manterem as características de uma floresta natural são áreas que exercem menor resistência sobre espécies que venham utilizar este meio como fonte de recurso. Assim as áreas de reflorestamento e as áreas de APP do Rio Guandu se forem recuperadas podem contribuir com a formação da conectividade entre os fragmentos de vegetação nativa.

As áreas de extração de areia foram facilmente identificadas na classificação devido a alta reflectância de luz branca onde há solo exposto, essas áreas representam aproximadamente 6% da área do município. O padrão de distribuição dessa classe mostra se a atividade está relacionada a um tipo de minério que se encontra concentrado localmente ou se uma região mais ampla tem potencial de ser explorada. Neste caso de estudo a ferramenta que mede a direção da distribuição apontou uma tendência em formato de elipse localizada no centro se estendendo até o sul do município (Figura 4).

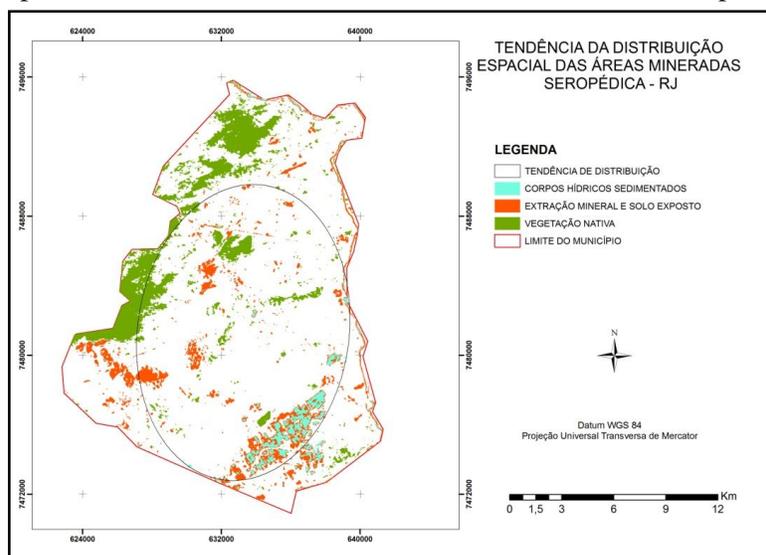


Figura 4. Tendência da distribuição e da direção das áreas de mineração.

A área da elipse representa a área e a direção por onde a extração mineral tende a se distribuir. Se esse padrão for mantido espera-se que as manchas de corpos hídricos sedimentados siga a mesma tendência acompanhando a extração mineral. As áreas mineradas quando localizadas às margens do Rio Guandu causam nítido aumento da sedimentação em seu leito, e quando a mineração ocorre em regiões mais impermeáveis observa-se o acúmulo de água com grande quantidade de sedimentos suspensos. Os fragmentos de vegetação nativa dentro da área da elipse encontram-se sob ameaça de serem devastados pela mineração.

#### **4 - Conclusão**

As ferramentas de métricas mostraram grande utilidade na interpretação da paisagem. A análise das classes obteve melhor execução se comparada à análise da paisagem como um todo. Comparações do estágio atual da paisagem com anos anteriores são relevantes para a compreensão dos padrões de mudança, e devem ser objeto de estudos futuros.

As ferramentas de análise espacial contribuíram significativamente para entender a distribuição das classes na paisagem como um todo. Principalmente a distribuição da mineração, atividade potencialmente destruidora que merece atenção especial das autoridades e fiscalização.

As constatações feitas neste estudo podem embasar o planejamento e ordenamento territorial do município, além de contribuir na definição de áreas a serem preservadas e outras a serem recuperadas.

#### **Agradecimentos**

Ao Professor Dr. Eraldo Matricardi da Universidade de Brasília, e ao Professor Dr. Luis Mauro da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela por terem colaborado com o conteúdo deste trabalho. À CAPES pela concessão das bolsas de pesquisa.

#### **Referências bibliográficas**

Bierregaard, R. O.; Lovejoy, T. E.; Kapos, V.; Santos, A. A. Dos; Hutchings, R. W. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. **Bioscience**, vol 42, p. 859-866, 1992.

Baum, K. A.; Haynes, K. J.; Dilleuth, F. P.; Cronin, J. T. The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. **Ecology**, vol 85, n. 10, p. 2671-2676, 2004.

Carrão, H.; Caetano, M.; Neves, N. Landic. Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6., Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. **Anais**. Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001. Disponível em: <<http://esig2001.tripod.com>>. Acesso em: 04 out. 2004.

Dunning, J. B.; J. R. Borgella; K. Clements; G. K. Meffe. Patch isolation, corridor effects, and colonization by a resident sparrow in a managed pine woodland. **Conservation Biology**, vol 9, p. 542-550, 1995.

Entwisle, B.; Walsh, S.J.; Rindfuss, R.R.; Chamrathirong, A., 1998. Land-use/land-cover and population dynamics, NangRong, Thailand. In: LIVERMAN, D., MORAN, E.F., RINDFUSS, R.R., STERN, P.C. (Eds.), **People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science**. National Academy Press, Washington, DC, pp. 121–144.

Prominer Projetos S/C Ltda. **Estudos Ambientais Projeto Santa Alice A21 Mineração LTDA. Seropédica – RJ** Elaborado para: A21 Mineração Ltda. Lote nº 40, Pau Cheiroso, Santa Alice Seropédica – RJ. Rua França Pinto nº 1233, Vila Mariana São Paulo – SP.

Forman, R. T. T.; M. Godron. **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons, New York, 1986, 619 p.

Geoghegan, J., Wainger, L., Bockstael, N. Spatial landscape indices in a hedonic framework: an ecological economics analysis using GIS. **Ecol. Econ.**, vol 23, p. 251–264, 1997.

Laurance, W. F.; Ferreira, L. V.; Rankin-de-Merona, J. M.; S. G. Laurance. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, vol 12, p. 460-464, 1998.

Laurance, W. F.; Delamonica, P.; Laurance, S. G.; Vasconcelos, H. L.; Lovejoy, T. E. Rainforest fragmentation kills big trees. **Nature**, vol 404, p. 836, 2000.

Mcgarigal, K.; S.A. Cushman; M.C. Neel; E. Ene. **FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, 2002. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Metzger, J. P.. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.

Naveh, Z.; Lieberman, A. **Landscape ecology: theory and application**. Springer-Verlag, New York, 1994.

Nagendra, H.; Munroe, D. K.; Southworth, J. From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, vol 101, 111–115, 2004.

Oliveira, R. S.; **Planejamento Municipal Integrado à Gestão de Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Município de Seropédica – RJ – Rio de Janeiro**. 2008, 133 p. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2008.

Watrin, O. S.; Venturieri, A.; Métricas de paisagem na avaliação da dinâmica do uso da terra em projetos de assentamentos no Sudeste Paraense. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3433-3440.