

## **Mudanças na paisagem de uma microbacia do Bioma Pampa Gaúcho-RS: uma análise com base em mapas e índices descritores da paisagem**

Norberto Bolzan <sup>1</sup>  
Nara de Fátima Quadros da Silveira <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rua Dr. Bozano, 605 / 402, CEP 97015-001, Santa Maria - RS  
norbertobolzan@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/CTISM  
Faixa de Camobi, km 9, prédio 5, Campus-UFSM, CEP 97105-900, Santa Maria - RS  
nbolzan@brturbo.com.br

**Abstract:** the objective of this study were the analysis of dynamic of structure of landscape in the hydrographic basing of Lajeado Tamboretã, State of Rio Grande do Sul. Therefore were prepared the mapping of use and coverage land of hydrographic basing, utilizing photography's aerial of 1966, 1996 and image of satellite of 2001, and obtaining-if four classes. Starting of mapping was done the analysis of the fragments of landscape, determining, the index of area, index of shape. The class Native Pasturage, occupying 66.04%, 60.69% and 64.51%, of area of basing, represented head office of landscape; the class Native Forest indicated one deforestation with decrease of area (32.12%, 28.87%, 15.69%) and the shape of the fragments more complex; the class Annual Agriculture introduced one enhancement substantial of area (1.84%, 9.60%, 17.18%) and the class Exotic Vegetation showed the shape of the fragments less complex. One concludes that the alterations of the landscape had occurred in function of the increase of the areas of agriculture and reduction of the capons of weeds and the ciliar Forest.

Key words: use and coverage land, descript index, landscape, deforestation. Uso e cobertura da terra, índice descritor, paisagem, desmatamento.

## 1. Introdução

No Brasil, o desenvolvimento do meio rural sempre esteve associado ao uso e ocupação do solo com práticas agressivas ao meio ambiente. O desconhecimento e o uso de estratégias inadequadas de manejo do solo, das águas e das florestas foram e ainda são os maiores responsáveis pela degradação desses recursos.

Assim, as mudanças ocasionadas na paisagem de uma região pelo uso e cobertura da terra, levam à necessidade do entendimento de sua estrutura. Dessa forma, a quantificação dos fragmentos de uma paisagem, possibilita relacionar a distribuição espacial de seus elementos e determinar as alterações resultantes desse processo (Valente 2001).

A análise da estrutura da paisagem através dos índices descritores dos fragmentos e das classes de uso e cobertura da terra tem sido utilizada como uma importante ferramenta no estudo temporal envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, pois possibilitam avaliar as alterações ocorridas na paisagem, em decorrência das diferentes formas de uso e cobertura da terra e o entendimento das mudanças nas condições ambientais de uma região, servindo de subsídio para as políticas de planejamento territorial (Soares Filho 1998).

Nesta perspectiva, o objetivo deste artigo foi o estudo das mudanças ocorridas na paisagem do Bioma Pampa Gaúcho-RS, a partir dos mapas de uso e cobertura da terra nas datas de 1966, 1996 e 2001 na microbacia do lajeado Tamboretã -RS, que é representativa do Bioma Pampa Gaúcho, pois apresenta como matriz da paisagem a pastagem nativa e a classe mata nativa composta pelos capões de mato e a mata ciliar. Usando para tanto os índices descritores da paisagem de área e de forma.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Região de Estudo

A área de estudo da microbacia do Lajeado Tamboretã. Localizada na fronteira oeste do Estado de Rio Grande do Sul, na região geomorfológica Planalto da Campanha. Predominantemente ocupadas por pastagens nativas, com fragmentos de matas nativas representadas por matas ciliares de largura variada, e fragmentos de agricultura anual (Vieira,1984). Possui área de 8.06 km<sup>2</sup>, e se enquadra nas coordenadas geográficas: Longitude Oeste: 54°19'00" e 54°22'00", Latitude Sul: 29°21'30" e 29°24'00". Figura 1.

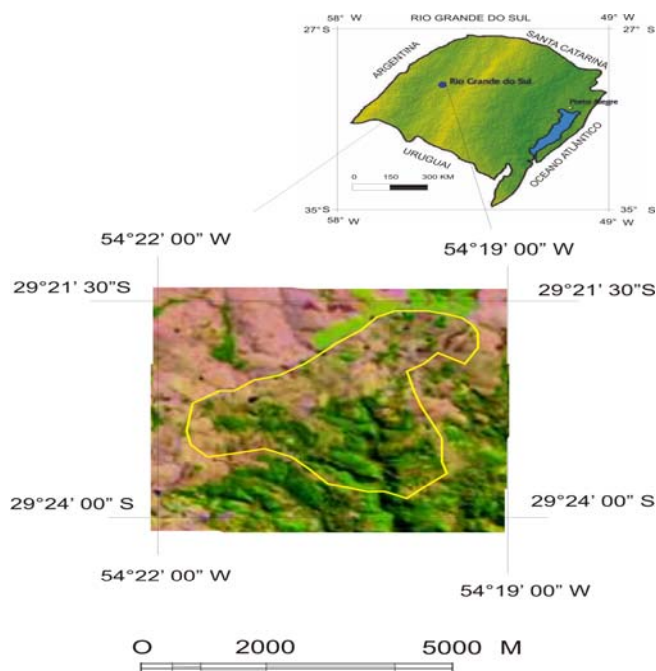


Figura 1. Localização da área de estudo.

## **2.2 Elaboração dos Mapas de Uso e Cobertura da Terra**

Inicialmente, foram feitos o reconhecimento da área e a definição preliminar dos elementos da paisagem.

As duas séries de fotografias aéreas na escala 1: 60.000 de 1966 e 1996 foram escaneadas e georreferenciadas às coordenadas UTM a partir da carta topográfica Vinte Tiros Folha SH.21 - X - D - III . 3 MI - 2947 / 3 . e a imagem de satélite Landsat 7 - TM datada de agosto de 2001, foi obtida nos dados da EMBRAPA, já processada e georreferenciada.

Posteriormente procedeu-se a digitalização dos polígonos na tela do computador considerando os critérios de identificação e delineamento citados por Loch (2001), sendo estes: forma, sombra, tamanho, tonalidade, densidade, declividade, textura, posição e aspectos associados.

Este processo foi realizado paralelamente à reambulação que possibilitou a melhor identificação das classes de Uso e Cobertura da Terra e esclarecimento de dúvidas durante a fotointerpretação auxiliada por computador. As classes de cobertura da terra identificadas foram: Pastagem nativa, Mata nativa, Agricultura anual e Vegetação exótica.

Áreas inferiores a 0,2 ha foram desconsideradas para obtenção de dados da análise da paisagem e foi adotado como unidade padrão para a densidade de fragmentos 100 ha, que foram considerados como suficiente para os objetivos da pesquisa.

Para a verificação final e registro das características da área de estudo foi realizado um sobrevôo a baixa altitude e tiradas fotos aéreas panorâmicas.

O resultado da fotointerpretação e da análise visual da imagem foram três mapas temáticos mostrando as classes de uso e cobertura da terra, as quais servirão para a análise da dinâmica da estrutura da paisagem na próxima etapa da metodologia.

## **2.3 Análise da Estrutura da Paisagem**

A caracterização das paisagens fragmentadas e a quantificação de suas estruturas, como no caso deste artigo, com quatro principais usos e cobertura da terra, possibilitam um melhor planejamento das ações de conservação e preservação dos recursos naturais.

Diante de tantos índices descritores da estrutura da paisagem, este trabalho usou preferencialmente os índices de área e de forma como principais descritores da estrutura da paisagem.

### **2.3.1. Índices de Área**

Os índices de área quantificam a composição das paisagens. Os índices de área são relativos aos fragmentos, onde são obtidos os seguintes: perímetro do fragmento, densidade por área, área da classe, a porcentagem da classe, o número de fragmentos por classe, o tamanho médio dos fragmentos, o desvio padrão do tamanho médio, e o coeficiente de variação do tamanho médio. (Turner/Gardner 1990).

A área de um fragmento, segundo Forman/Godron (1986), é uma das mais importantes informações de uma paisagem, não somente porque é a base para o cálculo de outros índices, como também porque é por si só, uma informação de grande valor.

### **2.3.2. Índices de Forma**

A forma é usualmente expressa em termos de um raio de borda ou área e pode influenciar vários processos ecológicos como mudanças na composição da vegetação e a suscetibilidade a distúrbios (Mcgarical, 1995). Logo, a forma de um fragmento é determinada pela variação nas suas margens e geralmente relaciona-se com a intensidade da atividade humana.

Para Forman (1997), a análise da forma dos fragmentos florestais, em relação a sua diversidade e sustentabilidade, é tão importante quanto seu tamanho. A forma do fragmento pode ser quantificada como:

a) índice de forma do fragmento,

$$IF = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi A}} \quad (1)$$

Onde:

*IF*: Índice de forma do fragmento;

*P*: Perímetro do fragmento;

*A*: Área do fragmento.

$\pi$  : Pi

Unidade: adimensional

Quanto mais a forma se aproximar de um círculo, mais  $IF \Rightarrow 1$ .

O índice de forma médio da classe de uso e cobertura da terra é obtido pela média aritmética dos diferentes fragmentos de cada classe.

b) Índice de forma médio na geometria fractal dos fragmentos.

Existem vários métodos para determinar a dimensão fractal envolvendo a relação área e perímetro. Neste artigo foi empregado o método gráfico proposto por Mandelbrot(1983), para determinar o índice de forma na dimensão fractal das classes de uso e cobertura da terra.

$$D=2\log P/ \log A \quad (2)$$

Onde:

*P*: Perímetro do fragmento;

*A*: Área do fragmento;

*D*: Dimensão fractal do fragmento.

Unidade: adimensional

O índice de forma na dimensão fractal total de uma classe de fragmento da paisagem *D* pode ser então estimada através do ajuste da reta de regressão do gráfico de  $\log(P)$  versus  $\log(A)$ , e avaliando *D*, como duas vezes a inclinação da linha de reta.

Em uma paisagem, composta de formas geométricas simples como retângulos e quadrados, a dimensão fractal será pequena e próxima de 1.0. Já em uma paisagem, com muitos fragmentos com formas convolutas e complexas, o perímetro começa a preencher o plano e  $P \equiv A$  com  $D \Rightarrow 2$ . Portanto, mudanças substanciais na forma dos fragmentos de uma paisagem devem aparecer refletidas em mudanças significativas na dimensão fractal.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. O Uso e Cobertura da Terra na Microbacia do Lajeado Tamboretã

Utilizando a interpretação visual das fotografias aéreas e da imagem de satélite, aliados a reambulação a campo, identificou-se 4 classes de uso e cobertura da terra: vegetação mata nativa; pastagem nativa; agricultura anual e vegetação exótica, elementos que compõem a paisagem da microbacia. Figura 2, a seguir.

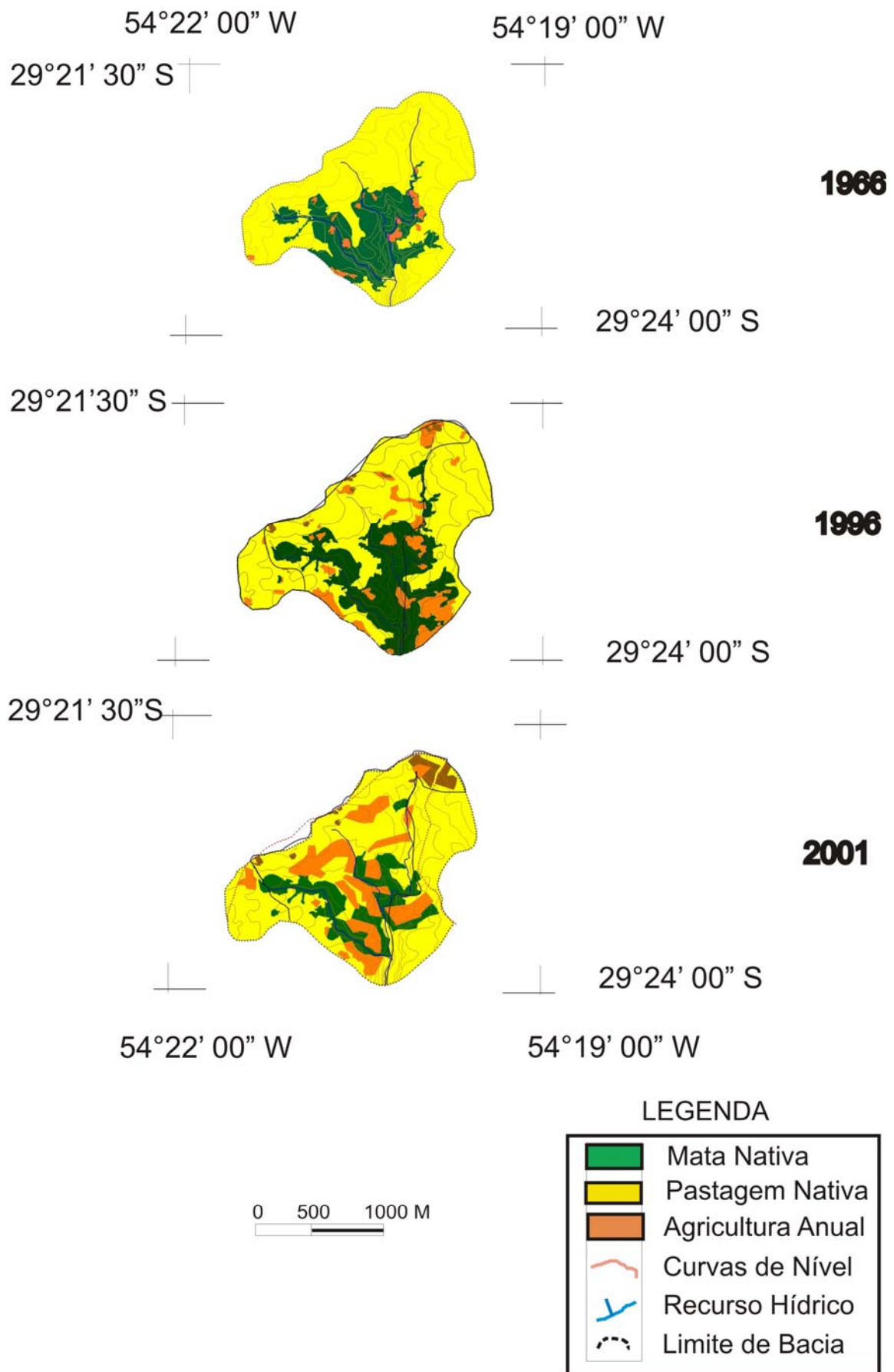


Figura 2 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra na microbacia do Lajeado Tamboretã, anos 1966, 1996, 2001.

### 3.2. Caracterização da Paisagem

As classes de uso e cobertura da terra da microbacia do Lajeado Tamboretã no ano de 1966, 1996 e 2001 foram reunidas na tab. 1.

Tabela 1-Classes de Uso e Cobertura da Terra, ano 1966,1996 e 2001.

Classes	1966		1996		2001	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Pastagem Nativa	687.90	66.04	632.22	60.69	671.91	64.51
Mata Nativa	334.53	32.12	300.68	28.87	163.49	15.69
Agricultura Anual	19.19	1.84	100.00	9.60	178.95	17.18
Vegetação Exótica	-----	-----	8.70	0.84	27.27	2.62
Total	1041.62	100.00	1041.62	100.00	1041.62	100.00

Analisando a tabela 1 e observando os mapas observa-se que a classe Pastagem Nativa é dominante na paisagem da microbacia do Lajeado Tamboretã e sofre pouca redução em área. Quando em 1966 representava 66,04% da área total, diminuiu para 60,69% em 1996, e apresentou ligeiro aumento em 2001 passando a representar 64,51%. Como essa classe foi a que apresentou a maior área, pode-se assumi-la como sendo a matriz da paisagem na microbacia.

A classe Mata Nativa que está distribuída por toda a microbacia, conforme se observa nos mapas, aparecendo principalmente como mata ciliar e capões. Ela era a segunda classe dominante na microbacia e foi a que mais diminuiu, observe na tabela 1. Ela praticamente diminuiu a metade do tamanho da área, passando de 32,12 % no ano de 1966 para 28,87 % em 1996, e continuando a reduzir, passou a representar só 15,69% de área da microbacia no ano de 2001.

A classe agricultura anual apresentou um aumento significativo de área no período analisado. Observe na tabela 1 que quando em 1966 ela ocupava porção insignificante (1,84 % da área total da microbacia), pois essa prática era pouco usual nos campos gaúchos, no ano de 1966 ela passa a ocupar 9,60% da área total, e em 2001 continuou a crescer passando a ocupar 17,18% da área da microbacia do Lajeado Tamboretã.

A classe vegetação exótica não foi observada no ano de 1966, só foi detectada em 1996 e ocupava uma área insignificante da microbacia, menos de 1%. Em 2001 essa classe aumentou, mas, ainda representava só 2,62% da área total em análise.

### 3.3. Índices de Forma Médio dos Fragmentos

O índice de forma médio(*IFM*) para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica da microbacia do Lajeado Tamboretã, podem ser observados na tab. 5.

Tabela 5. Índice de forma médio(*IFM*) para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, ano 1966, 1996 e 2001.

Classes / ano	1966	1996	2001
Mata nativa	1.64	1.99	2.47
Agricultura anual	1.63	1.55	1.42
Vegetação exótica	----	1.40	1.39

Nessas condições pode-se dizer que os fragmentos da classe mata nativa tiveram forma mais irregular, pois afasta-se da forma padrão de valor 1, enquanto a classe agricultura anual e

vegetação exótica se apresentaram com formas mais regulares, com índice de forma próximo ao padrão unitário.

Resultados semelhantes foram encontrados por Jorge e Garcia (1997), no estudo da fragmentação de formações florestais e vegetação de cerrado, que encontraram valores de 1.61 para a classe mata nativa e 1.53 para a classe agricultura anual para o índice de forma médio dessas classes.

Da mesma forma, Tonial (2002) encontrou valores de 1.8 a 2.4, para o índice de forma médio da classe mata de floresta estacional decídua no estudo de cinco microbacias hidrográficas no noroeste do estado do rio grande do sul. Essas variações nos resultados ocorreram pela metodologia de aquisição de dados e o tipo de vegetação que compõem esses fragmentos de classes de uso e cobertura da terra.

### 3.3.2.2 índice de Forma Obtido Através da Dimensão Fractal

Os índices de forma, obtidos através da dimensão fractal ( $D$ ) das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica da microbacia do Lajeado Tamboretã, ano 1966, 1996 e 2001. Encontram-se na tabela 6.

Tabela 6: Índices de forma na dimensão fractal das classes de uso e cobertura da terra, ano 1966, 1996 e 2001.

Classes	Dimensão fractal (D)		
	1966	1996	2001
Mata nativa	1.23	1.43	1.61
Agricultura anual	1.16	1.22	1.04
Vegetação exótica	----	1.32	1.02

Os índices de forma na dimensão fractal ( $D$ ) dos fragmentos foram obtidos a partir do gráfico da reta de regressão dos valores do logaritmo do perímetro ( $\log P$ ) pelo logaritmo da área ( $\log A$ ) de cada fragmento. Sendo o valor do índice de forma na dimensão fractal ( $D$ ) de cada classe obtido multiplicando-se por 2 o valor do coeficiente angular da reta de regressão.

Segundo Mandebrot (1983), o índice de forma obtido através dimensão fractal situa-se nos parâmetros de 1 a 2, sendo quanto mais tende a 2 mais complexo é o fragmento e com menor ação humana. A classe mata nativa apresentou uma maior complexidade da forma na dimensão fractal ( $D=1.23, 1.43$  e  $1.61$ ), apresentando uma tendência de aumento da complexidade dos fragmentos, pois quanto mais complexa a forma do fragmento mais natural e conseqüentemente menos alterado pela ação humana encontra-se a paisagem.

Da mesma forma as classes agricultura anual e vegetação exótica apresentaram valores que variaram de 1.32 a 1.02, apresentando no período estudado uma menor complexidade das formas, tendendo a formas mais simples com valores próximo à unidade, e com maior ação humana.

## 4. Conclusões

Os resultados possibilitam concluir que, com relação à área das classes no período analisado, a classe pastagem nativa matriz dessa paisagem, teve uma diminuição de área no intervalo de 1966 até 1996, e posteriormente um aumento em 2001.

A classe mata nativa um dos principais elementos formadores da paisagem natural desta microbacia, embora tenha os fragmentos com maior complexidade, em relação às classes vegetação exótica e agricultura anual, teve diminuição de área. Significando que ocorreu desmatamento durante o período estudado, em decorrência do aumento significativo da classe agricultura anual.

Em relação à classe agricultura anual esta apresentou baixos índices de forma e complexidade, significando a ação humana sobre essas áreas, em função do aumento da área de lavouras mecanizadas, ocupadas por monocultura.

Quanto à classe vegetação exótica, ocorreu um aumento de área da classe e diminuição do índice de forma. Significando que, esta classe de vegetação passou a ser implantada pela ação humana após 1966. Na classe vegetação exótica o aumento de área ocorreu em áreas de pastagem nativa.

## 5. Referências Bibliográficas

Bowen, G. W.; Burger, R.L. **A quantitative analysis of forest island pattern in selected ohio landscapes**. ORNL Environment Sciences Division, ORNL, TM-7759, 1981.

DSG ( Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro) **Carta topográfica. Vinte Tiros**: DSG 1979. Folha: SH. 21- X- D-III. 3 MI-2947/3.

Forman, R.T.; Godron, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley. 1986. 619 p.

Forman, R.T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. New York: Cambridge University. 1997, 632 p.

Jorge, L.A.B.; Garcia, G. J. A study of habitat fragmentation in Southeastern Brazil using remote sensing and geographic information systems (GIS). **Forest Ecology and Management**. n. 98, p. 35 - 47, 1997.

Loch, C. **A interpretação de imagens aéreas**. Florianópolis: Editora da UFSC. 2001. 118 p.

Mandelbrot, B. **The fractal geometry of nature**. New York: Freeman & Co. 1983. 468 p.

Mcgarical, K. Fragstats: **Spatial patters analysis program for quantifying structure**. Portland: Departament of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. 122 p.

Soares Filho, B.S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. 1998. Tese (Doutorado Departamento de Engenharia de Transportes)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998. 299 p.

Tonial, T. M. **Dinâmica da paisagem na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. 2003.119 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)-Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2003.

Turner, M.G ; Ruscher. C.L. Changes in the spatial patterns of lands use in Georgia. **Landscape Ecology**, v. 1, p. 241-251, 1988.

Turner, M.G ; Gardner, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag, 1990. 536 p.

Valente, R. O. A. **Análise da estruturada paisagem na microbacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 144 p. Dissertação (Mestrado em recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2001.

Vieira, E. F. **Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação**. Porto Alegre: Sagra, 1984. 304 p.