

# COMPOSIÇÃO E CONFIGURAÇÃO DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO ARROIO JACARÉ, VALE DO TAQUARI, RS, COM ÊNFASE NAS ÁREAS DE FLORESTAS<sup>1</sup>

Gisele Cemin<sup>2</sup>, Eduardo Perico<sup>3</sup> e Claudete Rempel<sup>3</sup>

**RESUMO** – A conversão de áreas com cobertura florestal contínua por fragmentos florestais vem contribuindo para a diminuição da diversidade biológica, em função da perda de micro-*habitats* únicos, mudanças nos padrões de dispersão e migração, isolamento de *habitats* e erosão do solo. A solução desses problemas está intimamente vinculada ao planejamento e manutenção de bacias hidrográficas. A sub-bacia do Arroio Jacaré, localizada no Vale do Taquari, RS, compreende uma área de 538,98 km<sup>2</sup>, onde estão parcial ou totalmente inseridos nove municípios. Essa bacia se encontra em uma região de ecótono entre as formações vegetais do tipo Floresta Estacional Decidual (FED) e Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária (FOM). Foram elaboradas e analisadas informações relacionadas às características estruturais das classes de mata na região (FED, FOM e vegetação secundária), utilizando-se imagem do satélite Landsat 7 ETM<sup>+</sup>, referente à passagem 04/02/2002 e *software* de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) Idrisi, 3.2, *software* de Ecologia de Paisagem Fragstats 3.3. Os resultados indicaram que a região apresenta aproximadamente 50% de suas matas nativas conservadas ou em estágio de regeneração, porém de forma altamente fragmentada, com 87,82% dos fragmentos menores que 1 ha. Considerando um efeito de borda de 50 m, em torno de 40% dos fragmentos ainda apresentam área nuclear.

Palavras-chave: Uso e cobertura do solo, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e índices de ecologia de paisagem.

## LANDSCAPE COMPOSITION AND CONFIGURATION OF JACARÉ STREAM SUB-BASIN, TAQUARI VALLEY, RS, WITH EMPHASIS ON THE FOREST AREAS

**ABSTRACT** – *The conversion of continuous forest coverage areas into forest fragments has contributed to the decrease of the biological diversity due to the micro-habitat loss, changes in dispersion and migration patterns, habitats' isolation and soil erosion. The solution for those problems is intimately linked to the planning and maintenance of hydrographic basins. Jacaré's stream sub-basin is located in Taquari Valley, RS, with an area of 538,98 km<sup>2</sup>, where nine municipal districts are partially or totally inserted. This basin is in an ecotone area among the plant formations Deciduous Seasonal Forest (DSF) and Mixed Ombrophila Forest – Araucaria Forest (MOF). Information related to the structural characteristics of the existent forest classes in the area (DSF, MOF and secondary growth vegetation) was elaborated and analyzed using images from the satellite Landsat 7 ETM<sup>+</sup>, passage 04/02/2002 and Geographical Information Systems (GIS) Idrisi 3.2 and Landscape Ecology Fragstats 3.3 software systems. The results indicate that the area presents approximately 52% of native forests that are preserved or in regeneration process, but in a highly fragmented way, with 87,82% of the fragments smaller than 1ha. Considering a border effect of 50m, around 40% of the fragments still present a nuclear area.*

Keywords: Soil use and coverage, Geographical Information Systems (GIS) and landscape ecology index.

---

<sup>1</sup> Recebido em 23.08.2007 e aceito para publicação em 29.05.2009.

<sup>2</sup> Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (UCS). E-mail: <gicemin@yahoo.com.br>.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento da UNIVATES. E-mail: <perico@univates.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

A conversão de áreas florestadas, resultado da ação humana, para cultivo de terras, construção de estradas e criação e expansão dos centros urbanos tem ocasionado acentuada modificação na paisagem natural, atingindo, muitas vezes, áreas de grande sensibilidade ambiental.

Devido às dificuldades de análise e planejamento da paisagem antes da ocupação, o manejo de áreas modificadas deve ser realizado de forma a manter as funções ecológicas básicas de um ecossistema (FORMAN e COLLINGE, 1997). Pequenos cuidados podem ajudar na proteção do solo, na redução do transporte de sedimentos e assoreamento dos recursos hídricos e na preservação de fragmentos com tamanho e forma adequados para manutenção de espécies silvestres, reduzindo a perda da biodiversidade.

Uma paisagem pode ser definida como uma porção do espaço resultante da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais, interagindo entre si, formam um conjunto único em constante evolução (BERTRAND, 1968). Para Zonneveld (1979), a paisagem é parte da superfície terrestre abrangendo um complexo de sistemas caracterizados pela atividade geológica, dos agentes físicos e dos organismos que compõem o ambiente.

A ecologia de paisagem é o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN e GODRON, 1986), sendo, na atualidade, uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. Ela possibilita que a paisagem seja avaliada sob diversos aspectos, permitindo o estudo de seus processos ecológicos em diferentes escalas temporais e espaciais (TURNER, 1987).

A escolha de uma bacia hidrográfica como área de estudo está baseada nos pressupostos das Ciências Ambientais, os quais colocam as bacias hidrográficas como as unidades da paisagem mais adequadas para estudos ambientais, basicamente devido ao seu conceito de integração de fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais. A solução de muitos problemas ambientais está intimamente vinculada com as preocupações que objetivam a manutenção das bacias hidrográficas (O'SULLIVAN, 1981).

A redução de áreas de florestas, quando orientada por um estudo de paisagem, pode diminuir significativamente os efeitos danosos sobre o ambiente. Segundo Ferraz e Vettorazzi (2003), o manejo de áreas florestais utilizando metodologias de ecologia da paisagem tem como proposta o gerenciamento integrado dos aspectos econômicos, sociais e ambientais da atividade produtiva, envolvendo tomada de decisões que podem ser auxiliadas por técnicas de geoprocessamento.

Um total de nove municípios (Anta Gorda, Capitão, Coqueiro Baixo, Doutor Ricardo, Encantado, Ilópolis, Nova Bréscia, Putinga e Relvado) apresenta ao menos parte de seu território inserido na sub-bacia hidrográfica do Arroio Jacaré. Em trabalho anterior foi verificado que esses municípios possuem 46,2 km<sup>2</sup> (8,57% do total da sub-bacia) inseridos em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de recursos hídricos, e, desse total, 61,22% encontram-se com a forma de uso do solo adequada ao Código Florestal Brasileiro (Lei n° 4.771/65) e 38,78% não adequada (PÉRICO et al., 2005).

A manutenção dessas áreas adequadas e a possível ampliação delas têm sido objeto de estudos e negociações com as prefeituras da região, visto que o uso do solo para as culturas de fumo e, principalmente, erva-mate tende a aumentar.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, com ênfase nas áreas de floresta, através da integração de dados de sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas (SIGs) e índices de ecologia de paisagem.

## 2. MATERIALE MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A sub-bacia do Arroio Jacaré está inserida entre as coordenadas 28°55'08", 29°16'14" de latitude sul e 51°52'22" e 52°11'46" de longitude oeste de Greenwich, compreendendo uma área de aproximadamente 540 km<sup>2</sup> (Figura 1). Essa bacia encontra-se em uma região de ecótono entre as formações vegetais do tipo Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária, apresentando seu relevo fortemente ondulado nas regiões norte e nordeste da bacia, nas nascentes do Arroio Jacaré e Arroio Putinga.



**Figura 1** – Localização da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS.

**Figure 1** – Location of Jacaré stream sub-basin, Taquari valley, RS.

## 2.2. Material

Foram utilizadas as cartas topográficas elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (BRASIL – Ministério do Exército – DSG, 1979), em escala 1:50.000, referente às folhas SH. 22-V-B-IV-4 (MI-2934/4) de Arvorezinha e SH. 22-V-D-II-1 (MI-2952/1) de Encantado, SH. 22-V-D-II-3 (MI-2952/3) de Lajeado, SH. 22-V-D-I-4 (MI-2951/4) de Marques de Souza e SH. 22-V-D-I-2 (MI-2951/2) de Nova Bréscia, imagem do satélite Landsat 7 ETM+, bandas 3 (vermelho), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio), da órbita-ponto 222-080, referente à passagem 04/02/2002, *software* de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) Idrisi 3.2 (EASTMAN, 1998), *software* de Ecologia de Paisagem Fragstats 3.3 (MCGARIGAL et al., 2002) e receptor de dados cartográficos GPS-Garmin 12 (*Global Positioning System*).

## 2.3. Métodos

O perímetro da bacia foi delimitado com base nos divisores de água e topos de morro contidos nas cartas topográficas do exército. Inicialmente, as cartas foram escaneadas e georreferenciadas para que fosse possível a visualização da rede de drenagem divergente e a digitalização em tela de um ponto nos locais de ocorrência de topos de morro.

Para elaboração do mapa temático de uso e ocupação da terra, foi realizado o registro da imagem de orbital, sendo selecionados 16 pontos de controle ao longo da imagem, o que gerou um erro médio quadrado (RMS) de 1,03 *pixels*. Esse processo consistiu na transformação geométrica que relaciona as coordenadas de imagem (linha e coluna) com coordenadas de um sistema de referência, sendo neste estudo utilizado o sistema de projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM), por ser o mais usual e fornecer valores de distância em unidades métricas, *Datum* Córrego Alegre, fuso 22 Sul.

A partir da interpretação visual de forma, textura e comportamento espectral das unidades que compõem a paisagem na imagem orbital e com base em saídas a campo, foi possível a distinção de oito classes de uso e cobertura do solo: Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Ombrófila Mista-Mata de Araucária (FOM), vegetação secundária, floresta exótica, lavoura, área urbana, pastagem e água. A classificação da imagem orbital procedeu-se através da combinação dos treinamentos não supervisionado e supervisionado, segundo Schowengerdt (1997). As bandas 3, 4 e 5 foram submetidas ao algoritmo de classificação não supervisionado *Isoclust*, gerando classes de uso e cobertura da terra. Para que fosse possível a aplicação do algoritmo de classificação supervisionado de máxima verossimilhança (*Maxver*), foi necessária a coleta de amostras de treinamento. Essas amostras foram baseadas nos *clusters* gerados pela classificação não supervisionada.

Após a verificação da acurácia da classificação, o mapa de uso e cobertura do solo foi submetido ao *software* Fragstats, gerando os relatórios referentes à composição e configuração da paisagem da área de estudo. Foram gerados índices para as classes de Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista – Mata da Araucária e vegetação secundária. A seleção das métricas foi baseada no significado ecológico, na simplicidade para a interpretação desse significado e na consagração de seu uso em bibliografia especializada.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

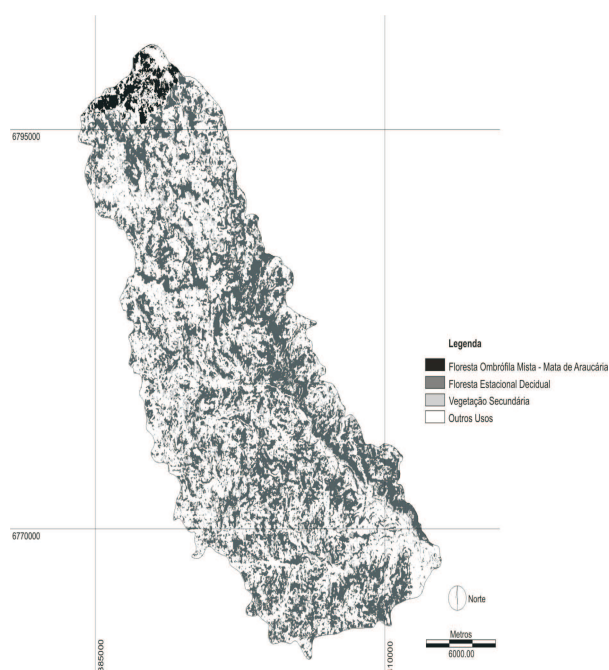
A Tabela 1 apresenta o uso e cobertura do solo na área da sub-bacia hidrográfica do Arroio Jacaré. As áreas mais representativas correspondem à Floresta Estacional Decidual (38,20%) e lavoura (35,64%). A

área de Floresta Ombrófila Mista está pouco representada por ser uma floresta de altitude, ocorrendo apenas na porção norte da sub-bacia, nos Municípios de Ilópolis e Putinga. Além disso, observa-se a presença de vegetação secundária, representando 11,96% da área da bacia. A Figura 2 apresenta uma imagem do uso do solo na região com as áreas de FED, FOM, vegetação secundária, floresta exótica, pastagem, lavoura, área urbana e água. Pode-se observar que a maior parte da vegetação encontra-se inserida em locais de encostas que, devido ao aclave acentuado, não podem ser utilizadas para lavoura. A área com FOM está bem conservada ao norte em razão, principalmente, da proteção estipulada pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL – Lei Federal nº 4.771/65) e pelo Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – Lei Estadual nº 9.519/92), com relação ao corte de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Kuntze e à proteção de remanescentes de Mata Atlântica.

A Tabela 2 expressa os valores relativos à área de cada fragmento de mata referente à Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária (FOM) e vegetação secundária (SEC).

A análise da Tabela 2 indica que 87,82% da vegetação está inserida em fragmentos menores que 1 ha, 9,86% em fragmentos de 1 a 5 ha e 2,32% em fragmentos maiores que 5 ha. Como a região é constituída por pequenas propriedades rurais com aproximadamente 4 ha, esse processo de fragmentação é muito comum, já que o produtor retira a vegetação nativa das áreas mais planas para o cultivo, deixando apenas as encostas íngremes e pequena faixa junto aos rios preservada, otimizando, assim, o uso de suas terras para as atividades agropecuárias. Normalmente,

as plantações ocorrem em áreas de floresta que são desmatadas, tornando essa forma de manejo da paisagem o grande responsável pelo número e tamanho dos fragmentos encontrados. Devido à falta de planejamento prévio, os fragmentos são originários das necessidades dos agricultores. Martins et al. (2002) diagnosticaram fragmentos florestais naturais, denominados regionalmente “ipucas”, no Tocantins, e verificaram que o processo de fragmentação se intensificou com a plantação de arroz irrigado.



**Figura 2** – Cobertura vegetal da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS.

*Figure 2* – Plant coverage of the Jacaré stream sub-basin, Taquari valley, RS.

**Tabela 1** – Uso e cobertura do solo da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS

*Table 1* – Soil use and coverage of the Jacaré stream sub-basin, Taquari valley, RS

Tipo de Cobertura	Área (km <sup>2</sup> )	%
Floresta Estacional Decidual (FED)	205,89	38,20
Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária (FOM)	9,40	1,75
Vegetação secundária	64,48	11,96
Floresta Exótica	12,39	2,30
Pastagem	48,44	8,99
Lavoura	192,14	35,64
Área Urbana	4,09	0,76
Água	2,15	0,40
<b>TOTAL</b>	<b>538,98</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Périco et al., 2005.

**Tabela 2** – Área dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Vegetação Secundária (SEC) na sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS**Table 2** – Fragment area of Deciduous Seasonal Forest (FED), Mixed Ombrophylous Forest (FOM) and Secondary Vegetation (SEC) in the Jacaré stream sub-basin, Taquari valley, RS

Parâmetro ÁREA	Métrica Tamanho Fragmento	Área (ha)	Tipo de cobertura vegetal					
			FED		FOM		SEC	
			Nº frag.	%	Nº frag.	%	Nº frag.	%
	< 1		3718	81,75	136	78,61	9481	87,82
	1 a 5		588	12,93	22	12,72	1064	9,86
	> 5		242	5,32	15	8,67	251	2,32
<b>TOTAL</b>			<b>4548</b>	<b>100</b>	<b>173</b>	<b>100</b>	<b>10796</b>	<b>100</b>

A Tabela 3 apresenta os índices de paisagem, gerados pelo programa Fragstats (MCGARIGAL et al., 2002) para as classes de uso e cobertura do solo referentes à Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária e mata secundária. A mata secundária (SEC) apresenta o maior número percentual de fragmentos em 100 ha da paisagem (PD), porém essa classe exibe sempre fragmentos muito pequenos (LPI), ao contrário dos fragmentos da classe Floresta Estacional Decidual (FED). Isso também pode ser observado pelo tamanho médio dos fragmentos (AREA-MN), onde as classes de florestas apresentam tamanhos entre 4,5 ha (FED) e 5,4 ha (FOM), enquanto a mata secundária 0,59 ha. Novamente, o tamanho da propriedade favorece essa forma de fragmentação, pois o pequeno produtor acaba tendo que escolher as melhores áreas para o plantio, as quais, na maioria das vezes, não são próximas umas das outras, o que acaba promovendo esse padrão de distribuição espacial. As áreas de vegetação secundária na sub-bacia são, na sua maioria,

áreas de lavoura abandonada que possibilitaram a regeneração da vegetação. Segundo MCGARIGAL e MARKS (1995), quanto menor o tamanho médio dos fragmentos, mais fragmentada a mata, e, conforme BENDER et al. (1998), em situações nas quais a fragmentação cria grande número de ilhas a partir de um sistema contínuo, as espécies que ocupam o interior do fragmento tendem a sofrer declínio em suas populações, pois estarão atuando em conjunto os efeitos do tamanho do fragmento e da perda de *habitat*. À medida que o fragmento diminui continuamente de tamanho, pode ocorrer situação em que todo o fragmento seja constituído por *habitats* com características de borda. SANTOS et al. (2007), analisando a relação entre a área dos fragmentos e o número de espécies arbóreas em remanescentes florestais no norte do Estado de Minas Gerais, evidenciaram que a área é um bom indicador da riqueza de espécies arbóreas nos fragmentos florestais. Diversos trabalhos demonstraram as relações entre área e diversidade específica (MALCOLM, 1994; DIDHAM, 1998; HENLE, 2004).

**Tabela 3** – Índices selecionados para as classes de florestas: Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Ombrófila Mista (FED) e Vegetação Secundária (SEC) na sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS. Dados de IJI referem-se às três classes analisadas juntas**Table 3** – Selected indexes for the forest classes: Deciduous Seasonal Forest (FED), Mixed Ombrophylous Forest (FOM) and Secondary Vegetation (SEC) in the Jacaré stream sub-basin, Taquari valley, RS. Data from IJI are related to the joint analysis of the three classes

Parâmetro	Descrição das métricas	Classes de Uso do Solo		
		FED	FOM	SEC
PD	Número de fragmentos da classe em 10ha da paisagem (%)	8,4691	0,3222	20,1038
LPI	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%)	9,2721	0,6425	0,0845
AREA-MN	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	4,5273	5,4367	0,5974
SHAPE-MN	Índice de forma médio ( $\geq 1$ , sem limite)	1,3630	1,4219	1,4339
TCA	Total de área de interior (ha)	7008,54	373,41	150,00
NDCA	Número de fragmentos com área nuclear	1984,00	71,00	610,00
ENN-MN	Distância média do fragmento mais próximo (m)	59,62	52,22	58,90
IJI	Grau de dispersão e justaposição ( $0 < IJI \leq 100$ ) (FED, FOM e secundária)			28,3194



O total de área interior (TCA) e o número de fragmentos com área nuclear (NDCA) são parâmetros importantes para a manutenção da fauna da região. Dos 4548 fragmentos de FED identificados, 1.984 (43,6%) apresentavam área nuclear. Com relação à FOM, dos 173 fragmentos, 71 possuíam área nuclear (41%); para SEC, esse percentual é de apenas 5,6%. Os resultados indicam que aproximadamente 40% das matas (FED e FOM) ainda apresentam condições de suporte para fauna de pequeno e médio portes. A área nuclear de um fragmento de mata é o melhor indicativo da sua qualidade do que sua área total, sendo afetada diretamente pela forma e borda dos fragmentos. Neste trabalho foi utilizado um limite de 50 m como zona de efeito de borda sobre todos os fragmentos de mata na paisagem. Quanto maior a distância entre as extremidades (bordas) e o centro do fragmento, maior a proteção das espécies do interior dessas áreas em relação às ameaças externas (PIRES, 1995). Diversas consequências biológicas têm sido relatadas como resultado da criação de bordas. São mudanças que afetam as condições microclimáticas da floresta até certa distância a partir da borda (KAPOS, 1989). Essas mudanças, no entanto, não são permanentes e evoluem com o tempo à medida que a borda se fecha devido ao crescimento da vegetação. A forma dos fragmentos (SHAPE-MN) ficou entre 1,36 e 1,44, indicando semelhança com um retângulo. É importante ressaltar que, para mapas no formato matricial, essa métrica indica que a forma do padrão do fragmento é um quadrado (SHAPE=1). Quanto mais distante o fragmento estiver dessa forma-padrão, mais irregular se torna e, portanto, mais suscetível ao efeito de borda, principalmente os que apresentam área menor. O efeito de borda é inversamente proporcional à área de interior, ou seja, à medida que ocorre o aumento do efeito de borda, acontece redução na área de interior, fazendo que ocorra maior interação com a matriz, o que, com o tempo, irá influenciar a qualidade da estrutura desses ecossistemas.

A distância média do fragmento mais próximo (ENN-MN) ficou entre 52 m e 60 m, o que pode ser considerado próximo em termos de paisagem; isso ocorre, provavelmente, devido ao grau de fragmentação. O índice de dispersão e justaposição (IJI) foi avaliado nas classes FED, FOM e SEC. O índice encontrado é considerado baixo (28,31), indicando que na paisagem os fragmentos das três classes encontram-se de forma mais isolada. Em trabalho (PÉRICO e CEMIN, 2006) realizado no município próximo de Arvorezinha, o valor

de IJI foi de 96,33, considerando-se FED, lavoura e capoeira, o que indica que os fragmentos de mata estavam mais distribuídos entre os fragmentos de lavoura e capoeira. Nesse município, predominava a cultura de erva-mate, e os produtores viam vantagens na plantação dessa erva dentro de áreas de mata nativa.

Os resultados indicam que boa parte da área de estudo ainda apresenta cobertura florestal nativa, embora bastante fragmentada. Uma política adequada de manejo, que aproveitasse as próprias restrições impostas pelo Código Florestal do Estado e fosse baseada na criação de sistemas agroflorestais, poderia contribuir para o uso sustentável da região.

#### 4. REFERÊNCIAS

- BENDER, D. J.; CONTRERAS, T. A.; FAHRIG, L. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of patch size effect. *Ecology*, v.79, n.2, p.517-533, 1998.
- BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. *Revue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest*, v.39, n.3, p.249-272, 1968
- BRASIL. Leis e Decretos, etc. **Lei Federal N° 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o Código florestal brasileiro. Brasília: 1965.
- BRASIL. Ministério do Exército - Departamento de Engenharia e Comunicações. Diretoria do Serviço Geográfico do Exército - DSG. **Folhas: SH. 22-V-B-IV-4 (MI-2934/4) de Arvorezinha e SH. 22-V-D-II-1 (MI-2952/1) de Encantado, SH. 22-V-D-II-3 (MI-2952/3) de Lajeado, SH. 22-V-D-I-4 (MI-2951/4) de Marques de Souza e SH. 22-V-D-I-2 (MI-2951/2) de Nova Bréscia:** cartas topográficas. Porto Alegre: 1979. Escala 1:50.000.
- DIDHAM, R. K. et al. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. *Ecological Monographs*, v.68, n.3, p.295-329, 1998.
- EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows:** introdução e exercícios tutoriais. Editores da versão em português: Henrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Centro de Recursos IDRISI, 1998. 224p.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual N° 9.519 , de 21 janeiro de 1992.** Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e dá Outras Providências. Porto Alegre: 1992.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.575-583, 2003.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology.** New York: John Willy & Sons, 1986. 619p.

FORMAN, R. T. T.; COLLINGE, S. K. Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. **Landscape and Urban Planning**, v.37, n.1, p.129-135, 1997.

HENLE, K. et al. Predictors of species sensitivity to fragmentation. **Biodiversity and Conservation**, v.13, n.1, p.207-251, 2004.

KAPOS, V. Effects os isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, n.1, p.173-185, 1989.

MALCOLM, J. R. Edge effects in Central Amazonian forest fragments. **Ecology**, v.75, n.8, p.2438-2445, 1994.

MARTINS, I. C. M. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais “ipucas” no município de lagoa da confusão, Tocantins. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.299-309, 2002.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS:** spatial patterns analysis program for quantifying landscape structure. Portland: USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

MCGARIGAL, K. et al. **Fragstats:** Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts. Amherst: 2002. Disponível em: <[www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)>. Acesso em: jul. de 2007.

O’SULLIVAN, P. E. The ecosystem - Watershed concept in the environmental sciences—review. **International Journal of Environmental Studies**, v.13, n.4, p.273-281, 1979

PÉRICO, E.; CEMIN, G. Caracterização da paisagem do município de Arvorezinha, RS, com ênfase na dinâmica dos fragmentos florestais, por meio de sistemas de informações geográficas (SIGs). **Scientia Forestalis**, v.70, n.1, p.9-21, 2006.

PÉRICO, E. et al. Avaliação do estado de conservação da cobertura vegetal, através da integração de dados de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, dos municípios inseridos na área de abrangência da sub-bacia do arroio Jacaré. In: STROHSCHOEN, A.; REMPEL, C. (Orgs.). **Reflorestamento e recuperação ambiental.** Íjuí: UNIVATES, 2005. p.36-45.

PIRES, J. S. R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural:** abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antonio – SP. 1995. 232f. Tese (Doutorado em Ciências)-Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SANTOS, R. M. et al. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.135-144, 2007.

SCHOWENGERDT, R. A. **Remote Sensing:** model and methods for image processing. London: Academic Press, 1997. 522p.

TURNER, M. G. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of 3 transition models. **Landscape Ecology**, v.1, n.1, p.27-39, 1987.

ZONNEVELD, I. S. **Land evaluation and landscape science.** Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1979.