

# DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA E FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM UMA ÁREA DE DRENAGEM NO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Dynamics of use and land cover and forest fragmentation in a drainage area in the north of Rio Grande do Sul

Vanderlei Secreti Decian<sup>1</sup>; Elisabete Maria Zanin<sup>2</sup>; Priscila Krause<sup>3</sup>; Franciele Rosset de Quadros<sup>4</sup>; Ivan Luís Rovani<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Ciências Biológicas e Mestrado em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – E-mail: vdecian@uri.com.br

<sup>2</sup> Professora do Departamento de Ciências Biológicas e Mestrado em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim.

<sup>3</sup> Bióloga, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim.

<sup>4</sup> Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental, URI – Câmpus de Erechim.

<sup>5</sup> Doutorando em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo.

Data do recebimento: 29/09/2015 - Data do aceite: 14/01/2016

**RESUMO:** A análise do uso e cobertura da terra é imprescindível para o planejamento ambiental, principalmente em bacias hidrográficas que apresentam como a principal função suprir a dessedentação humana por água. Este estudo teve como objetivo analisar o uso e cobertura da terra e os fragmentos de vegetação nativa na Área de Drenagem do Rio Cravo, a partir da dinâmica temporal, com intervalos de doze anos representando os cenários de 1988, 2000 e 2012. Por meio de técnicas de geoprocessamento, os usos e cobertura da terra foram quantificados e classificados em antrópicos e naturais. Os usos antropizados representam o maior percentual, sendo solo exposto o uso mais representativo com 5169,71 ha (59,75% em 1988), 4886,69 ha (56,48% em 2000) e 4560,37 ha (52,70% em 2012). A vegetação nativa apresentou um acréscimo de 4,01% no decorrer destes 24 anos. Os resultados evidenciaram uma melhora na condição dos fragmentos florestais da área, sendo que o aumento das áreas de vegetação nativa reflete de forma positiva na composição e configuração da paisagem. Portanto, é de suma importância a continuidade de ações pautadas na conserva-

ção ambiental desta área, para que este manancial continue cumprindo o papel enquanto área de coleta para a dessedentação humana da cidade de Erechim.

**Palavras-chave:** Planejamento ambiental. Sistema de informações geográficas. Bacias hidrográficas.

**ABSTRACT:** The analysis of land use and cover is essential for environmental planning, particularly in watersheds that have as their main function to supply the human watering. This study aimed to analyze the land use and cover and native vegetation fragments in the Rio Cravo Drainage Area, from the temporal dynamics, with twelve-year intervals representing the scenarios of 1988, 2000 and 2012. Land uses and cover were quantified and classified as man-made and natural through geoprocessing. The anthropized uses represent the highest percentage, being exposed soil the most representative use with 5169.71 ha (59.75% in 1988), 4886.69 ha (56.48% in 2000) and 4560.37 ha (52.70 % in 2012). The native vegetation grew by 4.01% during these 24 years. The results showed an improvement in the condition of the forest patches in the area, and the increase in areas of native vegetation reflects positively on the composition and landscape configuration. It is therefore of extreme importance the continuity of actions based on environmental conservation of this area, so that this source might continue fulfilling the role as a collection area for human watering in the city of Erechim.

**Keywords:** Environmental planning. Geographic information system. Watersheds.

## Introdução

Ao longo da história da humanidade, o homem ocupou e transformou o meio ambiente, fazendo uso dos recursos naturais como forma de suprir suas necessidades básicas de sobrevivência (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). O uso desordenado da terra e o desenvolvimento de agrícolas inadequadas afetam a qualidade do ambiente e consequentemente das terras exploradas, dificultando ações de gestão ambiental e conservação dos recursos naturais (BARTON et al., 2010). Estudos que abordam as mudanças no uso e cobertura da terra tornaram-se um aspecto fundamental para compreender os padrões de organização do espaço, apontando os efeitos impactantes que podem causar desequilíbrios ambientais (CHUEH, 2004).

Por sua vez, a fragmentação florestal de áreas naturais e a conversão destas em usos agropecuários contribui para o aumento da degradação ambiental, aumentando o isolamento dos mesmos e diminuindo a sua biodiversidade. Desta forma, são necessários estudos voltados à mitigação dos efeitos destas alterações provocadas pelo processo histórico de fragmentação (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009; MUCHAILH et al., 2010). Compreender os efeitos da fragmentação no tempo e na paisagem e suas consequências favorece a obtenção de informações válidas para nortear escolhas de alternativas para o manejo e conservação dos fragmentos. A ecologia da paisagem por meio de indicadores possibilita, principalmente, a análise da condição ambiental das áreas naturais, proporcionando diagnósticos

e avaliações ambientais dessas áreas (GAVIRIA e MONTEALEGRE, 2010; JESUS et al., 2015).

O estudo do uso e cobertura da terra, bem como a associação com aspectos hidrológicos das bacias hidrográficas visa estabelecer estratégias para o desenvolvimento socioambiental, subsidiando órgãos públicos na gestão adequada dos recursos hídricos (ENGEL et al., 2005; FARLEY et al., 2005). A cobertura da terra por vegetação florestal tem um papel fundamental, nos processos do ciclo hidrológico (infiltração superficial e profunda, transpiração, sistema radicular, interceptação) (ZHANG et al., 2001; SANTOS et al., 2010).

O uso da terra no entorno de cursos d'água (rios, córregos, lagos, oceanos) e a pressão exercida pelas atividades antrópicas, tem alterado o meio físico, comprometendo os serviços ambientais proporcionados por este recurso, como por exemplo, o abastecimento de água para as populações (VIEIRA et al., 2007). Em adição, um dos principais fatores para a formação de pequenos fragmentos florestais está relacionado com a forma de uso econômico do solo, devido principalmente as condições topográficas das bacias hidrográficas. As áreas de vegetação nativa presentes em bacias hidrográficas com topografias planas são menores, estando os remanescentes florestais normalmente associados às áreas com dificuldade de acesso a maquinários agrícolas (CEMIN et al., 2009; GOERL et al., 2011).

A área de drenagem do rio Cravo tem sua importância para a região Norte do Rio Grande do Sul, devido principalmente ao fato de ser um dos mananciais destinado ao abastecimento da população do município de Erechim e por minimizar os impactos causados pela deficiência hídrica em anos de estiagem na região. Desta forma, a análise da condição ambiental da área durante o período deste estudo, por meio da dinâmica do uso e

cobertura da terra e dos fragmentos florestais contribui no entendimento da relação entre os sistemas naturais e socioeconômicos, fornecendo subsídios para novas políticas públicas voltadas a gestão e conservação ambiental.

Este estudo teve como objetivo analisar as mudanças do uso e cobertura da terra e dos fragmentos florestais de vegetação nativa na Área de Drenagem do Rio Cravo, entre os anos de 1988, 2000 e 2012. Em adição, determinar tendências voltadas às ações humanas sobre esta bacia hidrográfica relacionadas à dinâmica dos fragmentos florestais, na perspectiva de orientar o futuro planejamento ambiental desta área.

## Material e Métodos

### Área de estudo

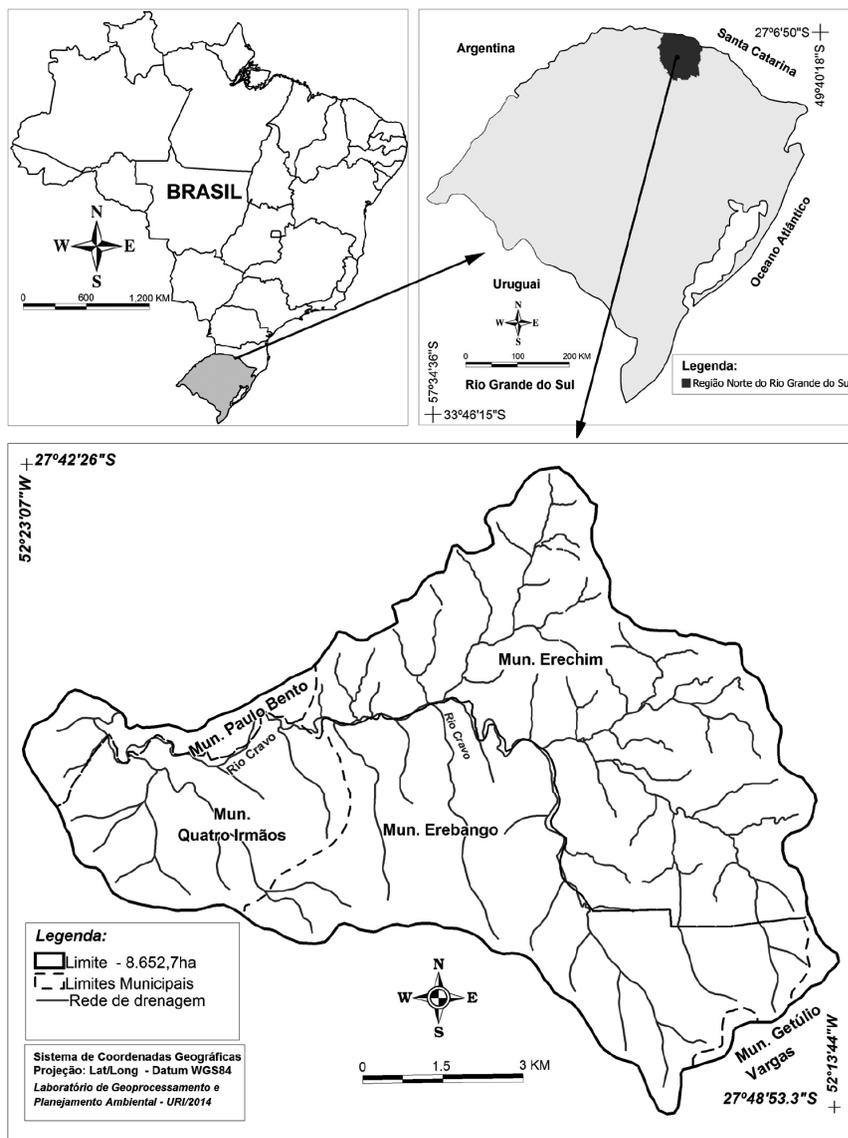
A área de drenagem do Rio Cravo, desde o seu ponto de transposição, possui um total de 8652,70 hectares, distribuídos parcialmente por 5 municípios (Erebango, Erechim, Getúlio Vargas, Paulo Bento e Quatro Irmãos). A área em estudo está localizada na porção Norte do Rio Grande do Sul, tendo como coordenadas limite de 52°13'44" a 52°23'07" de Longitude Oeste e 27°48'53.02" a 27°42'26" de Latitude Sul (**Figura 1**).

Esta área passa por um processo de transposição entre mananciais de abastecimento público da cidade de Erechim. Com base em um projeto de viabilidade técnica, a mesma foi selecionada e passa pelo processo de obras de engenharia para a conclusão do processo de transposição.

### Procedimentos metodológicos

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra dos fragmentos florestais foram utilizadas imagens Landsat 5, correspondente ao sensor TM, órbita 222 e ponto 79 referentes

Figura 1 - Localização da Área de Drenagem do Rio Cravo, RS.



ao mês e anos de 05/1988, 05/2000 e 05/2012, adquiridas via cadastro de acesso junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), imagens selecionadas sem cobertura de nuvens. As imagens foram georreferenciadas no *software* IDRISI 32, utilizando a projeção UTM, datum WGS 84, e fuso 22 Sul por meio de pontos coletados em campo com auxílio de GPS de navegação.

### Dinâmica do uso e cobertura da terra

A coleta dos padrões amostrais foi realizada por meio da interpretação de cor, tonalidade, textura, forma e padrão das imagens. Em cada imagem da série temporal foram coletadas amostras de uso da terra (aproximadamente 10% da área da imagem). Para cada padrão amostral foram avaliadas, além

da localização geográfica a situação e o uso do local e entorno imediato. Foram realizadas coletas de registros fotográficos de campo e de verdade terrestre para a elaboração de um banco de dados.

A categorização do uso da terra teve como base o método de classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança (MaxVer) técnica proposta por Lee e Grunes, 1992, utilizando o SIG IDRISI 32. A classificação foi realizada com a utilização das bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat 5, com pixel de 30 metros de resolução espacial. Para avaliar a acurácia das classificações foi utilizado o Coeficiente de Kappa (JENSEN, 2005). Os valores dos coeficientes Kappa obtidos para este estudo apresentaram exatidão de 0,89 (89%) para 1988; 0,93 (93%) para 2000 e 0,90 (90%) para 2012. Para a estruturação de banco de dados e a quantificação do uso e cobertura da terra, utilizou-se o *software* MapInfo 8.5 (área, perímetro, porcentagem de cobertura, contagem de fragmentos e espacialização).

Os usos e cobertura da terra foram classificados em três níveis hierárquicos e definidas 7 classes de uso (**Quadro I**), tendo como base as tipologias definidas pelo manual técnico de usos da terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

### Dinâmica dos fragmentos florestais

Utilizando o *software* Mapinfo 8.5 foram selecionados e quantificados para a análise espacial e temporal os fragmentos de vegetação nativa em classes de área e número de fragmentos na classe. Para tanto realizou-se a tabulação e distribuição destas áreas para os anos (1988, 2000 e 2012).

## Resultados e Discussão

### Análise da dinâmica do uso e cobertura da terra

A análise da dinâmica do uso e cobertura da terra evidenciou um aumento para áreas

**Quadro I** – Descrição das classes de uso e cobertura da terra na Área de Drenagem do Rio Cravo.

Tipos de Ambientes	Classes de Uso e Cobertura da Terra	Descrição
Áreas de Vegetação Natural	Vegetação Nativa	Vegetação herbácea, gramíneo-lenhosa, arbustiva e arbórea, nas formações de Floresta Atlântica Semi-Decidual e Floresta Atlântica com Araucária.
	Agricultura Implantada	Cultivo principalmente de <i>Glycine max</i> L. (soja); <i>Zea mays</i> (milho), <i>Triticum</i> spp L. (trigo), <i>Citrus sinensis</i> L. (citros) e <i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil. (erva-mate).
Áreas Antrópicas Agrícolas	Pastagem	Predomínio de vegetação herbácea (exótica), utilizada para pecuária.
	Silvicultura	Cultivo principalmente de <i>Eucalyptus</i> spp e <i>Pinus</i> spp.
	Solo Exposto	Sem cobertura do solo, pousio e com solo em preparo para cultivo agrícola.
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Área Urbanizada	Adensamento urbano e residencial.
Água	Lâmina d'água	Rios e açudes formados naturalmente ou artificialmente.

Fonte: Modificado de IBGE, 2013.

de vegetação natural e uma redução nas áreas antrópicas agrícolas. As áreas de vegetação natural apresentaram um aumento exponencial de 1.594,78 ha (18,43%) no ano de 1988, 1.923,47 ha (22,23%) em 2000 e 1.941,49 ha (22,44%) em 2012 (**Tabela I**).

No entanto, as áreas antrópicas agrícolas representadas pelos usos da terra (agricultura implantada, pastagem, silvicultura e solo exposto) apresentaram o maior percentual de uso na área de drenagem do Rio Cravo. Sendo solo exposto o uso da terra predominante 5.180,01 ha (59,87% em 1988), 4.886,69 ha (56,48% em 2000) e 4.560,37 ha (52,70% em 2012).

Ao analisar as mudanças de uso e cobertura da terra da área drenagem do Rio Cravo para o período de 1988 a 2012, mesmo verificando uma redução nas áreas agrícolas, pode-se observar que esta área apresenta predominância de atividades agropecuárias (**Figura 2**). Áreas planas e férteis são adequadas ao desenvolvimento da agricultura moderna, apresentando alta produtividade, enquanto que áreas com terreno declivoso e menor aptidão agrícola, tendem a uma redução do uso da terra, aumentando as áreas de vegetação e geralmente estão associadas à diminuição da população rural (AIDE e GRAU, 2004; IZQUIERDO e GRAU, 2009). Esta condição está associada principalmente às condições físicas da área, com predominância de áreas de relevo plano e com solos

classificados como latossolos, o que auxilia no processo de apropriação do homem para o desenvolvimento de atividades agropecuárias com uso de maquinário agrícola. Sendo que o desenvolvimento de políticas de incentivo a expansão e mecanização da agricultura contribuíram com ganhos para a economia gaúcha (BENETTI, 2010).

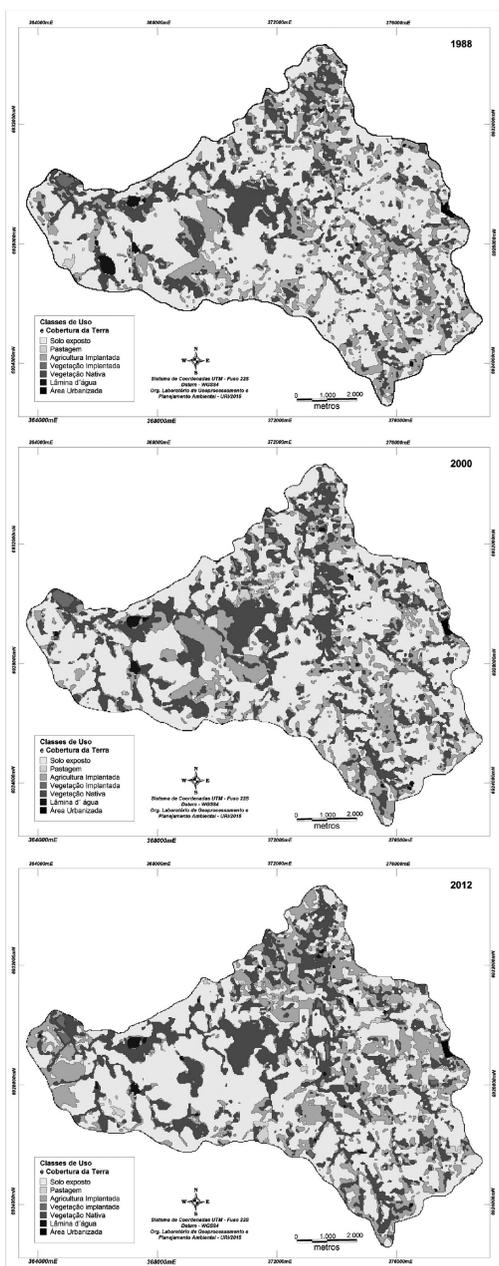
A predominância do uso solo exposto na área de drenagem tende comprometer a manutenção das condições ambientais (manutenção das áreas de vegetação nativa), influenciando de forma negativa na integridade da área. Desta forma, a maior exposição do solo favorece a incidência de processos erosivos, que carregam o material particulado para os cursos d'água, comprometendo sua qualidade, aumentando a turbidez e desencadeando processos de assoreamento (LOPES e LIBÂNO, 2005).

Os resultados deste estudo demonstraram durante o período de 1988 a 2012 que o uso da terra vegetação nativa apresentou um aumento sutil de 4,01% no decorrer dos 24 anos. Este percentual permite determinar uma melhora na condição ambiental das áreas de vegetação nativa na área de drenagem do Rio Cravo. Este estudo mostrou também que as áreas de vegetação nativa estão associadas às Áreas de Preservação Ambiental (APPs) margem de rios e topo de morro, devido ao cumprimento da legislação vigente e adoção de políticas públicas. A inserção destas

**Tabela I** - Classes de uso e cobertura da terra, áreas ocupadas e percentagens relativas para os períodos de 1988, 2000 e 2012 na área de drenagem do Rio Cravo.

Classes de Uso e Cobertura da Terra	1988		2000		2012	
	ha	%	ha	%	ha	%
Vegetação Nativa	1.594,78	18,43	1.923,47	22,23	1.941,49	22,44
Agricultura Implantada	1.701,00	19,66	1.676,39	19,37	1.878,24	21,71
Pastagem	72,61	0,84	58,46	0,68	160,80	1,86
Silvicultura	33,50	0,39	54,93	0,63	51,07	0,59
Solo Exposto	5.180,01	59,87	4.886,69	56,48	4.560,37	52,70
Área Urbanizada	10,02	0,12	11,29	0,13	12,00	0,14
Lâmina d'água	60,78	0,70	41,47	0,48	48,73	0,56
<b>Área Total</b>	<b>8.652,70</b>	<b>100</b>	<b>8.652,70</b>	<b>100</b>	<b>8.652,70</b>	<b>100</b>

**Figura 2** - Uso e cobertura da terra da área de drenagem do Rio Cravo, para os anos de 1988, 2000 e 2012.



áreas em relevo declivoso e dificuldade no desenvolvimento da agricultura mecanizada contribuíram para o aumento da vegetação nativa. Este cenário é comum para a região norte do estado do Rio Grande do Sul como

em estudos desenvolvidos por Decian et al., 2009; Benetti, 2010 e Rovani, 2015.

Estudo realizado por Machado et al., 2003, apontou que em áreas declivosas de uma bacia hidrográfica apresentam predomínio de vegetação florestal. Em bacias hidrográficas, este tipo de cobertura apresenta importância não somente como barreira a entrada de sedimentos, mas como áreas de baixo nível de produção deste material. Há necessidade de se tratar a paisagem em bacias hidrográficas de uma forma global, identificando as áreas suscetíveis ambientalmente, sendo necessárias práticas de controle dos processos erosivos, mudanças de uso e cobertura da terra e a proteção dos cursos d'água por meio da mata ciliar (LARSON; PIERCE, 1994; MACHADO et al. 2003).

O predomínio dos usos antrópicos agrícolas comprovam que a área deste estudo está inserida em uma matriz predominantemente agrícola. Esta condição, de predominância de paisagens agrícolas é um padrão verificado para outras áreas da região em que a área de drenagem está inserida de acordo com estudos desenvolvidos por (DECIAN et al., 2009; DECIAN, 2012; ROVANI, 2015). A pressão por sobre as áreas de cultivo tem resultado na redução do período de pousio das áreas e uma intensificação do cultivo agrícola (METZGER et al., 1998). Este cenário proporciona uma expansão das áreas agrícolas, consequentemente, um aumento na produtividade agrícola e perda de áreas de vegetação nativa. Por outro lado, estudos realizados por Rovani et al., 2011; Smaniotto, et al., 2012 em diferentes bacias hidrográficas na região norte do Rio Grande do Sul verificaram um elevado percentual de vegetação nativa 46,48% e 52,06% respectivamente. Este percentual de vegetação florestal em que os aspectos estruturais e funcionais permanecem conservados assegura a manutenção das funções ecossistêmicas destas áreas.

**Tabela II** – Distribuição, quantificação e área dos fragmentos de vegetação nativa na área de drenagem do Rio Cravo, para os anos de 1988, 2000 e 2012.

Classes (ha)	1988		2000		2012	
	nº	ha	nº	ha	nº	ha
0-0,5	203	43,34	178	40,51	167	31,13
0,5-1	74	51,65	70	50,48	63	44,94
1-2	69	103,13	51	75,49	73	47,37
2-3	32	81,29	26	65,79	20	52,42
3-4	16	58,34	18	64,25	14	52,52
4-5	10	48,59	9	40,51	7	29,95
5-10	29	200,40	36	251,11	19	135,18
10-20	17	230,02	10	148,71	21	316,00
20-30	4	111,62	8	197,11	2	55,73
30-50	4	163,73	6	259,73	3	115,50
50-100	3	255,84	4	281,93	4	252,62
>100	1	246,83	2	453,86	3	808,13
<b>Total</b>	<b>462</b>	<b>1.594,78</b>	<b>418</b>	<b>1.929,47</b>	<b>396</b>	<b>1.941,49</b>

### Análise da dinâmica dos fragmentos florestais

A análise espaço-temporal (1988 a 2012) mostrou um incremento em área de vegetação natural e uma redução no processo de fragmentação florestal da paisagem da área de drenagem do Rio Cravo. O ano de 1998 apresentou a maior quantidade, totalizando 462 fragmentos florestais, reduzindo para 418 fragmentos em 2000 e para 396 fragmentos florestais para o ano de 2012 (**Tabela II**). Este cenário mostra que a paisagem natural da área de drenagem do Rio Cravo apresenta-se menos fragmentada durante o período de análise deste estudo.

Fragmentos florestais representados pelas classes de menor área 0-0,5 ha e 0,5-1 ha apresentaram uma redução gradual na quantidade de fragmentos durante o período analisado. Por outro lado, fragmentos florestais de maior área, representados pelas classes 50-100 ha e >100 ha apresentaram um aumento no número de fragmentos.

Os resultados deste estudo evidenciam que os fragmentos de menor área representados pelo intervalo das classes de 0 a 10 hectares apresentam a maior quantidade de

fragmentos, totalizando 1184 representando 92,79% em relação ao total de fragmentos florestais. Esta tendência mostra que a área de drenagem do Rio Cravo apresenta um número maior de fragmentos menores, conseqüentemente uma maior fragmentação florestal. Os fragmentos de menor área são considerados como área de grande risco ao comprometimento da qualidade ambiental, uma vez que podem não fornecer condições necessárias à manutenção de vida e sobrevivência de determinadas espécies que possuam maiores exigências em termos de habitat (MALINOWSKI et al., 2008).

O predomínio de fragmentos pequenos na área de drenagem do Rio Cravo (menores que 50 ha) apresenta elevado efeito de borda, o que ocasiona uma condição adversa à manutenção destas áreas e ao desenvolvimento de suas funções. Sendo assim, o entendimento dos efeitos de borda é crucial para a compreensão de como os fragmentos florestais diferem das florestas contínuas, quanto aos processos de dinâmica e sucessão vegetal (CAMARGO e KAPOs, 1995). Entretanto, o desmatamento presente nesta área caracteriza-se por ser umas das principais causas da fragmentação. Esta condição origina bordas e expõe o interior desses fragmentos

as condições encontradas no seu entorno, o que acarreta alterações no microclima desses ambientes, tais como: quantidade de luz, temperatura, vento e umidade (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

A riqueza e a abundância de certas espécies florestais dependem das características estruturais dos fragmentos para existirem (METZGER, 2000). A fragmentação atua fundamentalmente reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações, levando a extinções de espécies (SCHIERHOLZ, 1991). Se estes fragmentos possuírem 1 ha sofrem o impacto total do efeito de borda, os de 10 ha são atingidos em quase 90% de sua área, os de 100 ha têm 35% da área afetada e mesmo nos de 1000 ha o impacto é de mais de 10% (HERRMANN et al., 2005). Adotando a classificação de fragmentos florestais da Mata Atlântica realizada por Ribeiro et al., 2009, a qual determinou que fragmentos menores que 50 ha são considerados pequenos, neste estudo identificou que apenas 0,86% em 1988, 1,44% em 2000 e 1,77% em 2014 são considerados fragmentos grandes.

Os fragmentos de maior tamanho (> 100 ha) apresentaram um aumento em número de ocorrência, sendo que para o ano de 1988 essas áreas eram representadas em apenas 1 fragmento, com um total de 246,81 hectares, no ano de 2000, essas áreas somaram 2 fragmentos, com um total de 452,42 hectares e para o ano de 2012 totalizou 3 fragmentos com 808,13 hectares.

Os resultados deste estudo mostraram um incremento em área de vegetação florestal nativa e formação de novos fragmentos florestais. Este cenário deve-se principalmente ao aumento da conectividade entre os fragmentos florestais, o que favorece a formação de trampolins e corredores ecológicos para esta área. Este processo constatado para a área em estudo é positivo, pois os serviços ambientais proporcionados pelos sistemas aquáticos ten-

dem a ficar comprometidos com a diminuição e fragmentação da vegetação e aumento dos usos agrícolas nas bacias hidrográficas (TUCCI e MENDES 2006). O comprometimento destas áreas abrange os principais serviços ambientais: a deterioração da qualidade da água aumenta substancialmente os custos do tratamento para abastecimento público. Áreas protegidas com mananciais de boa qualidade necessitam de pouco investimento em tratamento (TUNDISI e TUNDISI, 2010).

## Considerações Finais

A área de drenagem do Rio Cravo é composta, basicamente, por usos antrópicos, devido à declividade baixa do relevo e solos propícios ao desenvolvimento de práticas agrícolas. A análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e dos fragmentos de vegetação realizada neste estudo permitiu acompanhar a evolução dos padrões de organização do espaço geográfico, auxiliando na compreensão dos impactos ambientais gerados em consequência do uso inadequado da terra.

Mesmo com os valores baixos de incremento de vegetação nativa, esta condição indica um ganho ambiental e perspectivas de um cenário futuro ideal. Sendo assim, os processos de proteção da área de drenagem como um todo são assegurados e, não somente a área de drenagem, auxiliando nos processos de infiltração e escoamento da água, diminuindo o carreamento de sedimentos para os rios.

A área de drenagem do Rio Cravo apresenta uma acentuada fragmentação florestal. No entanto, fragmentos maiores (>100 ha) conectaram-se e formaram corredores ecológicos com áreas maiores. Áreas legalmente protegidas, como topos de morros, margem de rios e declividades acentuadas, anteriormente ocupadas por uso agrícola, apresen-

taram um sutil índice de abandono, devido principalmente à dificuldade no acesso dos maquinários agrícolas bem como, o cumprimento da legislação ambiental.

Estudos nesta área devem apresentar como objetivo principal subsídio aos órgãos públicos responsáveis pela gestão deste recurso hídrico, visando uma melhor conservação ambiental deste manancial de abasteci-

mento público e, conseqüentemente, reduzir os custos do tratamento da água, e a longo prazo melhorar a disponibilidade hídrica. Desta forma, geotecnologias utilizadas como técnicas de geoprocessamento e sensoria-mento remoto permitiram a coleta e análise das informações desta área e auxiliaram na espacialização da paisagem, como ferramenta à gestão territorial.

## REFERÊNCIAS

- AIDE, T. M.; GRAU, H. R. Globalization, migration, and Latin American ecosystems. **Science**, v. 305, p. 1915-1916, 2004.
- BARTON, C. M.; ULLAH, I. I.; BERGIN, S. Land use, water and Mediterranean landscapes: modelling long-term dynamics of complex socio-ecological systems. **Philosophical Transactions da Royal Society**, v. 368, p. 5275-5297, 2010.
- BENETTI, M. D. O agronegócio gaúcho entre os anos 1980 e 2008. In: CONCEIÇÃO, O. A. C.; GRANDO, M. Z.; TERUCHKIN, S. U.; FARIA, L. A. E. (Org.). **Três décadas de economia gaúcha: O movimento da produção**. Porto Alegre: FEE, 2010.
- CAMARGO, J. L. C.; KAPOV, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 205-221, 1995.
- CEMIN G.; PERICO, E.; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 705-711, 2009.
- CHUEH, A. M. **Análise do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pequeno – São José dos Pinhais/PR, por meio do diagnóstico físico-conservacionista – DFC**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2004.
- DECIAN, V. S.; ZANIN, E. M.; HENKE-OLIVEIRA, C.; ROSSET-QUADROS, F.; FERRARI, C. Uso e ocupação da terra na região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. **Perspectiva**, v. 33, n. 121, p. 165-176, 2009.
- DECIAN, V. S. **Análise e zoneamento ambiental da área de proteção ambiental dos rios Ligeirinho e Leãozinho (Erechim, RS)**. 2012. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2012.
- ENGEL, V.; JOBBAGY, E. G.; STIEGLITZ, M.; WILLIAMS, M.; JACKSON, R. B. The hydrological consequences of eucalyptus afforestation in the Argentine Pampas. **Water Resources Research**, v. 41, p. 1-14, 2005.
- FARLEY, K. A.; JOBBAGY, E. G.; JACKSON, R. B. Effects of afforestation on water yield: A global synthesis with implications for policy. **Global Change Biology**, v. 11, n. 10, p. 1565-1576, 2005.
- GAVIRIA, A. C.; MONTEALEGRE, R. O. Análisis del paisaje y su relación con La regeneración del roble (*Quercus humboldtii* BONPL.) em el municipio de Popayán, Departamento del Cauca. **Revista Colombia Forestal**, v. 13, n. 2, p. 189-200, 2010.

- GOERL, R. F.; SIEFERT, C. A. C.; SCULTZ, G. B.; SANTOS, C. S.; SANTOS, I. Elaboração e Aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagem para análise de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 1, p.1000-1012, 2011.
- HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. **Revista Floresta**, v. 35, n. 1, p. 13-22, 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.
- IZQUIERDO, A. E.; GRAU, H. R. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina. **Journal of Environmental Management**, v. 90, p. 858-865, 2009.
- JENSEN, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A remote sensing perspective**. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2005.
- JESUS, E. N.; ARAGÃO, R. A.; GUIMARÃES, A.; SANTOS, T. I.; ROCHA, S. L. Structure of forest fragments of the river basin Poxim-SE, as subsidy to ecological restoration. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015.
- LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.
- LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. **The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F. STEWART, B. A. (Org.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, 1994, p. 37-51.
- LEE, J. S.; GRUNES, M. R. **Classification of multi-look polarimetric SAR data based on complex Wishart distribution**. IEEE Telesystems Conference, 1992.
- LOPES, V. C.; LIBÂNO, M. Proposição de um Índice de estações de tratamento de água (IQETA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 5, 2005.
- MACHADO, R. E.; VETORAZZI, C. A.; XAVIER, A. C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 727-733, 2003.
- MALINOWSKI, R.; OLIVEIRA, C. H.; ZANIN, E. M.; ROVANI, I. L.; SLAVIEIRO, L. B.; GALIANO, D. Perda e fragmentação de habitat em paisagens rural e urbana da bacia hidrográfica do Rio Tigre (RS). **Revista Perspectiva**, v. 32, n. 117, 2008.
- METZGER, J. P.; GOLDENBERG, R.; BERNACCI, L. C. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua submontana do rio Jacaré-Pepira (SP). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, v.3, p. 321-330, 1998.
- METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 4, p. 1147-1161, 2000.
- MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando à formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, PR, 2001.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F.; HIROTA, M. M. The brazilian Atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Barking, v. 142, p. 1141-1153, 2009.
- ROVANI, I. L.; DECIAN, V. S.; ROMERO, G.; QUADROS R. F. Análise de fragilidade ambiental do uso da terra e solos na microbacia do Rio Dourado (RS). In: II Seminário sobre estudos limnológicos em clima Subtropical. **Anais...** Erechim, RS, 2011.

- ROVANI, I. L. **Análise do Uso da Terra e Fluxo de CO<sub>2</sub> na Região Norte do Rio Grande do Sul**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, Erechim, RS, 2015.
- SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 826-834, 2010.
- SCHIERHOLZ, T. Dinâmica biológica de fragmentos florestais. **Ciência Hoje**. v. 12, p. 22-29, 1991.
- SMANIOTTO, M.; SANTOS, J. E.; ZANIN, E. M. Análise quantitativa e qualitativa do componente vegetacional de bacias hidrográficas. Estudo de caso: Município de Getúlio Vargas, RS. In: SANTOS, J. E.; ZANIN, E. M.; MOSCHINI, L. E. (Org.). **Faces da polissemia da paisagem - Ecologia, Planejamento e Percepção**. Rima, São Carlos, 2012, p. 32-47.
- TUCCI C.; MENDES, A. C. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. MMA; PNUD, 311p, 2006.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**. v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.
- VIEIRA, D. M.; TEIXEIRA, P. W. G. N.; LOPES, W. G. R. Identificação dos usos e ocupações do solo nas áreas de preservação permanente do rio Poti e sua compatibilidade legal no perímetro urbano de Teresina, Piauí-Brasil. In: VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. **Anais...** Fortaleza, CE, 2007.
- ZHANG, L.; DAWES, W. R.; WALKER, G. R. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. **Water Resources Research**, v. 37, n. 3, p. 701-708, 2001.