

## Estudo da trajetória da fragmentação florestal na Região Norte do Rio Grande do Sul com uso de Imagens de Satélite

Jéssica Aparecida Prandel<sup>1</sup>  
Marciana Brandalise<sup>1</sup>  
Ivan Luís Rovani<sup>2</sup>  
Franciele Rosset de Quadros<sup>1</sup>  
Jéssica Cristina Backes<sup>1</sup>  
Vanderlei S. Decian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI  
Av. Sete de Setembro 1621, CEP: 99709-910 - Erechim - RS, Brasil  
jessicaprandel@yahoo.com.br; marcinha12355@hotmail.com; franr@uri.com.br;  
jessica96cristina@hotmail.com; decian@uri.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos - UFSCar  
Rodovia Washington Luiz Km 235, CEP: 13565-905 - São Carlos - SP, Brasil  
ivanrovani@yahoo.com.br

**Abstract.** Trajectory analysis of forest fragmentation in certain region is important to understand the space and the transformations that take place in the landscape. The purpose of this study was assessed the forest fragmentation trajectory in the North Rio Grande do Sul in course of twenty-five years (1986 to 2011), aiming to provide subsidies to environmental conservation and establishment of priority areas for the biodiversity maintenance. Images scene of Land 5 satellite Tm sensor were used for mapping of the use and cover land and the trajectory. Through the application of geoprocessing techniques were carried out the processing of digital images, standard sample collection, use and cover land classification and quantification of the vegetal native category. Over the period, it was possible to observe changes in the region landscape, these related with the decrease of the area occupied by agricultural uses, 21,46%, and the increase in area occupied by vegetal native uses and pasture 11,70% and 8,46%, respectively. This increase is connected to the abandon of agricultural areas, with low mechanization capacity for being in slope areas. Temporal analysis showed a increase in area to 76029,00 acres, and a increase in number of fragments to 2314. Forest fragments in the study region are represented, in majority (around 90%), for small fragments showing that the region still having a high fragmentation degree. Larger fragments increased, showing a tendency to an improvement in environmental condition. Two important processes that are taking place in the region landscape are highlighted: forest regeneration and connectivity.

**Palavras-chave:** Geoprocessing, fragments forest, environmental management, land-use and land-cover, geoprocessamento, fragmentos florestais, gestão ambiental, uso e cobertura da terra.

### 1. Introdução

Qualquer interferência feita pelo homem na natureza necessita de estudos que levem a um conhecimento do quadro ambiental (SILVA et al., 2014). Ao longo do tempo 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). Devido a fatores socioeconômicos e forças políticas ocorrem mudanças no uso da terra, que por sua vez, podem alterar as propriedades estruturais de uma paisagem (PARCERISAS et al., 2012).

A fragmentação florestal e a conversão destas áreas em usos agropecuários contribuem diretamente para o aumento da degradação ambiental (DECIAN, et al., 2016). A fragmentação de habitats naturais se constitui em uma ameaça relevante a ser considerada no processo de conservação da biodiversidade. Um fragmento florestal é qualquer área de vegetação natural contínua, interrompida por barreiras antrópicas ou naturais capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes. Podendo este fragmento

ser produto de uma ação natural ou antrópica (VIANA, 1990). Áreas homogêneas ocupadas por florestas são fragmentadas e geram a descontinuidade, interrompendo o fluxo gênico, corredores ecológicos, aumentando o efeito de bordas nos fragmentos remanescentes. Essa fragmentação que geralmente é decorrente do desmatamento compromete diretamente a conservação da fauna e da flora (GANEM et al., 2008). Este processo é um fenômeno grave, impulsionado pelo uso desordenado nos grandes centros urbanos e em áreas rurais com os usos agropecuários, resultando diretamente na perda dessa biodiversidade (PIROVANI, 2010). Os efeitos da fragmentação geralmente são negativos, ocasionando danos, muitas vezes, irreversíveis a todo ecossistema (LOVEJOY, 1980). Uma paisagem que sofreu alterações, por meio de ações antrópicas ou naturais, estará sujeita a inúmeras perturbações (METZGER, 2006).

O mapeamento de uso e cobertura da terra permite estabelecer uma descrição concreta do estado de conservação dos fragmentos de vegetação (FERREIRA, 2001). O uso de ferramentas tecnológicas auxilia no processo de estruturação dos dados da paisagem por meio do uso de Sistema de Informações Geográficas (SIGs), que contribuem de forma efetiva em tarefas e projetos de planejamento ambiental. Dessa forma, a avaliação da fragmentação e análise de sua dinâmica contribui para a elaboração de propostas que visam à conservação ambiental e suporte as ações de planejamento.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a trajetória da fragmentação florestal da região Norte do Rio Grande do Sul no decorrer de 25 anos (1986 a 2011), fornecendo subsídios para conservação ambiental e estabelecimento de áreas prioritárias para a manutenção da biodiversidade. A análise da fragmentação florestal para a região é de suma importância, já que a área de estudo é composta por remanescentes florestais pertencentes a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de estudo

A região de estudo está localizada no Norte do Rio Grande do Sul, composta por 31 municípios (figura 1), entre as coordenadas geográficas 27°12'59" a 28°00'47" S e 51°49'34" a 52°48'12" O. Possui uma área total de 591.628,00 ha, com altitudes que variam entre 400m a 800m e cotas de declividade entre 5% a 15% (SILVA, 2008). A base econômica da região está centrada na agricultura, com o cultivo de soja, milho e trigo, e na pecuária, com a criação de aves, suínos e bovinos (DECIAN et al., 2010). A vegetação desta região é caracterizada por uma área de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista sob o domínio da Mata Atlântica (IBGE 2012).

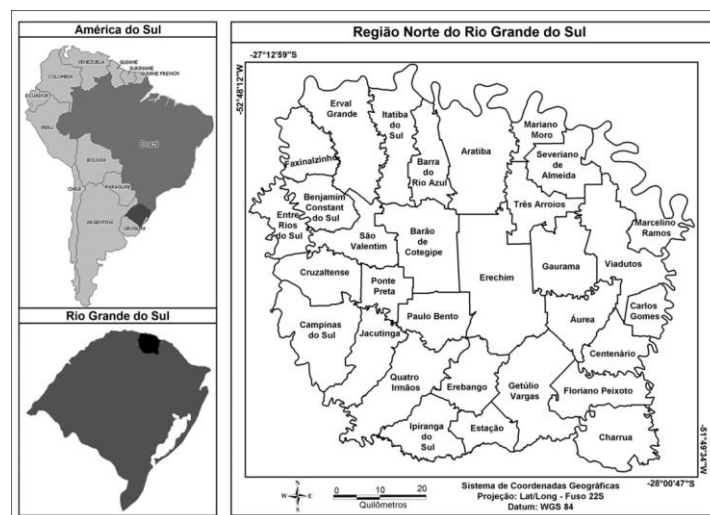


Figura 1 – Localização da região Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Fonte: ROVANI, 2015.

## **2.2 Coleta de dados orbitais, processamento digital e coleta de padrões amostrais**

Foram utilizadas quatro cenas de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7) para os anos de 1986, 1991, 2001, 2011, órbita/ponto 222/079, selecionadas sem cobertura de nuvens e adquiridas junto ao catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens foram obtidas no mês de outubro de cada ano, abrangendo um período de 25 anos de estudo. Para todas as cenas foram aplicados os mesmos procedimentos de tratamento digital, georreferenciamento, classificação e recorte da área.

As imagens de satélite foram georreferenciadas no software IDRISI versão Selva, utilizando a projeção UTM, datum WGS 84, e fuso 22 Sul por meio de 41 pontos de controle, coletados em campo com auxílio de um GPS (Global Positioning System) topográfico e suporte de uma base cartográfica – Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental-URI Erechim. Após o georreferenciamento das imagens, aplicou-se a atenuação dos efeitos atmosféricos, que consistiu na subtração do pixel escuro.

A categorização das classes de uso e cobertura da terra foi adaptada da classificação sistemática proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Para a coleta dos padrões amostrais da verdade terrestre foram determinadas sete classes de uso e cobertura da terra, sendo elas: vegetação nativa, silvicultura, agricultura, solo exposto, lâmina d'água, pastagem e área urbanizada. A interpretação dos padrões amostrais foi realizada por meio de elementos contidos na imagem, como o relevo, intervenção humana, textura, tonalidade, rugosidade, drenagem, entre outros.

## **2.3 Classificação supervisionada, acurácia e elaboração dos mapas temáticos**

A classificação das imagens de satélite “pixel a pixel”, seguiu o método de Máxima Verossimilhança (MaxVer), técnica proposta por Lee e Grunes (1992). Para avaliar a acurácia das classificações deste estudo foi utilizado o Coeficiente Kappa (COHEN, 1960), obtido por meio da aplicação do módulo Errmat do IDRISI. Por meio do processo de importação entre softwares (IDRISI e MAPINFO) foi elaborado um banco de dados e quantificados os parâmetros numéricos de área, perímetro e percentagem. Para análise da fragmentação foram extraídos da classificação de uso e cobertura da terra os dados da classe de vegetação nativa, quantificando os fragmentos florestais em classes de área, adaptado (ALBERGONI, 2011) e elaboração dos mapas temáticos.

## **2.4 Análise dos dados**

Para este estudo foi considerada como unidade amostral a região Norte do Rio Grande do Sul, onde foram utilizados os percentuais de área de cada uso e cobertura da terra, com ênfase para a classe de vegetação nativa. Para avaliar a diferença entre o percentual de área de vegetação nativa ao longo do período de estudo, utilizou-se uma análise de correlação de Pearson, as análises foram realizadas no ambiente estatístico R.

## **3. Resultados e Discussão**

A região Norte do Rio Grande do Sul, inserida em uma matriz predominantemente agrícola, apresenta um processo constante de modificação na paisagem. Em estudo realizado no ano de 2011, por Prandel et al., (2016) verificaram este mesmo padrão de alteração na composição e configuração da paisagem desta região.

A análise espacial do uso e cobertura da terra em 1986 a 2011 mostrou que as mudanças na paisagem da região estão relacionadas à diminuição em área ocupada pelos usos agrícolas, que contemplam as classes de agricultura e solo exposto e por aumento em área ocupada pelos usos vegetação nativa e pastagem (Tabela 1).

Tabela 1- Usos e cobertura da terra entre os anos de 1986 a 2011, região Norte do Rio Grande do Sul, RS.

Uso e Cobertura da Terra	1986 (%)	1991 (%)	2001 (%)	2011 (%)
Vegetação nativa	11,48	15,83	21,91	23,18
Silvicultura	2,51	2,70	2,05	2,04
Pastagem	6,37	8,08	11,40	14,83
Lâmina d'água	1,28	1,62	2,37	2,67
Agricultura	25,12	39,52	40,10	37,12
Solo exposto	52,65	31,49	21,32	19,01
Área urbanizada	0,60	0,75	0,84	1,15

Para a região, a área de vegetação nativa e pastagem apresentaram um aumento de 11,70% e 8,46% respectivamente. Agricultura e solo exposto apresentaram uma redução de 21,64%. Lâmina d'água e área urbanizada apresentaram aumento gradual no decorrer do período de estudo. A classe de silvicultura se manteve constante durante os anos. O aumento da vegetação nativa e pastagem estão relacionados ao abandono de áreas agrícolas, onde existe menor aptidão a mecanização da agricultura, por estas estarem situadas em áreas com certa inclinação das vertentes e elevadas declividades (ROVANI, 2015; ROVANI et al., 2016). Este êxodo rural pode ser visto com um dos principais fatores da redução do desmatamento florestal fazendo com que tenha aumento da vegetação (GRAU et al., 2003; PARSONS, 2014). Este processo de abandono das terras e a regeneração florestal, no geral ocorrem em decorrência dos altos custos para o cultivo agrícola (GELLRICH et al., 2007).

Ao analisar as mudanças de uso e cobertura da terra na região para o período de 1986 a 2011, houve uma redução nas atividades agrícolas, entretanto, ainda há predominância das atividades agropecuárias (agricultura, solo exposto e pastagem). A redução das atividades agrícolas demonstram uma melhor condição ambiental, principalmente em áreas declivosas associadas às Áreas de Preservação Permanente (APP's), conforme a legislação vigente do Código Florestal Federal Brasileiro. Esta condição é influenciada pelo relevo declivoso, que dificulta o desenvolvimento da agricultura mecanizada contribuindo para este aumento de vegetação nativa (ROVANI, 2015).

A partir do mapeamento do uso e cobertura da terra é possível estabelecer uma descrição da configuração destes fragmentos florestais na paisagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição, quantificação e área dos fragmentos de vegetação nativa entre 1986 a 2011 na região.

Classes (ha)	Trajetória da fragmentação florestal											
	1986			1991			2001			2011		
	Frag	Ha	%	Frag	Ha	%	Frag	Ha	%	Frag	Ha	%
0--1	12557	5064,61	8,29	16105	6135,71	6,55	15897	5965,87	4,60	14771	5562,49	4,06
1--5	6423	14782,36	24,19	7269	16798,09	17,93	6805	15514,50	11,97	6097	13979,38	10,19
5--10	1541	10746,83	17,58	1656	11555,82	12,34	1509	10552,67	8,14	1406	9910,39	7,23
10--25	967	14659,94	23,99	1250	19063,66	20,35	1163	18192,23	14,03	1082	16575,99	12,09
25--50	296	10105,97	16,53	397	13622,85	14,54	484	16787,02	12,95	410	14078,44	10,27
50--100	111	756,35	1,24	178	12528,65	13,37	267	18208,79	14,05	270	18892,84	13,78
100--500	28	4445,40	7,27	73	11781,70	12,58	191	34488,84	26,60	204	38994,92	28,43
> 500	1	557,55	0,91	3	2191,48	2,34	11	9930,60	7,66	25	19153,68	13,97
<b>TOTAL</b>	<b>21924</b>	<b>61119,01</b>	<b>100</b>	<b>26931</b>	<b>93677,96</b>	<b>100</b>	<b>26327</b>	<b>129641</b>	<b>100</b>	<b>24265</b>	<b>137148</b>	<b>100</b>

Frag: Fragmentos florestais; Ha: Hectares. %: Percentual em relação à área.

Os resultados revelam que 93,60% dos fragmentos florestais em 1986; 92,94% em 1991; 91,96% em 2001 e 91,79% em 2011 da região eram menores que 10 ha, demonstrando elevado percentual de pequenos fragmentos e pouca variação em relação ao tamanho dos

fragmentos para o período de estudo. Mesmo tendo ocorrido aumento de áreas com vegetação nativa, a situação da região é preocupante ao considerar esse elevado percentual de fragmentos menores que 10 ha. De acordo com a classificação realizada na Mata Atlântica por Ribeiro et al., (2009), em que fragmentos menores que 50 ha são considerados pequenos, podemos verificar que apenas 0,64% em 1986; 0,94% em 1991; 1,78% em 2001 e 2,06% em 2011 são considerados grandes fragmentos.

Pequenos fragmentos podem não suportar populações da flora e fauna, mas podem abrigar metapopulações e servir de “corredores” e “trampolins ecológicos” atuando como suporte para áreas fontes (MOSCHINI, 2005; GHERARDI, 2007). Levando em consideração o papel de suporte ambiental, fragmentos florestais com área superior a 0,72 ha podem assumir a função de conectividade entre os remanescentes (METZGER, 1997; MALINOWSKI et al., 2008).

A análise temporal entre os anos de 1986 a 2011 mostrou um incremento em área de vegetação nativa e aumento em número de fragmentos florestais. Analisando cada ano, percebe-se que entre 1986 a 1991 houve um aumento da área e aumento do número de fragmentos florestais ocorrendo o processo de regeneração florestal. Locais onde existe elevada proporção de pequenos fragmentos aliada a poucos fragmentos com grandes áreas, podem facilitar a regeneração florestal de uma área fragmentada, onde esses pequenos fragmentos funcionam como “Stepping stones” se tornando pequenos núcleos de regeneração (FORMAN E GODRON, 1986). A regeneração florestal, por ser um processo de sucessão ecológica, pode ser considerada como um mecanismo que aumenta a conectividade da paisagem, assim auxilia o fluxo dos organismos entre os fragmentos.

Entre os anos de 1991 a 2011, ocorreu uma diminuição no número de fragmentos e aumento em área de vegetação nativa. Esta mudança contribuiu para o processo de regeneração e conectividade florestal da região. A conectividade é caracterizada pela capacidade da paisagem em facilitar ou impedir o fluxo entre fragmentos de habitat, sendo dessa forma, uma propriedade vital para a sobrevivência das comunidades em um ambiente fragmentado (METZGER E DÉCAMPS, 1997). A conectividade possibilita que indivíduos usem diversos fragmentos, reduzindo a influência do tamanho do mesmo e melhorando a funcionalidade da área e beneficiando diversos grupos (MARTENSEN, 2008).

Fragmentos florestais representados pelas classes de 0---50 ha apresentaram uma redução gradual na área durante o período de estudo. Pequenos fragmentos são considerados áreas de grande risco ao comprometimento da qualidade ambiental, pois não fornecem condições necessárias para manutenção de vida e a sobrevivência de algumas espécies que exigem mais do habitat (MALINOWSKI et al., 2008). No entanto, fragmentos com maior área, representados pelas classes 50--->500 ha obtiveram um aumento em área e número de fragmentos. Nesse contexto, vale salientar que a fragmentação de habitats causa danos irreversíveis para as populações biológicas e é uma das principais razões para o declínio das populações, o que pode acarretar em extinção local (VERBOOM, et al., 1991). Assim, consideramos que a região está passando por um processo de regeneração e conectividade florestal, onde a qualidade ambiental tende a melhorar gradativamente ao longo do tempo.

Os dados relacionados ao número de fragmentos possuem uma correlação fraca ( $r=0,23$ ), já os dados de área dos fragmentos possuem uma correlação positiva ( $r=0,94$ ) (Figura 2), entre as áreas (ha) de vegetação, comprovando estatisticamente que houve um aumento significativo das áreas de vegetação nativa. Dancey e Reidy (2005) apontam para uma classificação, onde:  $r = 0,10$  até  $0,30$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,60$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte).

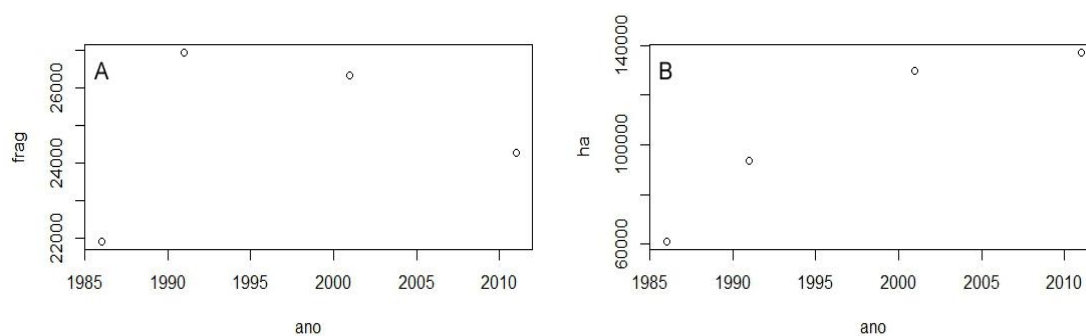


Figura 2 – Correlação de Pearson. **A:** Entre número de fragmentos e os anos. **B:** Entre área (ha) e anos para a região Norte do Rio Grande do Sul.

A partir da análise da distribuição espacial dos fragmentos florestais é possível concluir que os fragmentos com até 50 ha estão espacializados na paisagem como um todo, enquanto os fragmentos maiores estão localizados principalmente na porção norte da região (exceção da Reserva Indígena do Ligeiro localizada no município de Charrua e a sudeste da região) e estão associados às áreas protegidas por Lei (Áreas de Preservação Permanente - APP), como corpos d'água e relevo declivoso (Figura 3).

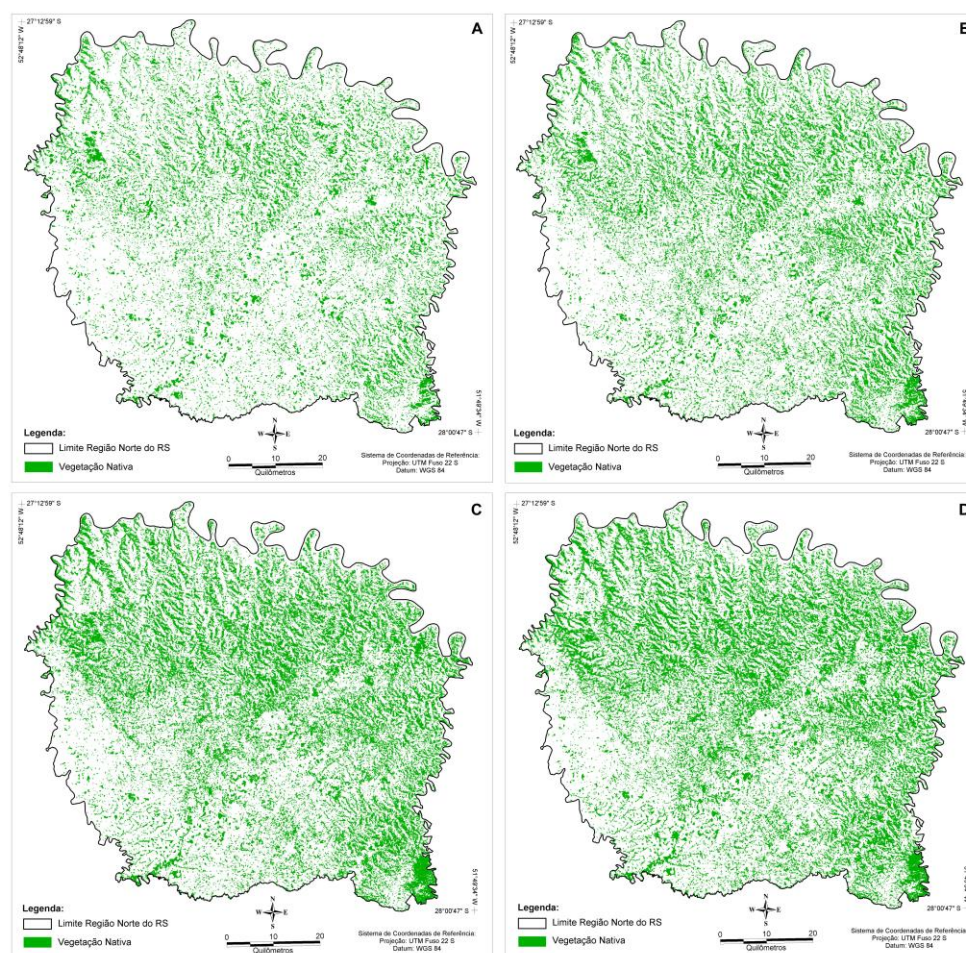


Figura 3– Trajetória da fragmentação florestal na Região Norte do Rio Grande do Sul. **A:** 1986; **B:** 1991; **C:** 2001; **D:** 2011.

O cenário florestal da região Norte do Rio Grande do Sul se deve principalmente pelo aumento da regeneração e posteriormente a conectividade florestal. Neste contexto a

vegetação reflete de forma significativa sobre a qualidade do ambiente. A vegetação pode ser considerada com um indicador das condições ambientais de uma região, pois protege o solo, reduz o transporte de sedimentos e o assoreamento dos recursos hídricos, além de servir de habitat para animais silvestres, contribuindo para a manutenção da diversidade biológica (PÉRICO E CEMIM, 2006).

#### 4. Conclusões

O cenário atual da região Norte do Rio Grande do Sul mostra um processo de mudança na sua composição e estruturação. Mesmo com o incremento de área ocupada pela vegetação nativa, a matriz ainda é predominantemente agropecuária e o desenvolvimento das atividades socioeconômicas exerce forte pressão na paisagem natural da região.

Os fragmentos florestais na área de estudo são representados, em sua maioria (cerca de 90%), por pequenos fragmentos, menores que 10 ha, indicando que a região ainda possui um alto grau de fragmentação florestal na paisagem. No entanto, ao analisar os 25 anos, observou-se que os pequenos fragmentos permaneceram na paisagem e fragmentos maiores aumentaram, mostrando que a região tende a uma melhora na condição ambiental e de conservação da biodiversidade local. Desta forma, podem-se destacar dois processos importantes que estão ocorrendo na paisagem da região, regeneração e conectividade florestal.

Os resultados obtidos neste estudo permitem elencar os fragmentos florestais prioritários à conservação da biodiversidade regional e auxiliar na manutenção do Bioma Mata Atlântica. Desta forma é necessário que órgãos ambientais considerem as áreas de conflitos de uso da terra, para a elaboração de projetos e planos de manejo e recuperação ambiental.

#### Agradecimentos

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado; ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

#### Referências Bibliográficas

- ALBERGONI, L. **Caracterização do uso e cobertura da terra como subsídio para análise de paisagem e de vulnerabilidade de um fragmento de floresta ombrófila mista.** Dissertação (Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2011.
- COHEN, J. A Coeficient of Agreement for Nominal Scales. **Journal of Educational and Measurement.** v.20, n.1, p.37-46, 1960.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows.** Porto Alegre, 2006, Artmed.
- DECIAN, V.; ZANIN, E.M; OLIVEIRA, C.H.; ROSSET, F. Diagnóstico Ambiental do Corede Norte, RS: mapeamento do uso da terra na região Alto Uruguai e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. Santa Maria – RS, **Revista Ciência e Natura**, v.32, n.1, p. 119 – 134. 2010.
- DECIAN, V.S; ZANIN, E.M; KRAUSE,P; QUADROS,F.R; ROVANI, I.L. Dinâmica do uso e cobertura da terra e fragmentação florestal em uma área de drenagem no Norte do Rio Grande do Sul. **Perspectiva**, Erechim. v. 40, n.149, p. 21-32, março/2016.
- FERREIRA, D. A. O. Geografia agrária no Brasil: conceituação e periodização. **Terra Livre**, São Paulo, n. 16, p. 39-70, 2001.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology.** New York, John Wilwy e Sons. 1986,619 p.
- GANEM, R.S; DRUMMOND, J.A; FRANCO, J.L.A. Políticas públicas de controle do desmatamento e da fragmentação de habitats. IV Encontro Nacional da Anppas. **Anais...** Brasília – DF – Brasil, 2008.
- GELLRICH, M.; BAUR, P.; KOCH, B.; ZIMMERMANN, N.E. Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains: A spatially explicit economic analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.118, p.93-108, 2007.
- GHERARDI, D. F. M. Modelos de metapopulação. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 56-63, 2007.
- GRAU, H. R.; KUEMMERLE, T.; MACCHI, L. Beyond ‘land spaing versus land sharing’: environmental heterogeneity, globalization and the balance between agricultural production and nature conservation. **Environmental Sustainability**, v.5. p.477-483, 2013.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Segunda edição. Rio de Janeiro, 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Terceira edição. Rio de Janeiro, 2013.
- LEE, J. S.; GRUNES, M. R. **Classification of multi-look polarimetric SAR data based on complex Wishart distribution**. IEEE Telesystems Conference, p. 21-24.
- LOVEJOY, T.E., **The Global 2000 Report to the President The Technical Report**. In: BARNEY, G.O. (Ed.), vol. 2. Penguin, pp. 327-332. 1980.
- 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.
- MARTENSEN, A.C.; PIMENTEL, T.G.; METZGER, J.P. Relative effects of fragment size and connectivity on Bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**, 141: 2192, 2008.
- METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Oecologica**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1997.
- METZGER, J. P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of south-east Brazil. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 37, p. 29-35, 1997.
- METZGER, M. J.; ROUNSEVELL, M. D. A.; ACOSTA-MICHLIK, L.; LEEMANS, R.; SCHROTER, D. The vulnerability of ecosystem services to land use change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.114, p.69-85, 2006.
- MOSCHINI, L. E. **Diagnóstico e riscos ambientais relacionados à fragmentação de áreas naturais e semi-naturais da paisagem: estudo de caso, município de Araraquara, SP**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- PARCERISAS, L.; MARULLB, J.; PINO, J.; TELLO, E.; COLL, F.; BASNOU, C. Land use changes, landscape ecology and their socioeconomic driving forces in the Spanish Mediterranean coast (El Maresme County, 1850-2005). **Environmental Science & Policy**, v.23, p.120-132, 2012.
- PARSONS, A. J. Abandonment of Agricultural Land, Agricultural Policy and Land Degradation in Mediterranean Europe. In: MUELLER, E. N., WAINWRIGHT, J., PARSONS, A. J., TURNBULL, L. (eds) **Patterns of Land Degradation in Drylands**. Springer, Netherlands, pp.357-366, 2014.
- 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**, n. 70, p. 09-21, 2006.
- PIROVANI, D. B. **Fragmentação florestal e dinâmica da ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, 2010.
- PRANDEL, J.A.; BRANDALISE, M.; ROVANI, I.L.; BERGAMIM, E.S.; DECIAN, V.S.; Conflitos ambientais associados à mudança no uso e cobertura da terra a partir do Código Florestal Federal, lei: 12.651/2012. In: II Congresso Internacional de Gestão, Tecnologia e Inovação. **Anais...** Erechim, Rio Grande do Sul - RS, 2016.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; 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. **Análise do Uso da Terra e Fluxo de CO<sub>2</sub> na Região Norte do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Das Missões, URI, Erechim, 2015.
- ROVANI, I. L.; SANTOS, J. E.; ZANIN, M. E.; HEPP, L. U.; DECIAN, V. S. Land Use Changes in a Southern Brazil Landscape. In: II Simpósio Internacional de Ecologia: Ecologia no Antropoceno. **Anais...** Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil, 2016.
- SILVA, C. A. Caracterização dos solos da microrregião geográfica de Erechim. **Perspectiva**, v.32, p.127-140, 2008.
- SILVA, J.S.V.; NEVES, R.J.; CARLINI, F.J. Cobertura vegetal e uso da terra *versus* declividade da Unidade de Planejamento e Gestão do Rio Correntes. Corumbá, MS. **Revista GeoPantanal**, UFMS/AGB, N.16, p. 77 – 89. 2014.
- VERBOOM, J.; LANKESTER, K.; METZ, J. A. J. Linking local and regional dynamics in stochastic metapopulation models. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 42, n.1-2, p. 39-55, Jan.-Feb.1991.
- VIANA, V. M. Biologia de manejo de fragmentos de florestas naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, p.155. 1990.