

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NA
MICRORREGIÃO GEOGRÁFICA DE ERECHIM, RS.**

ROBERTA MALINOWSKI MAIA

**SÃO CARLOS – SP
2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NA
MICRORREGIÃO GEOGRÁFICA DE ERECHIM, RS.**

ROBERTA MALINOWSKI MAIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais, Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

**SÃO CARLOS – SP
2008**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M217ia

Maia, Roberta Malinowski.

Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na Microrregião Geográfica de Erechim, RS. / Roberta Malinowski Maia. -- São Carlos : UFSCar, 2008. 57 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Ecologia. 2. Ecologia da paisagem. 3. Sistemas de informações geográficas. 4. Mata Atlântica. 5. Conservação da biodiversidade. I. Título.

CDD: 574.5 (20^a)

Roberta Malinowski Maia

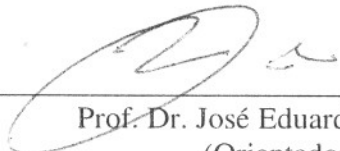
**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE NA MICRORREGIÃO GEOGRÁFICA DE ERECHIM, RS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2008


BANCA EXAMINADORA

Presidente



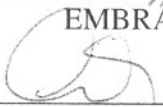
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos
(Orientador)

1º Examinador



Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza
EMBRAPA/Irati-PR

2º Examinador



Prof. Dr. Carlos Henke de Oliveira
URI/Erechim-RS

As idéias aqui demonstradas contemplam sonhos e planos nascidos na etapa de graduação, as quais integram um processo contínuo de buscas e descobertas em prol do desenvolvimento científico não apenas focado em metodologias já determinadas, mas com alvo na utilização de bases teóricas em métodos mais dinâmicos e efetivos de análise, considerando o objetivo e as características locais e regionais. O presente estudo constitui, portanto, em um sonho realizado, porém em contínua ampliação.

Orientador
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos

Co-orientador
Prof. Dr. Carlos Henke de Oliveira

*Àquele que era, Àquele que é e que há de vir, meu
Amado Senhor;
Àquele, presente e futuro, que minha parte constitui,
meu Amado Esposo;
Àqueles que pelo amor, a vida me proporcionaram,
meus Amados Pais;
Àqueles que sempre me apoiaram e me auxiliaram,
meus Amados Irmãos,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço ao meu Deus, meu *Abba*, por estar sempre presente, em meio às dificuldades e alegrias, por me fortalecer em um dos momentos mais difíceis da minha vida, o qual precedeu esta grande conquista, além de possibilitar vivências e aprendizagem em meio a pessoas maravilhosas que auxiliaram no alcance de uma maior maturidade de vida.

Ao meu estimado orientador Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, pela sua amizade, por ter acreditado neste trabalho e ter oportunizado a sua orientação, sempre com seriedade, paciência e incentivo, contribuindo com esta realização.

Ao Prof. Dr. Carlos Henke de Oliveira, pela co-orientação deste trabalho, pelo incentivo às idéias ousadas e ao mesmo tempo complicadas, pela amizade e carinho, e principalmente por confiar em meu trabalho e capacidade, estando presente desde a definição do sonho até a sua realização.

À Profa. Dr. Elisabete Maria Zanin e ao Prof. Me. Vanderlei Secreti Decian, por sempre estarem presentes nas diferentes etapas da minha vida acadêmica, incentivando e auxiliando.

Aos amigos, funcionários e bolsistas do LAGEPLAM, da URI - Campus de Erechim, pelos preciosos momentos de aprendizagem e crescimento.

Aos amigos do LAPA, Luiz Eduardo Moschini e Roseli Machado dos Santos, pelo carinho, pelas mãos estendidas sempre que preciso, por me acolherem não apenas durante meio ano, mas continuamente em suas vidas.

Aos meus queridos colegas de mestrado, Inessa, Claret, Vini e Helen, pelo carinho, amizade, e por muitos momentos de descontração e, ao mesmo tempo, de crescimento.

Ao meu amado esposo Edinilson Fagner Moraes Maia, pelo amor incondicional, pelo companheirismo, amizade, paciência, auxílio, por sempre acreditar em mim, e acima de tudo, por me fazer feliz.

Aos meus pais, por sempre me auxiliarem, incentivando a realização dos meus sonhos. Luís Carlos Malinowski (*In Memoriam*), pelo caráter e amor em minha educação, e Elisabete Maria Malinowski, por muitas vezes negar a sua vida para cuidar da minha, amarei vocês para sempre.

Aos meus amados irmãos Daniela Szczepanik, Luciano Malinowski, Guilherme Malinowski, por estarem sempre presentes em minha vida, pelo amor que fortalece e pelo auxílio durante as etapas desta conquista.

Aos meus amigos, mais chegados que irmãos, Eliziane Carla Scariot, André Trevisan, Viviane Simone de Moraes Maia e Franciele Débora Maia, pelo grande amor e carinho, pelo incentivo e por compreenderem os momentos de ausência.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À Coordenação do Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental (LAGEPLAM) da URI – Campus de Erechim, pela disponibilidade logística para o desenvolvimento deste trabalho, sem o qual não poderia ter sido realizado.

Por todas as pessoas que fazem parte da minha vida e acompanharam minha história, sou eternamente grata.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3.1 <i>Área de Estudo</i>	<i>9</i>
3.2 <i>Procedimentos</i>	<i>11</i>
3.2.1 Obtenção de Informações Primárias.....	12
3.2.2 Classificação do Uso da Terra.....	12
3.2.3 Análise da Dinâmica de Perda, Fragmentação e Regeneração de <i>Habitats</i>	15
3.2.3.1 Idade Mínima Provável	15
3.2.3.2 Gradiente Borda-Interior	16
3.2.4 Análise do Indicador de Integridade Ecológica.....	17
3.2.5 Avaliação da Suscetibilidade dos Fragmentos aos Riscos Ambientais.....	19
3.2.6 Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 <i>Dinâmica do Uso da Terra.....</i>	<i>25</i>
4.2 <i>Dinâmica de Perda, Fragmentação e Regeneração de Habitats.....</i>	<i>30</i>
4.3 <i>Integridade Ecológica dos Remanescentes de Vegetação Natural e Semi-natural..</i>	<i>36</i>
4.4 <i>Suscetibilidade dos Fragmentos aos Riscos Ambientais.....</i>	<i>38</i>

4.5	<i>Áreas Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade</i>	40
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6.	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICES	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) no Rio Grande do Sul.	4
Figura 2. Localização da Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	10
Figura 3. Descrição sumária das etapas metodológicas do trabalho.	11
Figura 4. Descrição das classes de uso da terra utilizadas para a classificação supervisionada.	14
Figura 5. Diagrama da Idade Mínima Provável (IMP) das áreas dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural.	15
Figura 6. Diagrama do Gradiente Borda-Interior (GBI) das áreas dos fragmentos de vegetação natural e semi natural.....	16
Figura 7. Relação entre Idade Mínima Provável (IMP) e Gradiente Borda-Interior das áreas dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural.	17
Figura 8. Mapa de Distância à Cobertura Florestal na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	20
Figura 9. Mapa de Distância à Rede Hidrográfica na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	21
Figura 10. Mapa de Proximidade aos Centros Urbanos na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.....	22
Figura 11. Mapa de Proximidade à Malha Viária na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	22
Figura 12. Mapa de Riscos Ambientais na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.....	23
Figura 13. Representação Gráfica da Dinâmica do Uso da Terra da Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	25
Figura 14. Carta de Usos da Terra na Microrregião Geográfica de Erechim em 1984.....	26
Figura 15. Carta de Usos da Terra na Microrregião Geográfica de Erechim em 1992.....	27

Figura 16. Carta de Usos da Terra na Microrregião Geográfica de Erechim em 2002.....	28
Figura 17. Características topográficas distintas: A) Região norte da área de estudo, evidenciando áreas montanhosas com vegetação florestal. B) Região sul da área de estudo, demonstrando áreas com relevo suavemente ondulado, com predomínio de monocultura de soja.....	29
Figura 18. Idade Mínima Provável (IMP) em anos dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	32
Figura 19. Distribuição da frequência e área cumulativa dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de tamanho na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.....	33
Figura 20. Gradiente Borda-Interior (GBI) dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural, na Microrregião Geográfica de Erechim.	34
Figura 21. Representação gráfica da Idade Mínima Provável (IMP) em cada componente do Gradiente Borda-Interior (GBI).....	35
Figura 22. Amostras evidenciando a dinâmica de perda, fragmentação e regeneração de áreas de vegetação natural e semi-natural na Microrregião Geográfica de Erechim, nos anos de 1984, 1992 e 2002.	36
Figura 23. Indicador de Integridade Ecológica dos Fragmentos de Vegetação Natural e Semi-natural na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	37
Figura 24. Carta de Suscetibilidade a Riscos Ambientais dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.....	39
Figura 25. Carta de Áreas Prioritárias para Conservação na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das cartas topográficas utilizadas para georreferenciamento das imagens multiespectrais.....	12
Tabela 2. Valores brutos obtidos por um procedimento “ <i>ad hoc</i> ” e seus respectivos intervalos de confiança ($\alpha=0,05$; $n = 10$) para as nove categorias oriundas da combinação entre IMP e GBI.	18
Tabela 3. Pesos (p_i) das categorias utilizadas para calcular o Indicador de Integridade Ecológica dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural (IIE).....	18
Tabela 4. Número, percentual e área (em hectares e percentual) dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de tamanho, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.	33

RESUMO

A alta taxa de desmatamento das florestas tropicais tem se revelado um grande desafio aos programas conservacionistas. A redução do tamanho original das áreas florestais naturais e o isolamento causado pela fragmentação destas áreas constituem grandes ameaças à conservação da biodiversidade. Neste contexto, a Mata Atlântica constitui uma das florestas mais ricas e ameaçadas do mundo com necessidade urgente de conservação, manejo e recuperação. Desta forma, estudos que contemplem a análise da dinâmica de paisagens constituem em atividades fundamentais para uma gestão integrada dos recursos naturais em escala local e regional, fornecendo subsídios para o planejamento estratégico e para o manejo ambiental de paisagens intensamente fragmentadas. Este trabalho teve como objetivo a identificação e a análise de remanescentes de vegetação natural e semi-natural prioritários para a conservação da biodiversidade na Microrregião Geográfica de Erechim (RS), sujeitos à dinâmica ambiental dos processos de perda, fragmentação e regeneração de *habitats*, como subsídio para a elaboração de planos voltados à conservação, bem como para a futura ampliação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Os procedimentos foram realizados nos SIGs IDRISI ANDES e MAPINFO PROFESSIONAL 8.0 e envolveram: verificação da dinâmica de perda, fragmentação e regeneração de *habitats*, utilizando imagens dos satélites LandSat (TM5 - 1984 e 1992) e LandSat 7 (ETM - 2002); análise da integridade ecológica dos fragmentos por meio do Indicador de Integridade Ecológica (IIE) com base nas informações referentes aos fragmentos de vegetação, Idade Mínima Provável (IMP) das áreas dos fragmentos e de um Gradiente Borda-Interior (GBI); avaliação da suscetibilidade dos fragmentos aos riscos ambientais com a utilização de quatro fatores (distância à cobertura florestal, distância à rede hidrográfica, proximidade aos centros urbanos e proximidade à malha viária); culminando na identificação de áreas prioritárias para a conservação por meio da correlação entre os dados referentes à suscetibilidade aos riscos ambientais e integridade ecológica. Não ocorreram grandes perdas na área total ocupada por vegetação, a qual apresentou uma ampliação entre os anos de 1984 e 1992 (5,07%) e posterior redução entre 1992 e 2002 (5,36), mantendo-se em apenas 16% da área total da região em 2002. Mais de 86% dos fragmentos possui área inferior a cinco hectares, representando 23% da área total ocupada por vegetação, sendo que apenas 102 fragmentos possuem área superior a 100 ha, representando 19% da área total de vegetação. Áreas que aparentemente não sofreram alterações de superfície no período analisado, apresentando IMP de 20 anos, corresponderam a 56,4% da área total de vegetação. Na análise do GBI, foi constatado que 26% da área da vegetação se localiza no interior (considerada como área distante em mais de 60 m a partir da borda com a fronteira não vegetada) dos fragmentos, sendo mais de 70% representada por área de borda. O IIE variou de zero a 95, sendo que mais de 96% dos fragmentos foram classificados entre as classes de menor integridade, representando 46% da área total de vegetação e 1,3% dos fragmentos revela áreas com maior relevância para conservação da biodiversidade, com maior integridade de *habitats* no que se refere aos fragmentos com maior idade e com menor área de borda. Na análise de riscos 37% dos fragmentos estão menos sujeitos aos riscos, sendo que as áreas com maiores riscos totalizam 38% dos fragmentos, mais de 26.000 ha de vegetação. Na análise de áreas prioritárias, foram identificados 177 fragmentos com maior prioridade para conservação, compreendendo aproximadamente 20.000 ha de vegetação. Os dados obtidos orientam à identificação de fragmentos-chave com maior potencial para a conservação da biodiversidade regional. Neste sentido, a avaliação da correlação entre a integridade ecológica e a suscetibilidade aos riscos ambientais dos remanescentes de vegetação, submetidos aos processos de perda, fragmentação e regeneração de *habitats* apresentou-se efetiva no auxílio desta identificação, podendo ser uma alternativa em curto ou médio prazo para a delimitação de áreas com potencial para conservação como subsídio para estudos mais específicos, em nível de populações e comunidades de flora e fauna.

ABSTRACT

The high deforestation rate of the tropical forests is considered a great challenge to the conservation programs. The reduction of the original size of the natural forest areas and the isolation caused by the fragmentation of these areas constitute great menaces to the biodiversity conservation. In doing so, the Atlantic Forest constitutes one of the more richest and threatened forests of the world with urgent need of conservation, management and recuperation. In this way, studies that they contemplate the analysis of the dynamics of landscapes constitute in fundamental activities for an integrated management of the natural resources at local and regional scale, providing subsidies for the strategic planning and for the environmental management of landscapes intensely fragmented. This work had as objective the identification and the analysis of remainders of natural and semi-natural vegetation with priority for the biodiversity conservation in Geographic Microregion of the Erechim (RS), submitted to the environmental dynamics of the loss processes, fragmentation and regeneration of habitats, as subsidy for the elaboration of conservation plans, as well as for the future amplification of the Reservation of the Biosphere of the Atlantic Forest. The methodological procedures were accomplished in SIGS IDRISI ANDES and MAPINFO PROFESSIONAL 8.0 and they involved: verification of the dynamics of the loss, fragmentation and regeneration of habitats, using images of the satellites LandSat (TM5 - 1984 and 1992) and LandSat 7 (ETM - 2002); analysis of the ecological integrity of the fragments by means of the Indicator of Ecological Integrity (IEI) with base in the referring information to the vegetation fragments, Probable Minimum Age (PMA) of the areas of the fragments and of a Edge-Core Gradient (ECG); evaluation of the susceptibility of the fragments to the environmental risks with the use of four factors (distance to the forest covering, distance to the hidrografic net, proximity to the urban centers and proximity to the roadways); culminating in the identification of areas with priority for the conservation by means of the correlation between the data of susceptibility to the environmental risks and ecological integrity of the fragments. Great losses didn't happen in the total area occupied by vegetation, which presented an amplification among the years of 1984 and 1992 (5,07%) and posterior reduction between 1992 and 2002 (5,36), staying in just 16% of the total area in 2002. More than 86% of the fragments possess inferior area to five hectares, representing 23% of the total area occupied by vegetation, and 102 fragments just possess superior area for 100 ha, corresponding 19% of the total area of vegetation. Areas that apparently didn't suffer surface alterations in the analyzed period, presenting PMA 20 years old, corresponded at 56,4% of the area of vegetation. In the analysis of ECG, it was verified that 26% of the area of the vegetation are located in the core (considered as distant area in more than 60 m starting from the edge with the not vegetated border) of the fragments, being more than 70% represented by edge area. IEI varied of zero for 95, and more than 96% of the fragments were classified between the classes of smaller integrity, representing 46% of the total area of vegetation and 1,3% of the fragments reveals areas with larger relevance for biodiversity conservation, with larger integrity of habitats. In the analysis of risks 37% of the fragments they are less subject to risks, and the areas with larger risks constitute 38% of the fragments, more than 26.000 ha of vegetation. In the analysis of areas with priority, they were identified 177 fragments with larger priority for conservation, comprehending 20.000 ha of vegetation approximately. The obtained data guide to the fragment-key identification with larger potential for the conservation of the regional biodiversity. In this context, the evaluation of the correlation between the ecological integrity and the environmental risks of the vegetation remainders, submitted to the loss processes, fragmentation and regeneration of habitats was effective in this identification, could be an alternative in short or medium period for the delimitation of areas with potential for conservation as subsidy for more specific studies, in level of populations and flora and fauna communities.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a população humana tem convivido com contínuos e alarmantes discursos acerca das crises ambientais globais. Em um consenso geral, tanto as modificações no clima, como também as demais alterações na dinâmica dos ecossistemas têm sido ocasionadas pelas práticas ecologicamente insustentáveis de uso dos recursos naturais, devido às crescentes demandas da população humana e aos contínuos avanços tecnológicos. Estas mudanças ambientais, relatadas na forma de componentes interatuantes responsáveis por alterações na estrutura e no funcionamento do sistema terrestre, têm seus efeitos observados nos diferentes níveis de organização biológica e nas variadas escalas espaciais (PAESE e SANTOS, 2004).

Os sistemas naturais são os principais responsáveis pelas funções ambientais de regulação ecológica, como a ciclagem de matéria orgânica e nutrientes, o equilíbrio climático e a manutenção da diversidade biológica (GROOT, 1992), possibilitando assim, a maior capacidade de recuperação ambiental. Desta forma, os processos de modificação nos padrões de uso e ocupação dos ambientes têm relação direta com as crises ambientais globais (METZGER, 2007), tanto no que se refere à degradação e esgotamento dos recursos hídricos, quanto às mudanças climáticas e à extinção de espécies (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; METZGER, 2007).

Em função do elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas, a conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios da atualidade (VIANA e PINHEIRO, 1998). As florestas tropicais estão incluídas entre os ecossistemas mais ricos em espécies do planeta (TURNER e COLLET, 1996), os quais, pela alta taxa de desmatamento e degradação de seus ambientes, têm sofrido a perda de inúmeras espécies da fauna e flora, devido à redução da área de ocorrência e isolamento dos *habitats* originais (TANIZAKI e MOULTON, 2000).

O Brasil, considerado um dos países detentores da megadiversidade (MITTERMEIER et al., 1997; MITTERMEIER et al., 2005) abriga dois dos vinte e cinco *hotspots* de

biodiversidade mundiais, o Cerrado e a Mata Atlântica (MYERS et al., 2000), sendo a última considerada uma das florestas mais ricas e ameaçadas do mundo com necessidade urgente de conservação, manejo e recuperação.

Considerada a segunda maior formação de floresta tropical da América do Sul, a Mata Atlântica originalmente se estendia de forma contínua ao longo da costa brasileira (COSTA, 1997; TABARELLI et al., 2005) do Ceará ao Rio Grande do Sul, adentrando as terras da Argentina e do Paraguai (CORRÊA, 1996). Abrangia mais de 1,3 milhões de km² em território brasileiro (COSTA, 1997; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2001).

Tendo como característica atípica o desenvolvimento latitudinal (5° a 32 °S), a Mata Atlântica depende principalmente da umidade trazida constantemente pelo Oceano Atlântico (COSTA, 1997). Sua ampla distribuição geográfica proporciona condições ambientais que a torna extremamente heterogênea em sua composição, cobrindo diferenciadas zonas climáticas (TABARELLI et al., 2005).

A sua localização sobre solos diferenciados, aliada a uma série de formações montanhosas litorâneas com altitudes próximas a três mil metros, diferentes temperaturas, insolação, nichos específicos e adaptações, fazem dela uma das florestas de maior diversidade biológica de todo o planeta (COSTA, 1997). Abrange formações vegetacionais tropicais e subtropicais (TABARELLI et al., 2005), tais como Floresta Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Estacional Semidecidual, Campos de altitude, além de manguezais, restingas, brejos interioranos e ilhas oceânicas e costeiras (CORRÊA, 1996; MONTEIRO, 2003).

O desmatamento em larga escala da Mata Atlântica, realizado desde primórdios da colonização brasileira teve início com a exploração madeireira do pau-brasil na região litorânea, seguida dos variados ciclos econômicos que acompanharam o desenvolvimento do país, como o ouro, a cana-de-açúcar e o café (DEAN, 1997; COSTA, 1997; SANTOS, 2004), bem como da rápida industrialização e urbanização no período pós-guerra (MONTEIRO, 2003) principalmente na região Sudeste.

Atualmente a floresta já perdeu 93% de sua área original (MYERS et al., 2000), sendo que ainda restam menos de 100 mil km² de vegetação (TABARELLI et al., 2005), remanescendo fragmentos da floresta, dispersos em locais com topografia acidentada (VIANA, 1990). Desta forma, a Mata Atlântica constitui uma das regiões mais ricas e

ameaçadas do mundo, a qual embora tenha sido em grande parte destruída, ainda abriga mais de oito mil espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (MYERS et al., 2000).

A Mata Atlântica brasileira constitui provavelmente uma das regiões com o maior número de áreas de proteção integral na América do Sul, dentre elas, parques, reservas, estações ecológicas e reservas privadas, contemplando mais de 600 novas áreas criadas nos últimos 40 anos (FONSECA et al., 1997). Entretanto, estes números são insuficientes, já que em virtude das restrições de uso, menos de 2% da Mata Atlântica encontra-se dedicado oficialmente ao objetivo de proteção integral, isso sem estimar os problemas específicos de cada área, além de esta pequena fração territorial não se encontrar distribuída de acordo com critérios de representatividade ao longo das diferentes sub-regiões biogeográficas, resultando lacunas e reduzindo a efetividade do sistema em preservar a biodiversidade (HERINGER e MONTENEGRO, 2000).

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), reconhecida pela UNESCO em 1991 (COSTA, 1997; CNRBMA, 2004), incentiva o desenvolvimento de pesquisas orientadas à solução de problemas vinculados à conservação dos ecossistemas do Domínio da Mata Atlântica (DMA) (LIMA, 1998), representando modelo de conservação baseado em zonas núcleo, zonas de amortecimento e zonas de transição, com a formação de corredores ecológicos. Constitui um instrumento de planejamento voltado à conservação das diversidades biológica e cultural, ao conhecimento científico e ao desenvolvimento sustentável da região ocupada pelos principais remanescentes florestais do DMA e seus ecossistemas associados (CORRÊA, 1996).

Durante as fases de reconhecimento (1991) e ampliação (1992, 1993 e 2001) da RBMA, alguns estados foram contemplados ou tiveram as áreas ampliadas. No caso do Rio Grande do Sul, em 1993 foram contempladas áreas da região costeira, noroeste e central, ocorrendo a ampliação para áreas do complexo das lagoas e banhados da costa sul e sudeste do estado em 2001 (RBMA, 2004). Embora os municípios da Microrregião Geográfica de Erechim estejam inseridos total ou parcialmente no DMA, esta região ainda não foi contemplada (**Figura 1**).

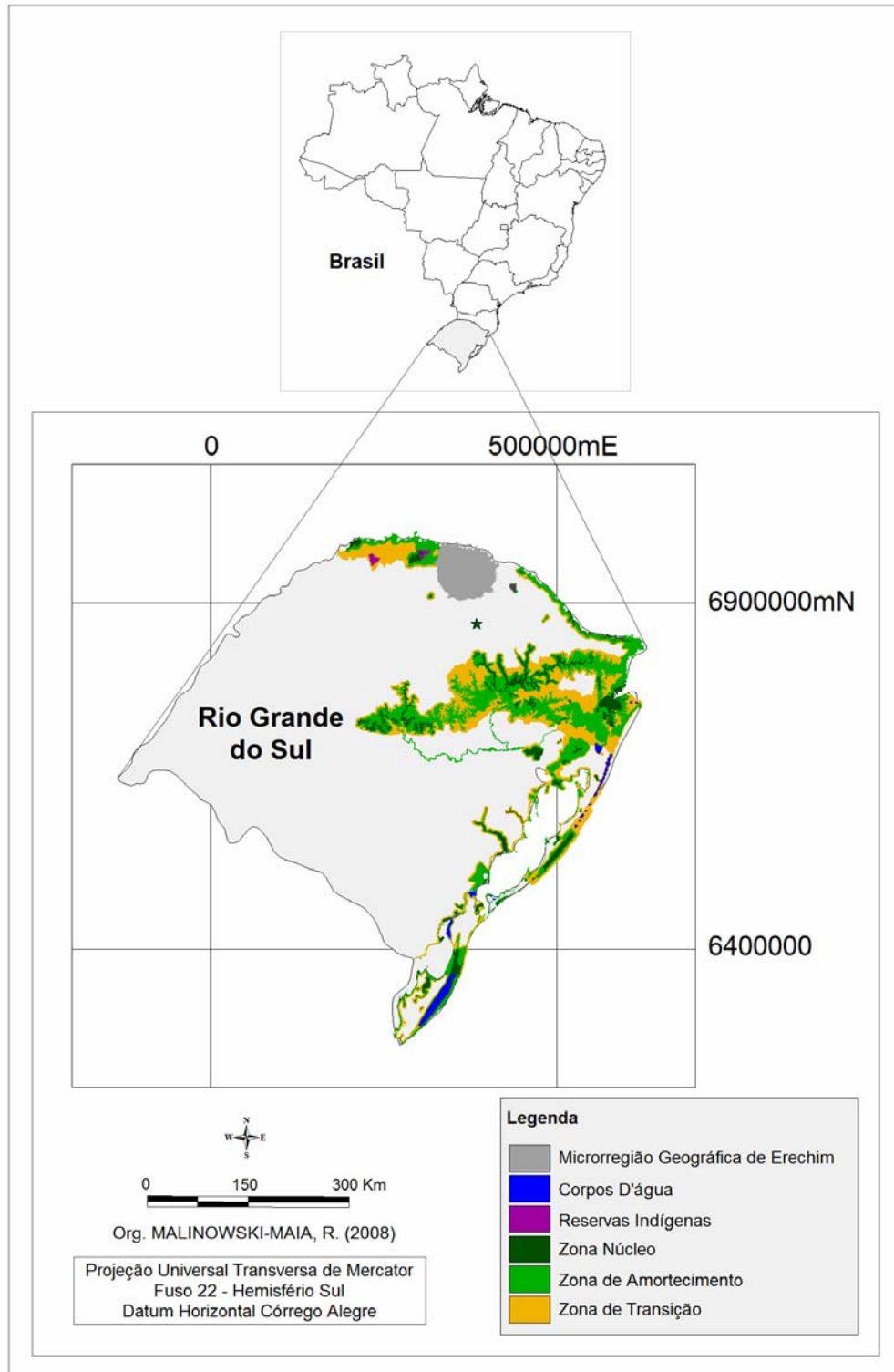


Figura 1. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) no Rio Grande do Sul.

O Decreto Federal nº. 750/1993 (BRASIL, 1997), e mais recentemente a Lei da Mata Atlântica - Lei Federal nº. 11428/2006 (BRASIL, 2006), determina a proibição do corte, exploração e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, salvo permissão prévia requerida às agências governamentais

competentes. Entretanto, o desmatamento continuado tem desafiado o cumprimento da legislação para a conservação efetiva dos ecossistemas do referido bioma, bem como a gestão das áreas protegidas já existentes, as quais, apesar da definição, na prática não se encontram livres de tais pressões.

Diante disto, a redução da cobertura vegetal natural e a conseqüente fragmentação de *habitats* podem ser observadas em praticamente todos os ecossistemas continentais, e fortemente evidenciadas nos ecossistemas da Mata Atlântica. A perda e isolamento de *habitats* acabam ocasionando alterações nas relações ecológicas responsáveis pela manutenção das espécies e das comunidades biológicas isoladas nos remanescentes (TANIZAKI e MOULTON, 2000).

Brooks et al. (2002) relata que a perda de *habitat* constitui, sem dúvida, a principal ameaça à biodiversidade terrestre. Como conseqüência direta da perda de *habitats* e da superexploração ocorre o declínio de espécies, devido à redução na distribuição geográfica de uma determinada espécie ou a redução na abundância populacional (HERO e RIDGWAY, 2006), podendo ocasionar a extinção local ou regional de espécies e comprometer a sustentabilidade das florestas.

O processo de perda de *habitat* além de causar a redução na área de *habitat* disponível, é responsável pela fragmentação de outras áreas naturais. A fragmentação de *habitats* constitui uma das mais importantes e difundidas conseqüências da atual dinâmica de uso da terra (TABARELLI e GASCON, 2005). Este processo além de diminuir as populações de espécies de plantas e animais mais vulneráveis, também isola aquelas que permanecem nos remanescentes (COSTA, 2003).

Os dois principais fatores que determinam a fragmentação de *habitats* consistem na área e efeito de borda, bem como no isolamento do *habitat* (ANDRÉN, 1994; FAHRIG, 1997), o que torna a paisagem heterogênea e constituída por manchas de diferentes características, formas e tamanhos, com conseqüências deletérias para a maior parte da biota florestal nativa (TEIXEIRA, 1998).

Os efeitos primários da fragmentação de uma área de vegetação natural contemplam a alteração do microclima interno e no entorno da mancha e o isolamento dessa área, impedindo sua ligação com as outras manchas remanescentes na paisagem (SAUNDERS, et al., 1991). Desta forma, a fragmentação não afeta apenas as condições internas de fragmentos

(RUTLEDGE, 2003), como também reduz significativamente o fluxo de pólen, sementes, animais (VIANA, 1990), genes, matéria e energia entre os remanescentes.

Vários fatores, dos quais se destacam o histórico das perturbações, a área, a forma, o tipo de vizinhança e o grau de isolamento, podem causar alterações nas características dos fragmentos florestais ao longo do tempo, afetando de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas (VIANA e PINHEIRO, 1998).

Teixeira (1998) relata que um grande número de estudos referentes a aspectos florísticos e faunísticos em regiões tropicais e temperadas tem demonstrado a ocorrência de mudanças nos padrões de composição e abundância de espécies nativas, bem como, extinções locais, favorecendo a erosão biótica em paisagens fragmentadas logo após a fragmentação e até muitos anos posteriores à sua ocorrência.

Uma abordagem pertinente à análise de paisagens consiste na Ecologia de Paisagens, ramo multidisciplinar da ecologia, a qual fornece uma consistente base conceitual e teórica no estudo de paisagens fragmentadas. Tal abordagem tem como enfoque o diagnóstico dos padrões de distribuição e as interações dos elementos da paisagem, dos fluxos de matéria e energia entre esses elementos e das mudanças ecológicas do mosaico paisagístico ao longo do tempo (CAVALLINI, 2001; MCGARIGAL e MARKS, 1995).

De acordo com Turner (1989), a principal problemática da referida abordagem consiste no estudo dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos. Metzger (2001) ressalta a influência da Teoria da Biogeografia de Ilhas na origem desta disciplina, que, juntamente com a Teoria de Metapopulações, oferece um valioso arcabouço teórico aos estudos das relações entre padrões espaciais e processos ecológicos.

Segundo estas teorias, a configuração espacial das manchas em uma paisagem, ou seja, seu tamanho, grau de isolamento e conectividade, constitui elementos de fundamental importância na determinação de uma série de processos ecológicos, tais como: riscos de extinção e as possibilidades de migração ou (re)colonização (HANSKI e GILPIN, 1997 apud METZGER, 2001). Entretanto, fatores como a frequência e intensidade de distúrbios naturais e antrópicos, a natureza da matriz circundante e até mesmo a diversidade de *habitats* no interior do fragmento constituem aspectos importantes no que se refere à riqueza de espécies em fragmentos florestais (CAVALLINI, 2001).

Muitas ferramentas de análise têm sido consideradas fundamentais em estudos ambientais, tais como o sensoriamento remoto, aliado aos sistemas de informações geográficas (FREITAS e CRUZ, 2003), propiciando a interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas, e a elaboração de mapas temáticos. A tecnologia de utilização de sensores orbitais, aliada ao crescente desenvolvimento de sistemas computacionais de tratamento digital de imagens caracteriza o sensoriamento remoto como uma tecnologia imprescindível no estudo e na análise de variações ambientais terrestres (NOVO, 2002).

Uma das formas para estudar as alterações que ocorrem na estrutura da paisagem em um determinado período de tempo consiste na análise de mapas temáticos (GUSTAFSON, 1998), os quais podem denotar várias características físicas do território, bem como da situação atual e da dinâmica de uso e ocupação do mesmo.

A análise da dinâmica das áreas de vegetação constitui importante fator para o planejamento e manejo da biodiversidade em paisagens, visto que estão diretamente ligados à dinâmica de uso da terra em áreas urbanas e rurais. Esta dinâmica, por sua vez, é movida por fatores econômicos, sociais, culturais, institucionais e tecnológicos. Portanto, a conservação da biodiversidade em paisagens intensamente cultivadas necessita ser analisada em um contexto de dinâmica de uso da terra e desenvolvimento econômico (VIANA, 1993).

Neste sentido, estudos referentes à dinâmica de uso da terra, de perda, fragmentação e regeneração de *habitats* na área de abrangência da Mata Atlântica, tornam-se imprescindíveis, no sentido de propiciar a obtenção de informações biológicas, geográficas e ecológicas de regiões ainda pouco estudadas, trazendo assim subsídios para a futura ampliação de áreas destinadas à conservação, bem como da RBMA.

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo a avaliação de fragmentos de vegetação natural e semi-natural, no contexto da dinâmica ambiental dos processos de perda, fragmentação e regeneração de *habitats*, da integridade ecológica e da suscetibilidade dos fragmentos aos riscos ambientais, na perspectiva da identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na Microrregião Geográfica de Erechim (RS), como subsídio para planos voltados à conservação, bem como para a futura ampliação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 *Área de Estudo*

A área de estudo compreende a Microrregião Geográfica de Erechim, localizada na Região Norte do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 27°12'58" e 27°59'26" de Latitude Sul e 52°48'6" e 51°49'39" de Longitude Oeste, envolvendo uma área de 570.346,20 hectares (**Figura 2**).

Representa 2% da área do Estado do Rio Grande do Sul, limitando-se ao Norte com o Rio Uruguai, fazendo divisa com o Estado de Santa Catarina. Ao Sul limita-se com afluentes do Rio Passo Fundo e Apuaê, a Leste com o Rio Apuaê e ao Oeste com o Rio Passo Fundo. Sua população foi estimada em 217.894 habitantes (IBGE, 2005).

Trinta municípios integram a região, sendo eles: Faxinalzinho, Erval Grande, Itatiba do Sul, Barra do Rio Azul, Aratiba, Mariano Moro, Severiano de Almeida, Marcelino Ramos, Entre Rios do Sul, Benjamin Constant do Sul, São Valentim, Barão de Cotegipe, Erechim, Três Arroios, Gaurama, Viadutos, Cruzaltense, Ponte Preta, Paulo Bento, Áurea, Centenário, Carlos Gomes, Campinas do Sul, Jacutinga, Quatro Irmãos, Ipiranga do Sul, Erebango, Estação, Getúlio Vargas e Floriano Peixoto (IBGE, 2000).

Os municípios da região foram colonizados por imigrantes europeus, os quais deram o início à exploração madeireira e posteriormente realizaram a implantação de áreas agrícolas. Atualmente a atividade econômica predominante em toda região é a agropecuária, sendo o município de Erechim considerado pólo regional de desenvolvimento.

Inserida fisiograficamente numa porção do extenso Planalto Meridional do Brasil, está assentada na zona do Capeamento Basalto Arenítico do Paraná (PIRAN, 1982). A região se caracteriza por dois domínios topográficos distintos, sendo eles o planalto de ondulações suaves ao Sul e, ao Norte, vales encaixados e vertentes abruptas com afloramentos basálticos (CASSOL e PIRAN, 1975).

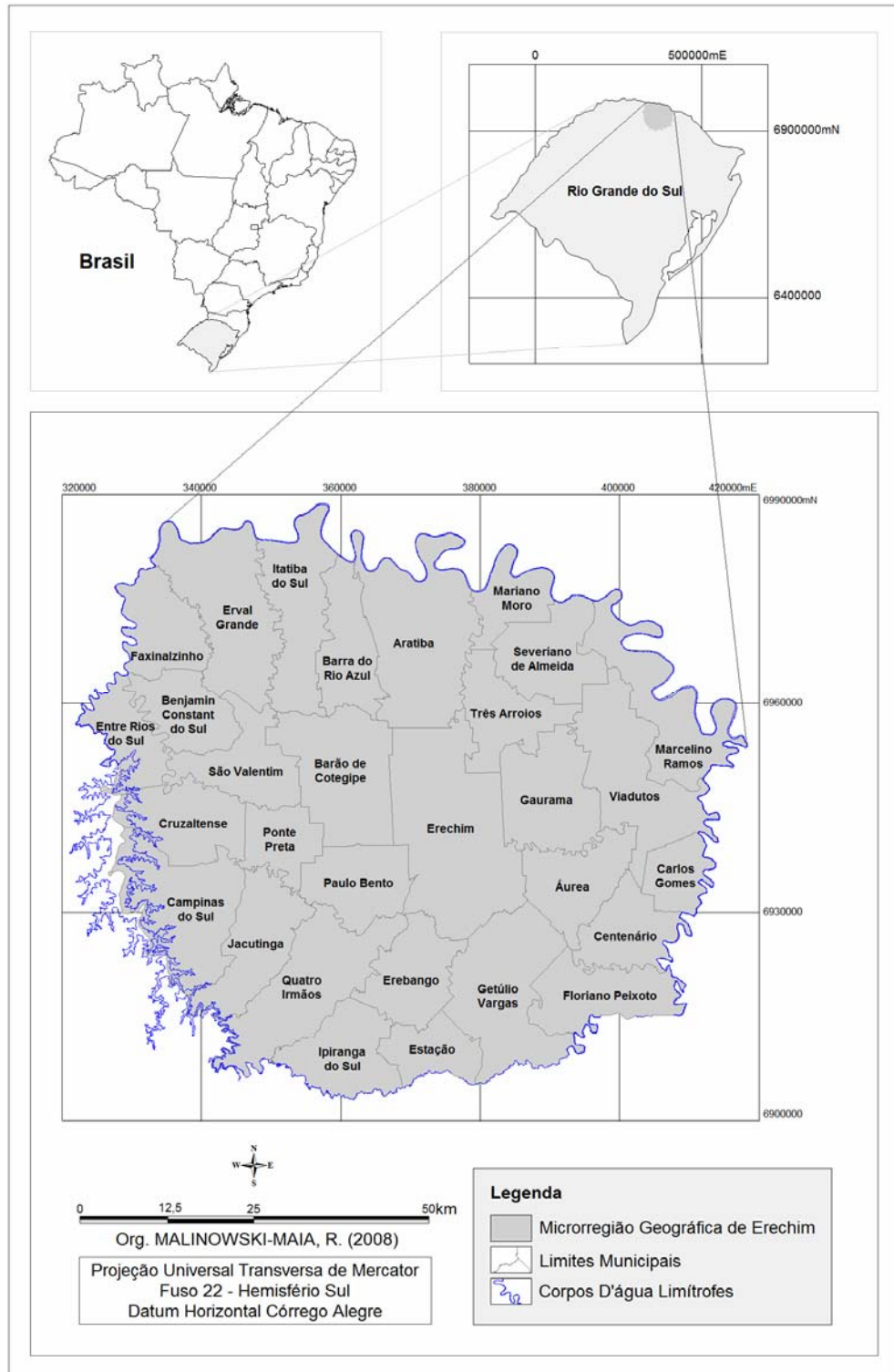


Figura 2. Localização da Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Os solos são originados do basalto, da encosta basáltica do Rio Grande do Sul, os quais apresentam condições propícias para desenvolvimento agrícola (BRASIL, 1973), constituindo Latossolos Brunos, solos estes constatados nos Planaltos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (SANTOS et al., 2006).

A região está situada na Zona Temperada, possuindo clima Mesotérmico brando super-úmido sem seca (IBGE, 2002), o qual apresenta chuvas distribuídas por todo ano, ocorrendo verões quentes e invernos frios, tendo uma média anual de precipitações em torno de 1781 mm (PIRAN, 1982).

As duas formações florestais predominantes na região encontram-se freqüentemente associadas, consistindo na Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de Araucária, a qual apresenta em seu extrato superior a predominância da espécie *Araucaria angustifolia* popularmente conhecida como pinheiro-brasileiro, e na Floresta Estacional Semidecidual ou Mata Atlântica de Interior, caracterizada pela perda de 20% a 50% das folhas das árvores em épocas secas. Ambas as formações tiveram sua área de abrangência original reduzida devido ao acentuado desmatamento, constituindo formações da Mata Atlântica, grandemente ameaçadas (MONTEIRO, 2003).

3.2 Procedimentos

As etapas relacionadas ao desenvolvimento metodológico do trabalho estão representadas na **Figura 3**.

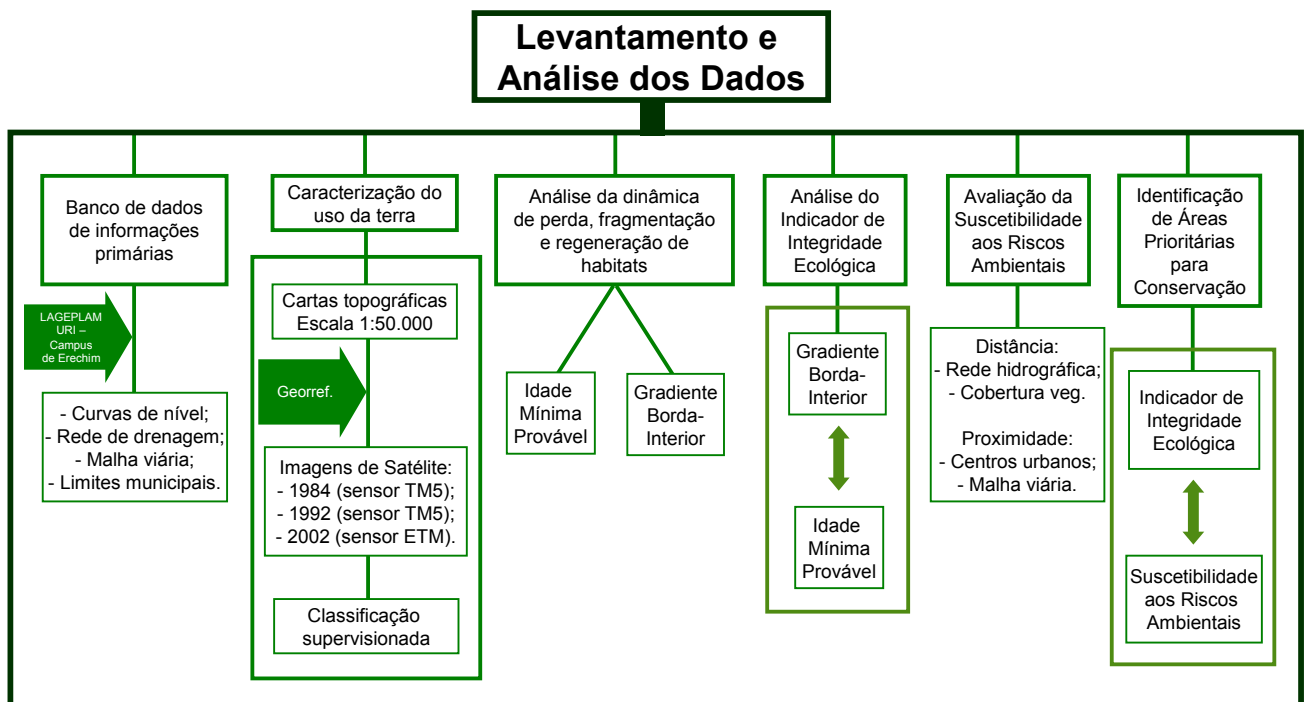


Figura 3. Descrição sumária das etapas metodológicas do trabalho.
Org. MALINOWSKI-MAIA, R. (2008).

3.2.1 Obtenção de Informações Primárias

Foi utilizado o banco de dados dos planos de informação primárias, referentes às curvas de nível, rede de drenagem, malha viária, e limites político-administrativos dos municípios da Microrregião Geográfica de Erechim, disponibilizado pelo Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental, da URI - Campus de Erechim, para esta pesquisa.

3.2.2 Classificação do Uso da Terra

Foram utilizadas 18 cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG, 1979) do Estado do Rio Grande do Sul (**Tabela 1**), baseadas em fotografias aéreas de 1978, na escala 1:50.000, para o georreferenciamento das imagens multiespectrais, órbita 222, ponto 079, referentes às bandas 3, 4 e 5 do satélite LandSat, sensor TM5 de 11 de dezembro de 1984 e 28 de setembro de 1992 e LandSat 7, sensor ETM, de 19 de janeiro de 2002.

Tabela 1. Relação das cartas topográficas utilizadas para georreferenciamento das imagens multiespectrais.

Folhas	Mapa Índice (MI)	Denominação
SG.22-Y-C-III-2	MI-2886/2	Chapecó
SG.22-Y-D-I-1	MI-2887/1	Seara
SG.22-Y-C-III-3	MI-2886/3	Nonoai
SG.22-V-C-III-4	MI-2886/4	Erval Grande
SG.22-Y-D-I-3	MI-2887/3	Aratiba
SG.22-Y-D-I-4	MI-2887/4	Severiano de Almeida
SH.22-Y-D-II-3	MI-2888/3	Marcelino Ramos
SG.22-Y-C-VI-1	MI-2901/1	Constantina
SG.22-Y-C-VI-2	MI-2901/2	Campinas do Sul
SG.22-Y-D-IV-1	MI-2902/1	Erechim
SG.22-Y-D-IV-2	MI-2902/2	Gaurama
SG.22-Y-D-V-I	MI-2903/1	Maximiliano de Almeida
SG.22-Y-C-VI-4	MI-2901/4	Barão Hirsh
SG.22-Y-D-IV-3	MI-2902/3	Sertão
SG.22-Y-D-IV-4	MI-2902/4	Getúlio Vargas
SG.22-Y-D-V-3	MI-2903/3	Sananduva
SH.22-V-B-I-2	MI-2918/2	Tapejara
SH.22-V-B-II-1	MI-2919/1	Ibiaçá

Fonte: Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, 1979.

A classificação do uso da terra foi realizada pelo método de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (*MAXLIKE*) com uso do SIG IDRISI ANDES e com base nas áreas de treinamento, obtidas com o auxílio do conhecimento prévio de campo. Neste processo ocorreu a identificação das diferentes categorias de uso da terra pelo padrão de resposta espectral, com a vetorização de áreas de treinamento correspondentes, a fim de verificar a dinâmica do uso da terra.

Foram definidas cinco assinaturas espectrais de classificação de uso da terra (**Figura 4**), sendo elas:

- vegetação natural e semi-natural, indicando áreas de vegetação arbórea naturais e áreas sujeitas à dinâmica de perda e regeneração de *habitats*, as quais pelo antropismo não possuem condições plenamente originais;
- agricultura implantada, integrando plantações de milho, monoculturas de soja e trigo, principalmente;
- pastagem, incluindo áreas para fins agropastoris ou campos entre plantações;
- solo exposto, contemplando áreas utilizadas periodicamente por culturas temporárias, em que há preparação do solo para plantio;
- lâmina d'água, caracterizada por áreas da paisagem ocupadas pelo espelho d'água de açudes, lagos, barragens e rios.

A área urbanizada, ocupada por centros urbanos e industriais foi obtida por digitalização em tela na composição colorida (RGB) das imagens do satélite LandSat referentes aos anos de 1984, 1992 e 2002.

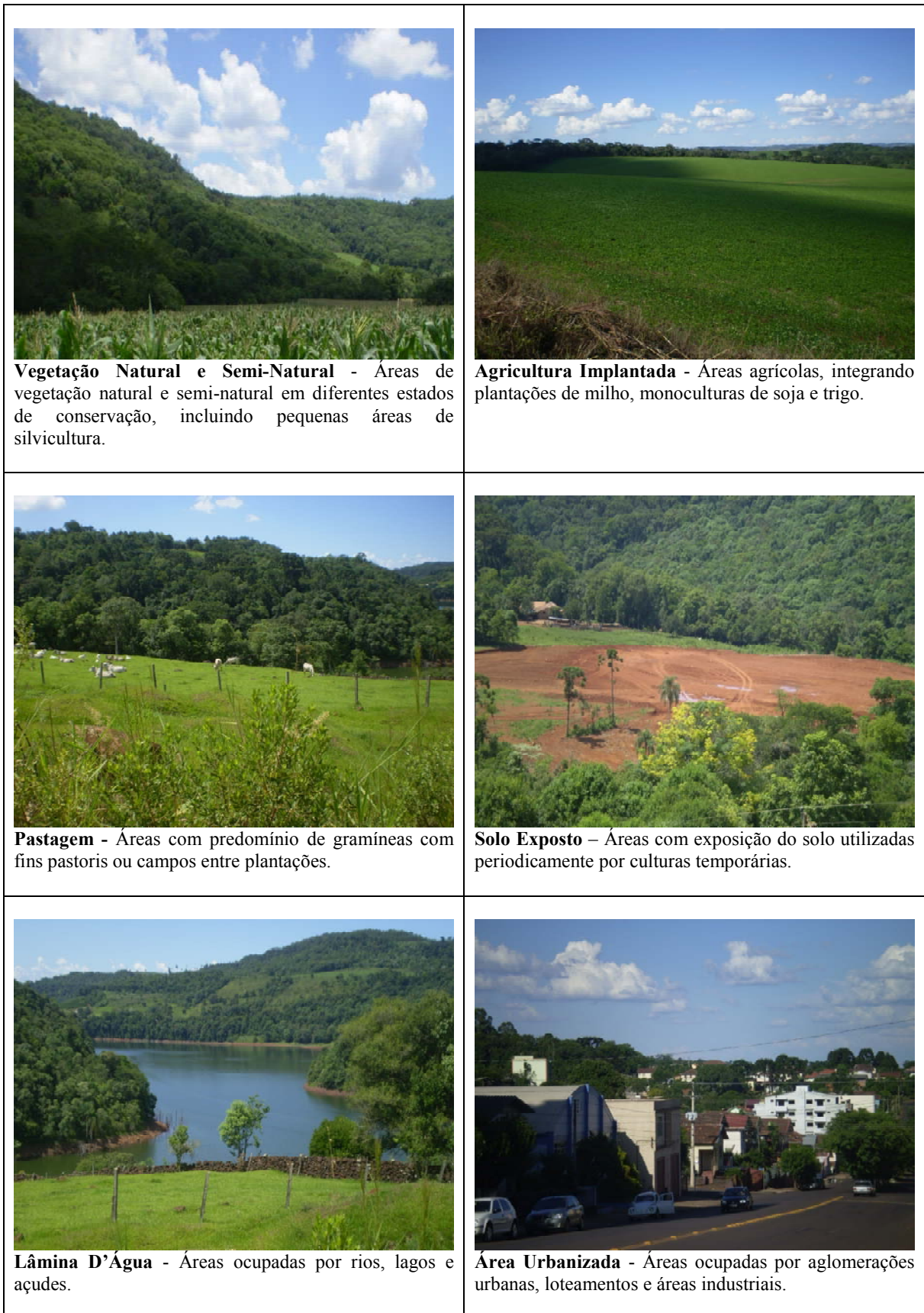


Figura 4. Descrição das classes de uso da terra utilizadas para a classificação supervisionada.
 Org. MALINOWSKI-MAIA, R. (2008).
 Fotos: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

3.2.3 Análise da Dinâmica de Perda, Fragmentação e Regeneração de Habitats

3.2.3.1 Idade Mínima Provável

Com a sobreposição das imagens da vegetação natural e semi-natural (anos de 1984, 1992 e 2002) no SIG IDRISI ANDES, foi possível verificar as áreas de regeneração e desmatamento, estimando-se a Idade Mínima Provável (IMP) destas áreas (**Figura 5**).

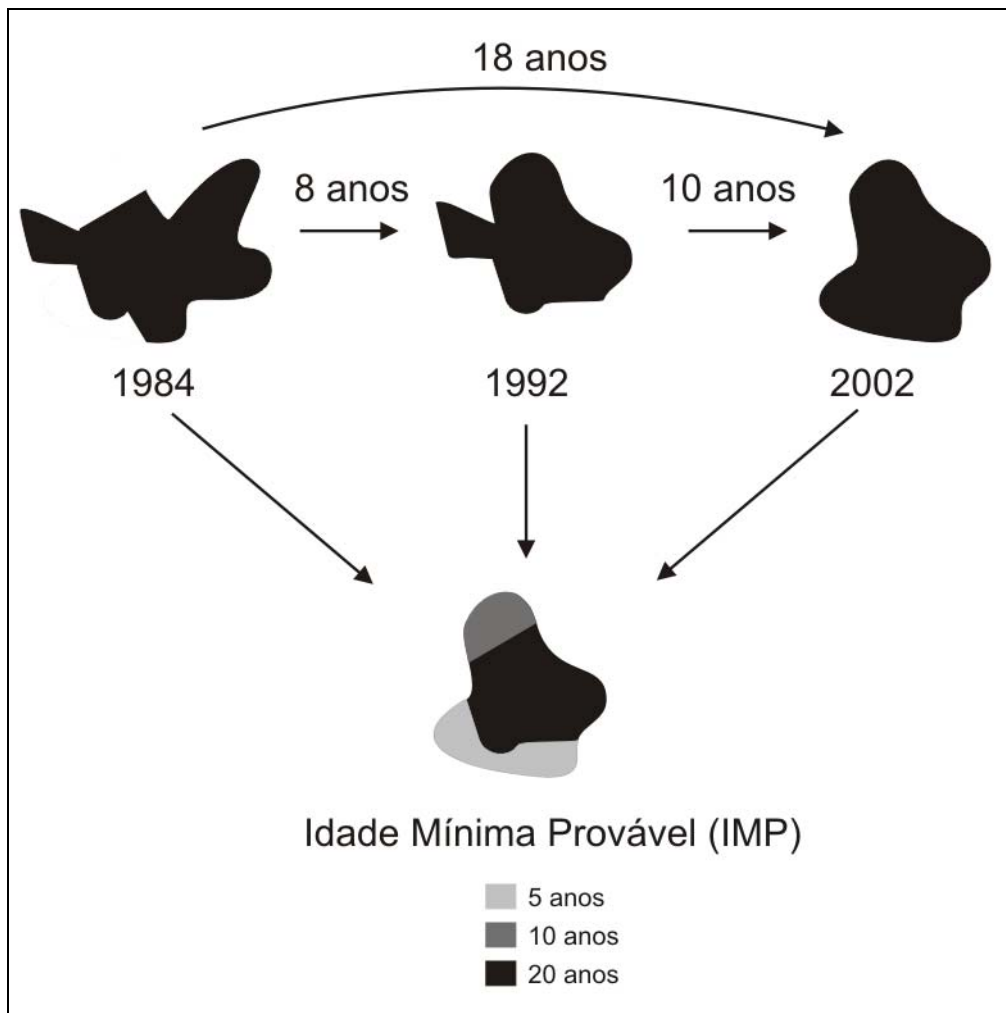


Figura 5. Diagrama da Idade Mínima Provável (IMP) das áreas dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural.
Org. MALINOWSKI-MAIA, R. (2008).

Foi atribuída uma IMP de 5 anos para as classes correspondente às áreas de vegetação regeneradas mais recentemente, entre 1992 e 2002; 10 anos para áreas regeneradas entre 1984

e 1992; e 20 anos para as áreas que não sofreram alterações de superfície no período analisado, entre 1984 e 2002.

3.2.3.2 Gradiente Borda-Interior

Por meio do operador de distância *BUFFER* do SIG IDRISI ANDES, os fragmentos foram divididos em um gradiente, indicando borda externa (a partir do limite externo dos fragmentos até 30 metros em direção ao centro do mesmo), borda interna (30 metros além da borda externa, ou seja, de 30 a 60 metros em direção ao interior) e interior (contemplando o núcleo dos fragmentos a partir de 60 metros da borda) (**Figura 6**).

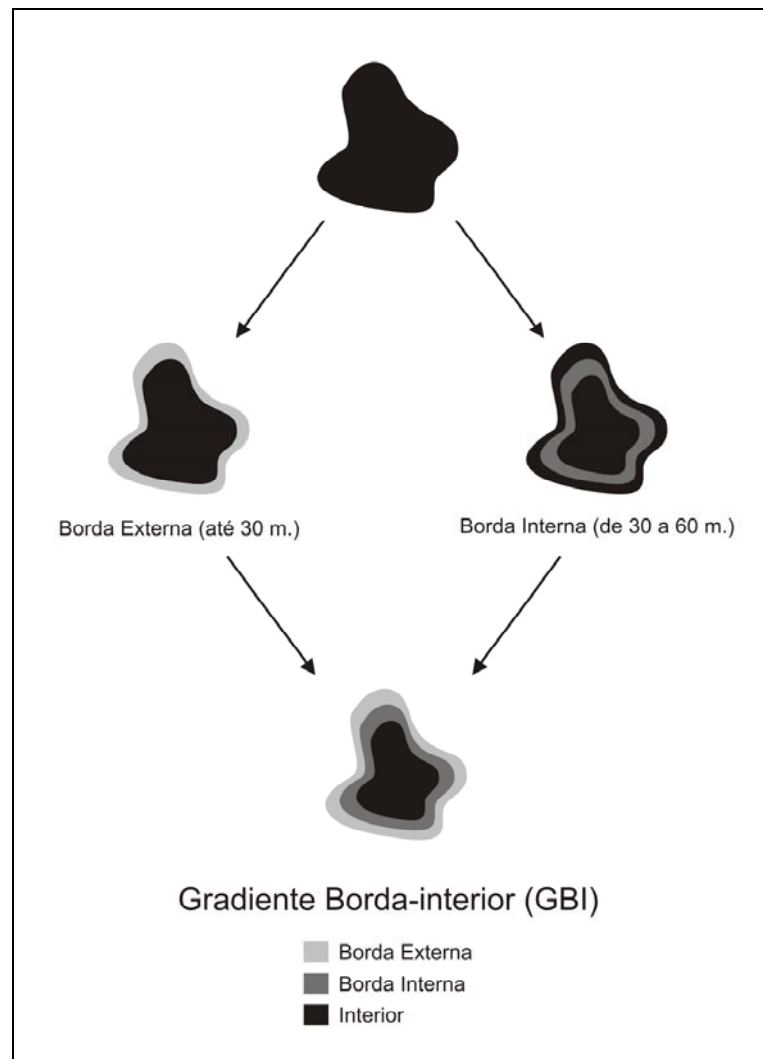


Figura 6. Diagrama do Gradiente Borda-Interior (GBI) das áreas dos fragmentos de vegetação natural e semi natural.

Org. MALINOWSKI-MAIA, R. (2008).

3.2.4 Análise do Indicador de Integridade Ecológica

A combinação de 3 classes de Idade Mínima Provável e 3 classes de Gradiente Borda-Interior resultou em 9 categorias (**Figura 7**), utilizando o operador matemático *OVERLAY*, no SIG IDRISI ANDES.

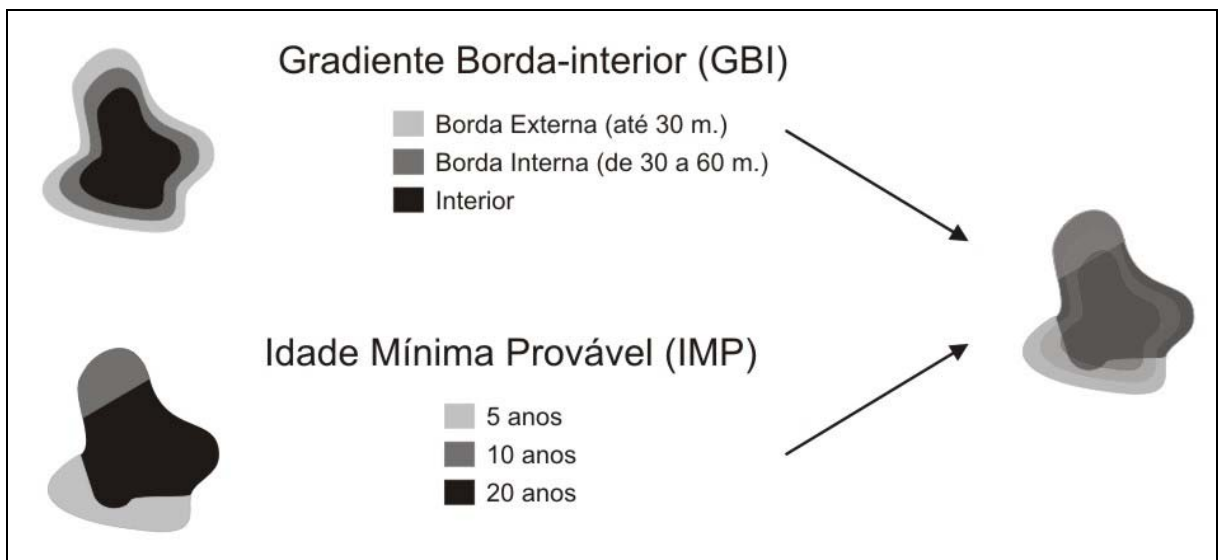


Figura 7. Relação entre Idade Mínima Provável (IMP) e Gradiente Borda-Interior das áreas dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural.
Org. MALINOWSKI-MAIA, R. (2008).

Por meio da aplicação de questionário utilizando um procedimento “*ad hoc*” baseado na consulta a profissionais da área de Ecologia e Planejamento Ambiental inseridos em programas de pós-graduação em Ecologia, os quais desenvolvem projetos de pesquisa no âmbito da conservação da biodiversidade na Microrregião em estudo, foram obtidos valores brutos para cada categoria, os quais variaram entre 0 (zero) e 1,0 (sendo 1,0 o valor máximo pré-definido para áreas com Idade Mínima Provável de 20 anos localizadas no interior dos fragmentos, e valor mínimo (zero) de integridade ecológica). Os valores brutos das categorias são expressos na **Tabela 2** e a análise estatística descritiva no **APÊNDICE A**.

Tabela 2. Valores brutos obtidos por um procedimento “*ad hoc*” e seus respectivos intervalos de confiança ($\alpha=0,05$; $n = 10$) para as nove categorias oriundas da combinação entre IMP e GBI.

Idade Mínima	Gradiente Borda-Interior (GBI)			
	Provável (IMP)	Borda Externa	Borda Interna	Interior
5 Anos		0,26±0,09	0,39±0,13	0,55±0,16
10 Anos		0,39±0,05	0,56±0,10	0,75±0,13
20 Anos		0,55±0,08	0,78±0,07	1,0±0,0

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

Com o cálculo das médias dos valores brutos para cada categoria e posterior re-escalamento para sua soma totalizar a unidade (1,0), foram obtidos os pesos (p_i), apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3. Pesos (p_i) das categorias utilizadas para calcular o Indicador de Integridade Ecológica dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural (IIE).

Idade Mínima	Gradiente Borda-Interior (GBI)			
	Provável (IMP)	Borda Externa	Borda Interna	Interior
5 Anos		0,05	0,08	0,10
10 Anos		0,08	0,11	0,14
20 Anos		0,11	0,15	0,19

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

Os pesos (p_i) das categorias, multiplicado pela área ocupada em cada fragmento foram expressos pelo valor total da categoria (V_{t_i}). Desta forma, o V_{t_i} é ponderado pela área de cada categoria no fragmento e pelo conhecimento/percepção dos profissionais envolvidos na pesquisa.

A somatória do valor total das nove categorias foi considerada o valor do Indicador de Integridade Ecológica (IIE) para cada remanescente de vegetação natural e semi-natural.

O modelo matemático do Indicador de Integridade Ecológica foi expresso da seguinte forma:

$$IIE = \sum_{i=1}^{10} (Vt_i)$$

Onde:

IIE: Indicador de Integridade Ecológica;

Vt_i: Valor total da categoria i, sendo:

$$Vt_i = p_i \cdot A$$

Onde:

p_i: peso da categoria i;

A: Área em hectares ocupada pela categoria i.

3.2.5 Avaliação da Suscetibilidade dos Fragmentos aos Riscos Ambientais

Foram definidos quatro fatores com o intuito de avaliar a suscetibilidade dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural aos riscos ambientais, sendo eles: distância à cobertura florestal (indicador de isolamento), distância à rede hidrográfica (indicador de isolamento e baixa diversidade de hábitat), proximidade aos centros urbanos (indicador de riscos tecnológicos e pressão de caça e coleta) e proximidade à malha viária (indicador de acessibilidade por pessoas/veículos). Para todos os fatores foram gerados mapas por meio do operador de distância, *DISTANCE*, no SIG IDRISI ANDES.

Distância à Cobertura Florestal: A partir do mapa de vegetação natural e semi-natural do ano de 2002 foi gerado um mapa de distância entre os fragmentos. Após a associação deste mapa com o limite da microrregião foi realizada a normalização com função linear decrescente, re-escalando os valores para 0 a 255 bytes (**Figura 8**). Desta forma,

quanto menor o valor, maior a distância às áreas vegetadas, sendo menor a importância da distância com relação à proximidade entre os fragmentos.

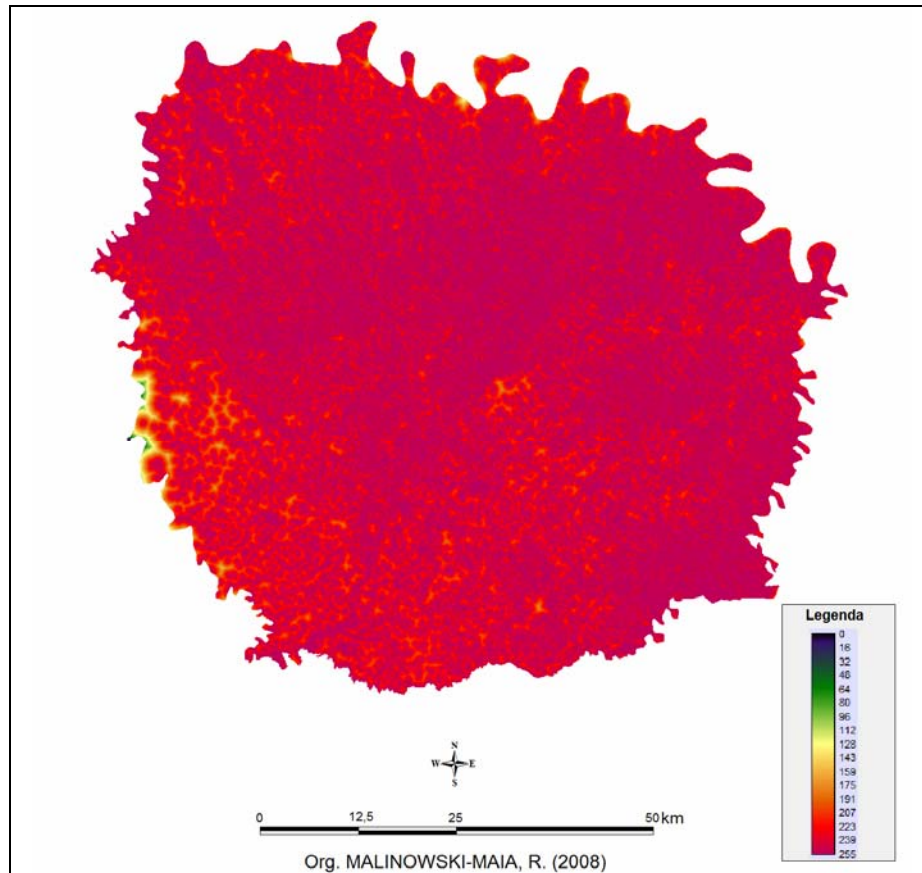


Figura 8. Mapa de Distância à Cobertura Florestal na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Distância à Rede Hidrográfica: Para a elaboração do mapa de distância aos corpos hídricos foi utilizado o plano de informação rasterizado da rede hidrográfica. Posteriormente à delimitação da região o mapa foi realizado o re-escalamento dos valores de 0 a 255 bytes com utilização de função linear decrescente (**Figura 9**). Sendo assim, quanto menor o valor, maior a distância aos corpos d'água.

Proximidade aos Centros Urbanos: por meio do plano de informação referente aos centros urbanos, digitalizado em tela a partir da imagem do satélite LandSat ETM 7 de 2002, foi obtido o mapa de distância aos centros urbanos. Após a limitação da área de estudo, foi realizada a normalização com função linear crescente (re-escalamento para valores de 0 a 255 bytes), a fim de que quanto menor o valor da distância, maior a proximidade aos centros urbanos (**Figura 10**).

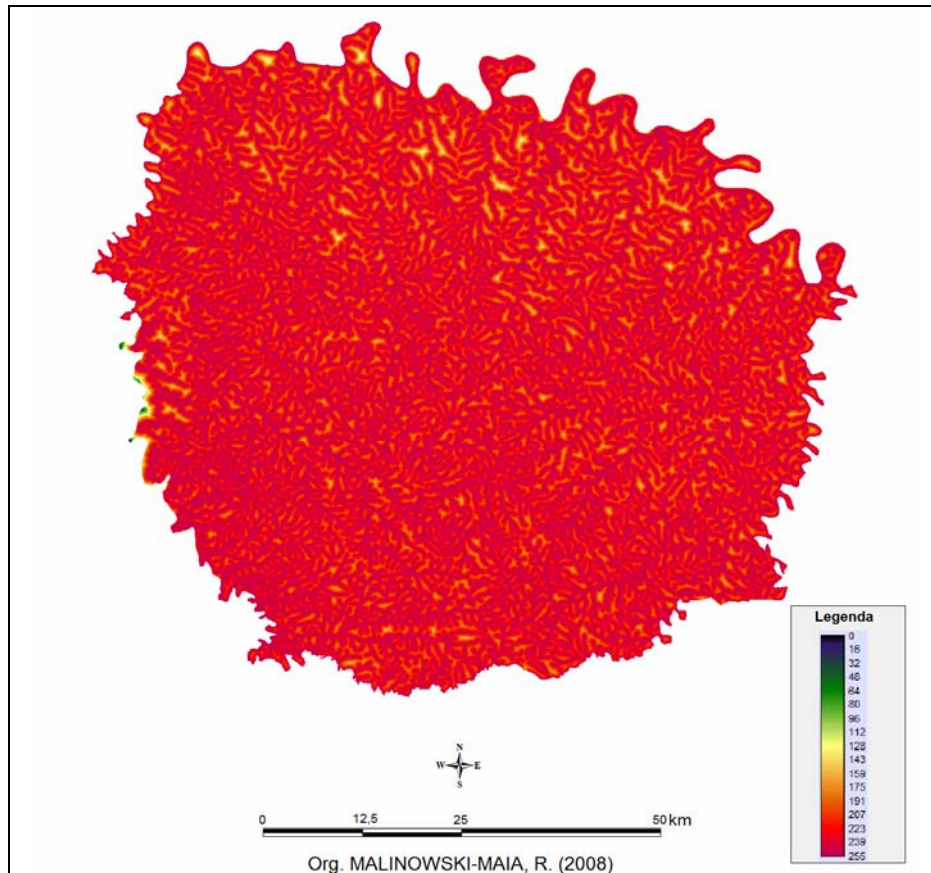


Figura 9. Mapa de Distância à Rede Hidrográfica na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Proximidade à Malha Viária: Com o plano de informação da malha viária rasterizada foi gerado o mapa de distâncias e posterior limitação da região. A normalização para o re-escalamento dos valores de 0 a 255 bytes, foi realizada por função linear crescente, de modo que quanto maior a proximidade às estradas, menor os valor assumido e maior o risco ambiental (**Figura 11**).

Para a elaboração do mapa de riscos ambientais foi realizada a combinação dos mapas de fatores por meio do operador matemático *OVERLAY*, no SIG IDRISI ANDES. Posteriormente o mapa foi submetido a um re-escalamento dos valores de 0 a 50 bytes, pela função linear crescente (**Figura 12**).

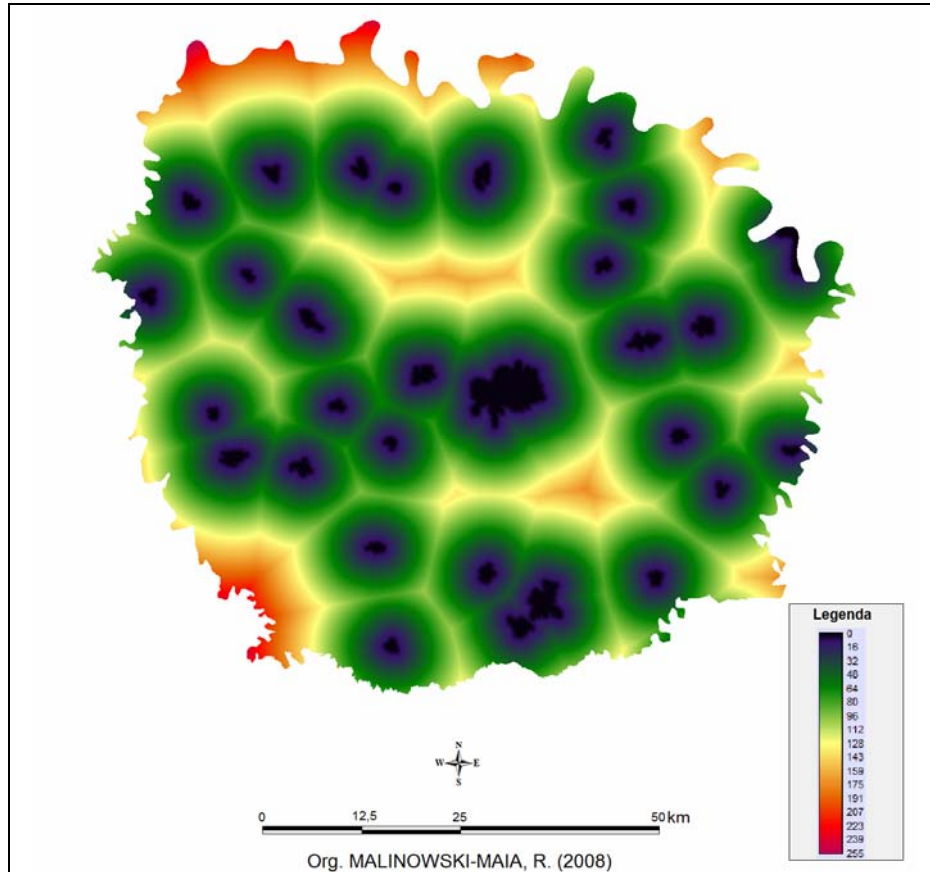


Figura 10. Mapa de Proximidade aos Centros Urbanos na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

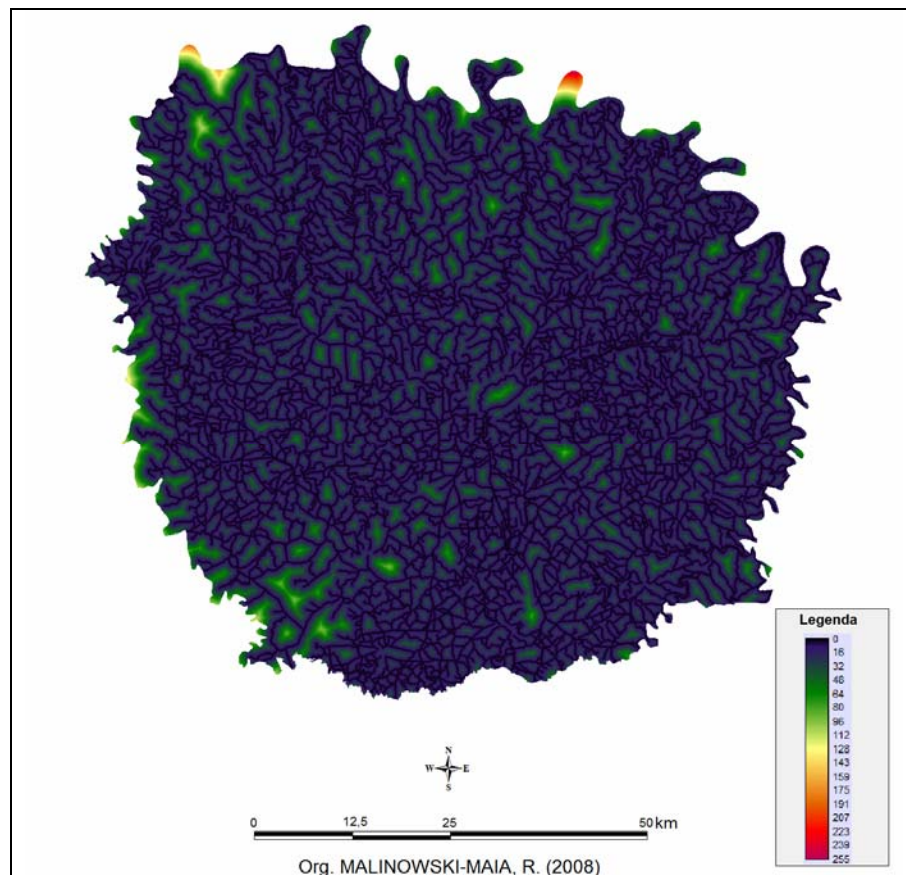


Figura 11. Mapa de Proximidade à Malha Viária na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

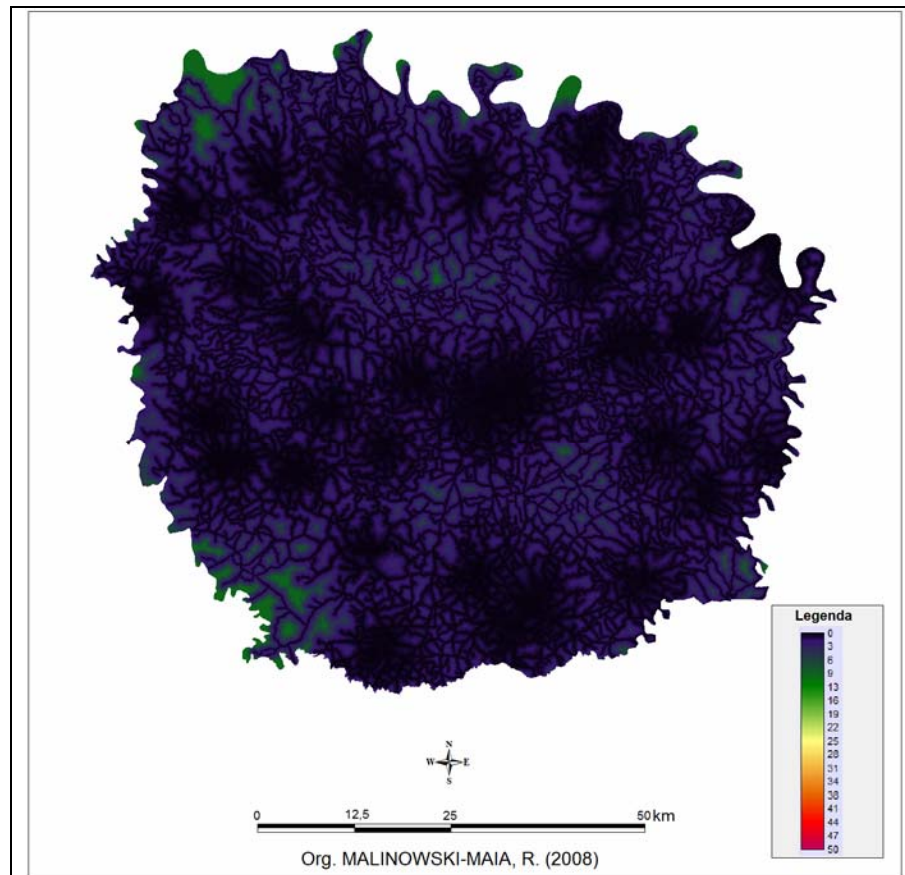


Figura 12. Mapa de Riscos Ambientais na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

O produtório dos valores dos quatro fatores de risco (Fr_i), realizado pela combinação dos mapas de fatores de risco e com valores entre 0 e 50 bytes, foi considerado o valor de risco (Vr_i), representado abaixo:

$$Vr_i = \prod_{i=1}^4 (Fr_i)$$

Para a verificação da suscetibilidade dos fragmentos aos riscos ambientais, foi realizado o cruzamento do limite dos fragmentos com o mapa de riscos ambientais. Desta forma, cada fragmento passou a apresentar áreas com diferentes valores de risco (Vr_i). Por

meio da média destes valores foi obtido o valor de Suscetibilidade aos Riscos Ambientais (SRA) para cada fragmento:

$$SRA = \overline{Vr_i}$$

3.2.6 Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação

Para a identificação de áreas prioritárias para conservação foram utilizadas as informações referentes à **integridade ecológica** e à **suscetibilidade aos riscos ambientais** de cada fragmento.

Para tal foi efetuada primeiramente a inversão do valor de risco (Vr_i) para o valor X_i levando em consideração o limite do intervalo de valores (0 a 50), visto que o valor de SRA não possui correlação direta com o valor do IIE:

$$X_i = -\left[\prod_{i=1}^4 (Fr_i)\right] + 50$$

Por meio do produto da média de X_i e do valor do IIE, efetuado no SIG MAPINFO PROFESSIONAL 8.0, foram obtidos os valores de prioridade (Vp_i) para cada fragmento (representado abaixo) culminando na identificação de áreas prioritárias para conservação.

$$Vp_i = \overline{X_i} \cdot IIE$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dinâmica do Uso da Terra

A análise da dinâmica do uso da terra evidenciou alterações nos diferentes tipos de uso verificadas, ao longo dos anos de 1984, 1992 e 2002 (**Figura 13**). A espacialização dos usos da terra, para os diferentes anos avaliados, representada nas **figuras 14, 15 e 16**, permite a verificação destas alterações.

A classe mais representativa em 1984 foi a de agricultura implantada correspondendo a 42,09%, a qual é basicamente caracterizada por monoculturas de soja e trigo na região sul, enquanto que ao norte diferencia-se pelas pequenas plantações, geralmente para agricultura familiar. Em 1992 e 2002 a classe de solo exposto obteve os maiores valores, 35,07% e 33,57% respectivamente.

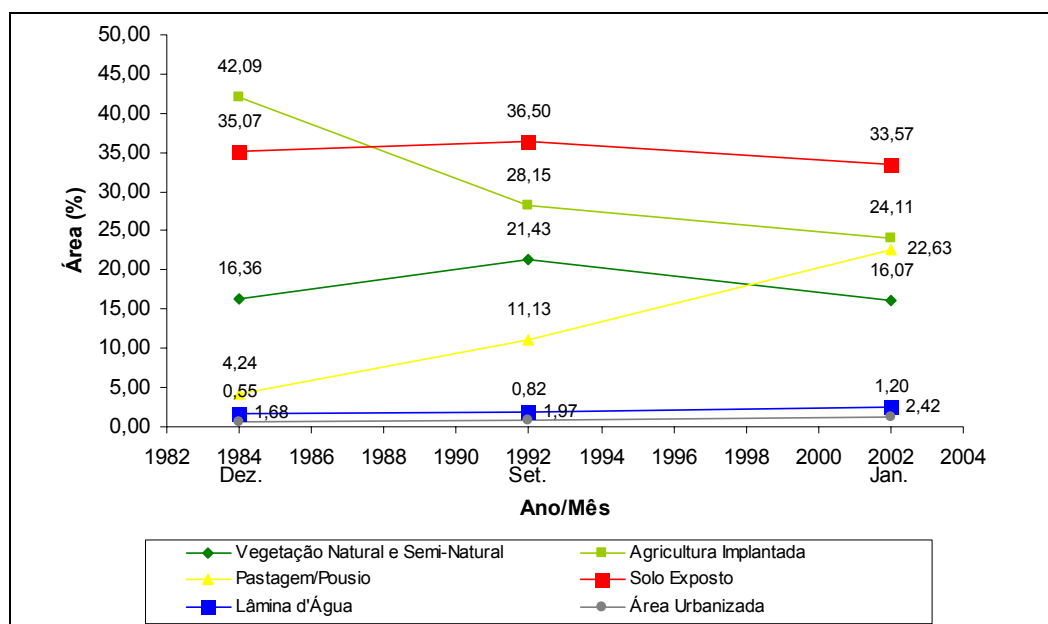


Figura 13. Representação Gráfica da Dinâmica do Uso da Terra da Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

A área ocupada para fins agropecuários, correspondente às classes de agricultura implantada, solo exposto e pastagem se manteve no valor aproximado a 80% da paisagem ao

longo dos anos de análise, evidenciando uma matriz predominantemente agrícola. As variações nos valores correspondentes a cada uma destas classes decorrem da época de obtenção das imagens de satélite, demonstrando diferentes períodos, como por exemplo, plantio, colheita e preparo do solo.

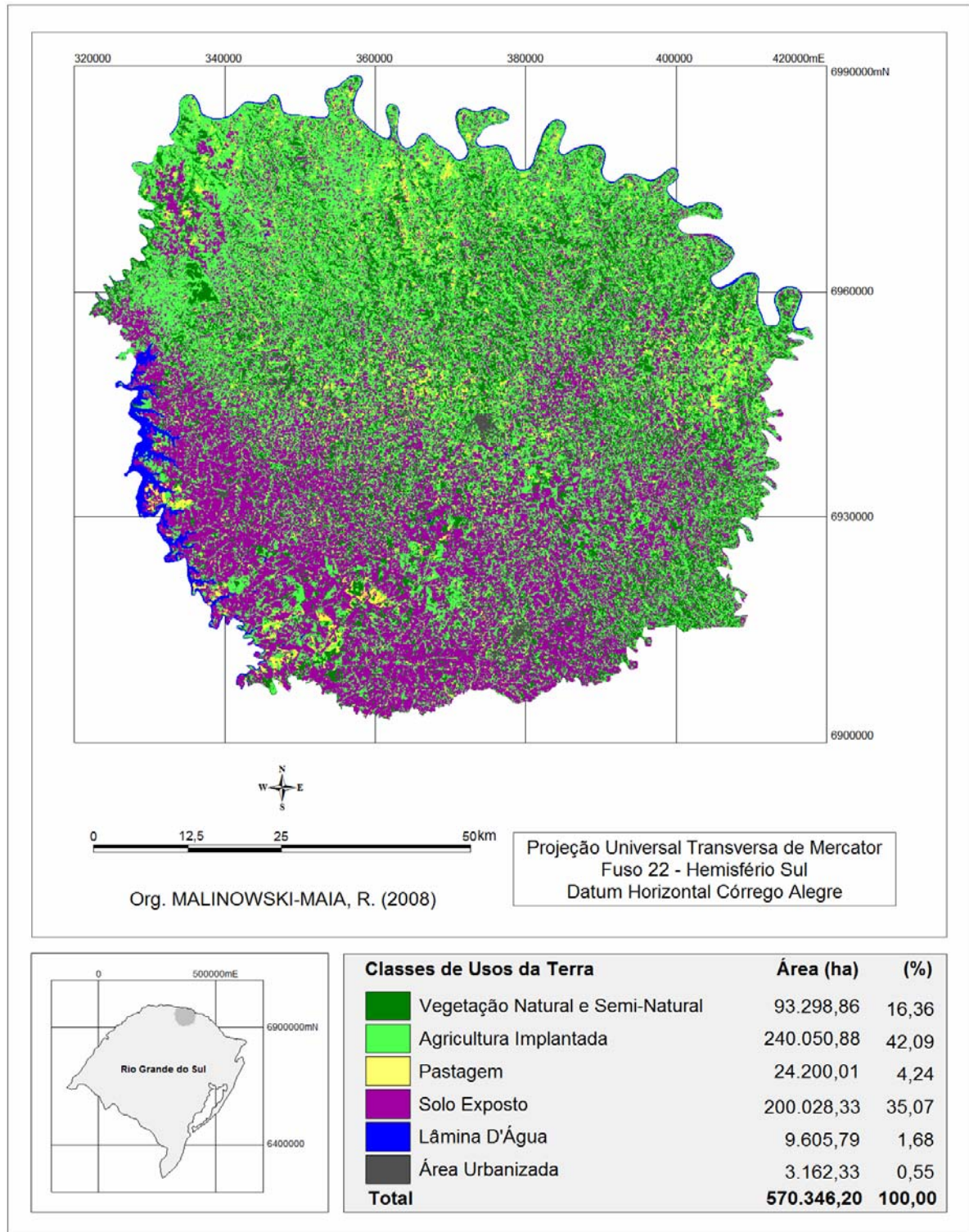


Figura 14. Carta de Usos da Terra na Microrregião Geográfica de Erechim em 1984.

Foram observadas variações da área de vegetação natural e semi-natural ao longo dos anos, as quais apresentaram ampliação entre os anos de 1984 e 1992 (28.933,47 ha), seguida de uma redução para o ano de 2002 (30.571,38 ha), mantendo-se em apenas 16% da área total da região em 2002.

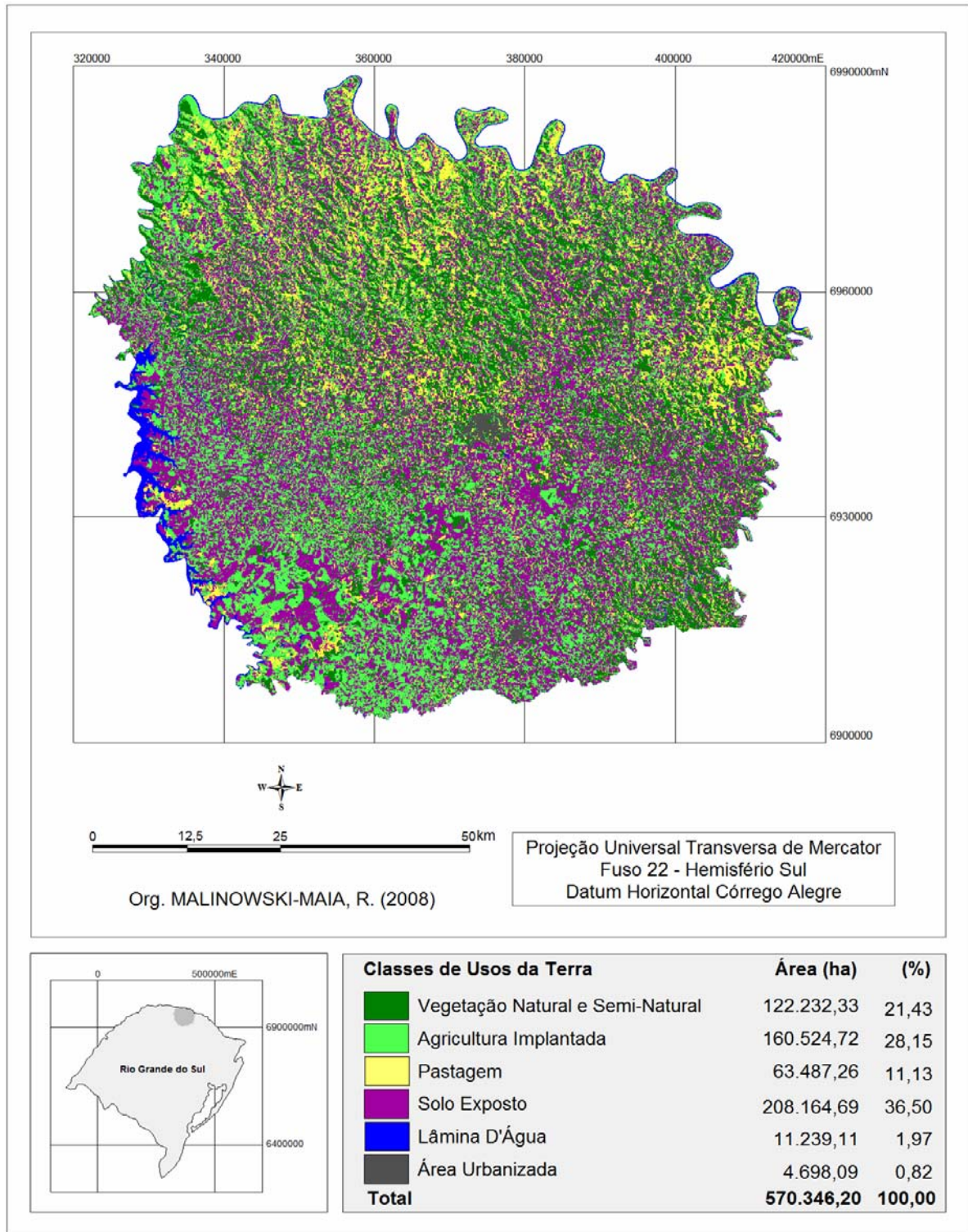


Figura 15. Carta de Usos da Terra na Microrregião Geográfica de Erechim em 1992.

Ocorreram algumas variações nos percentuais de ocupação das classes referentes à lâmina d'água e área urbanizada, devido à implementação da Usina Hidrelétrica de Ita/SC, em 1998 e da expansão urbana dos municípios que integram a região, respectivamente.

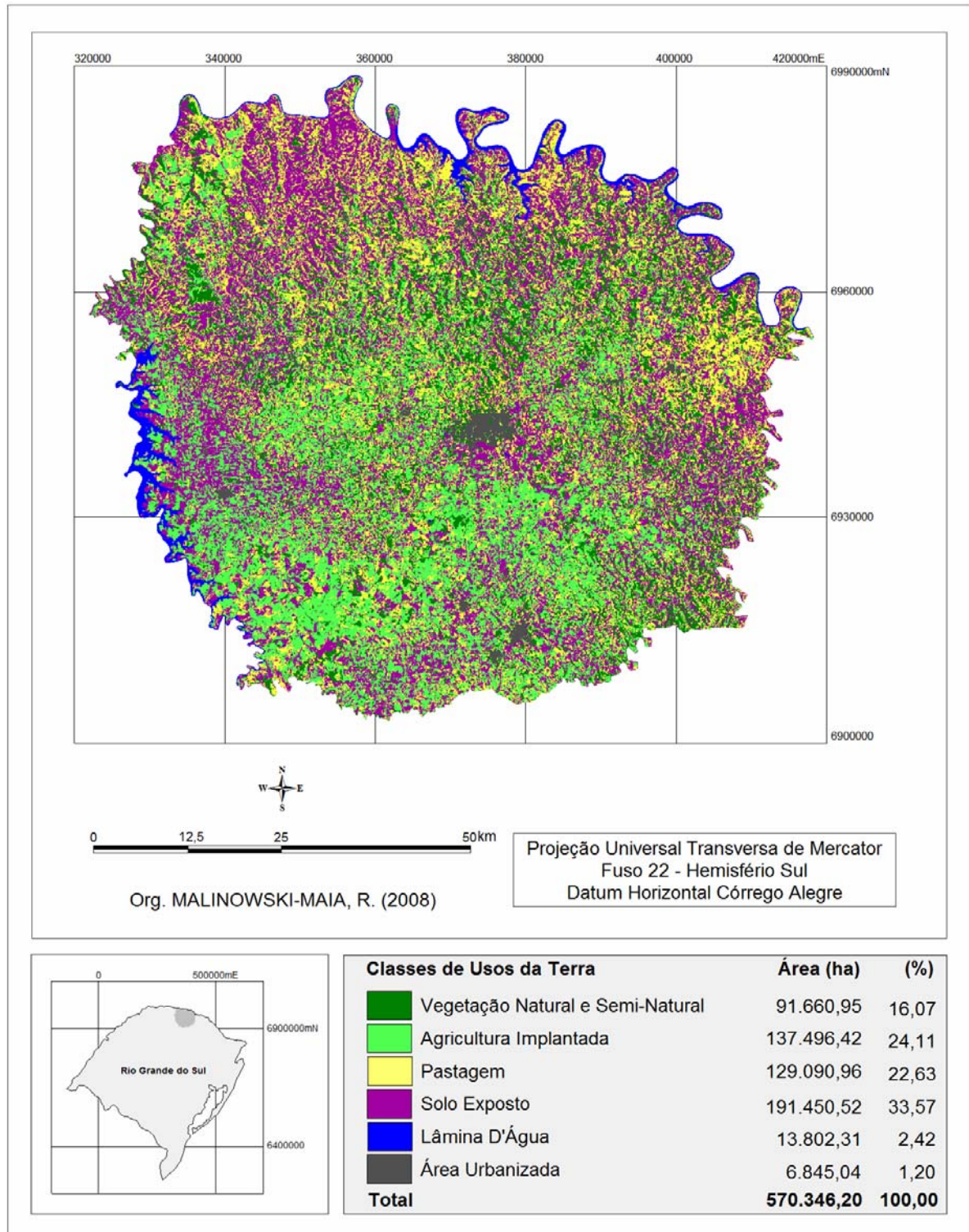


Figura 16. Carta de Usos da Terra na Microrregião Geográfica de Erechim em 2002.

A região pode ser definida em duas porções distintas quanto à topografia, sendo que ao norte apresenta relevo forte ondulado e montanhoso, com a formação de vales nos vários tributários do Rio Uruguai, predominando atividades agropecuárias geralmente de subsistência. Já ao sul a atividade agrícola mecanizada prevalece devido ao relevo suave ondulado, o qual possibilita o desenvolvimento das monoculturas de soja e trigo, principalmente (**Figura 17**). Estas características representam fator importante na conservação dos remanescentes até o presente, impossibilitando o uso agrícola em áreas de grande declive, por exemplo.



Figura 17. Características topográficas distintas: A) Região norte da área de estudo, evidenciando áreas montanhosas com vegetação florestal. B) Região sul da área de estudo, demonstrando áreas com relevo suavemente ondulado, com predomínio de monocultura de soja.

Org. MALINOWSKI-MAIA, R. (2008).

Fotos: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

4.2 Dinâmica de Perda, Fragmentação e Regeneração de Habitats

Os pesquisadores em Ecologia de Paisagens referem-se à fragmentação como um processo que envolve a perda de *habitats*, a divisão destes em fragmentos menores, bem como o isolamento destes fragmentos em uma matriz alterada (FORMAN e GODRON, 1986; MURCIA, 1995; ANDRÉN, 1994; TANIZAKUI e MOULTON, 2000), devido à redução em área dos *habitats* por meio do desmatamento realizado para diferentes fins.

É de senso comum que a redução de áreas naturais consiste na abrupta destruição de *habitats*, os quais são substituídos por outros ecossistemas, essencialmente antropizados. Segundo Fahrig (2003) a literatura fornece a evidência forte que a perda do *habitat* tem grandes efeitos, consistentemente negativos sobre diferentes espécies, constituindo assim a principal ameaça à biodiversidade terrestre.

Conforme verificado anteriormente, não ocorreram perdas aparentes na área total ocupada por vegetação entre 1984 e 2002 (0,29%), podendo-se sugerir que a regeneração ocasionada pelo abandono do solo em áreas mais declivosas, por exemplo, pode ter compensado a área de vegetação perdida devido a desmatamentos em locais com relevo mais plano, propício ao desenvolvimento agrícola. Desta forma, as maiores perdas de *habitat* ocorreram no período anterior a 1984, correspondendo a mais de 83% da superfície regional.

A dinâmica do uso da terra ao longo do período de colonização da região Norte do Rio Grande do Sul ocasionou a degradação de grandes áreas naturais por meio da exploração madeireira e implantação de áreas agrícolas, bem como o avanço dos processos de desenvolvimento da agricultura, pecuária e extrativismo vegetal. De acordo com Marchiori (1991) a pressão econômica, o baixo nível de escolarização dos proprietários rurais e a inexistência de conhecimento científico para o uso sustentado deste recurso, foram responsáveis por tal depreciação.

Contudo, dados referentes à cobertura florestal do Estado do Rio Grande do Sul, demonstraram uma recuperação da floresta natural em 12% (entre os anos de 1982 e 2000), determinada pelo abandono das áreas de difícil cultivo, pela redução da mão-de-obra no meio rural e pelo maior rigor da legislação ambiental, sendo que as áreas em processo de recuperação encontram-se em fase inicial de regeneração de florestas secundárias (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2001).

Na região analisada foi verificada a regeneração de algumas áreas, concomitante a perda de outras. Como reflexo do histórico recente de perturbação, 43,6% da área de vegetação remanescente compreendem áreas de regeneração com Idade Mínima Provável de até 10 anos, sugerindo uma vegetação em estágios iniciais de sucessão, as quais podem apresentar um maior comprometimento de seus *habitats* (**Figura 18**).

Áreas que aparentemente não sofreram alterações de superfície no período analisado corresponderam 56,4% da área total de vegetação, indicando áreas de *habitat* com maior integridade.

Desta forma, apesar de representar um percentual baixo, a perda de *habitat* ocorrida na região, tem grande implicação nas modificações dos padrões ao longo do tempo, visto que afeta a biodiversidade remanescente, não apenas no que se refere à quantidade de *habitat* pela ampliação da matriz antropizada, mas também pelas alterações na qualidade e integridade destes *habitats*.

A redução da área vegetacional provoca modificações nos padrões da paisagem ao longo do tempo. Estas alterações podem ser descritas como mudanças na composição, na forma, e na configuração dos fragmentos resultantes (RUTLEDGE, 2003). Entre os 24.394 fragmentos de vegetação observados na paisagem da região no ano de 2002, mais de 86% destes possuem área reduzida inferior a cinco hectares, representando 23% da área total ocupada por vegetação (**Figura 19 e Tabela 4**).

Este quadro revela áreas com risco potencial de comprometimento da qualidade de *habitats*, visto que podem não fornecer condições de suporte necessárias para a sobrevivência de determinadas espécies da flora e da fauna com maiores exigências em termos de *habitat*. De acordo com Teixeira (1998), quanto menor o fragmento, maiores serão as influências dos fatores externos, tendo em vista que a dinâmica destes ecossistemas torna-se dirigida por estes fatores e os efeitos de borda atuam na totalidade ou na maior parte de sua área (FORMAN e GODRON, 1986).

O maior percentual de área de vegetação é representado por fragmentos de 10 a 100ha, contemplando 58%. Apenas 102 fragmentos possuem área superior a 100 ha, representando 19% da área total de vegetação, sendo a maior área correspondente a 575,19 ha. Tais fragmentos podem ser considerados em termos de área, grandes potenciais para a manutenção da biodiversidade da região.

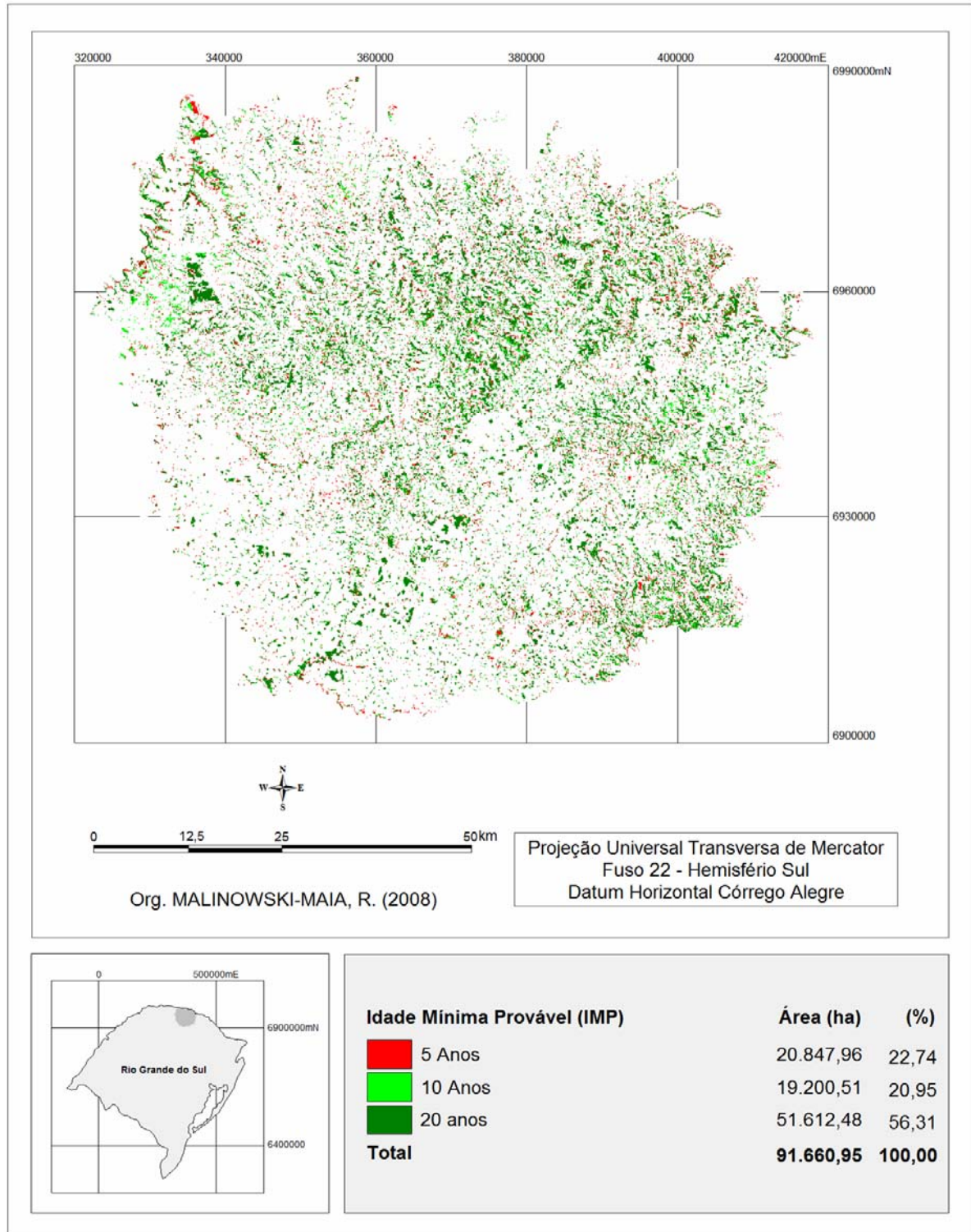


Figura 18. Idade Mínima Provável (IMP) em anos dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

A situação atual das áreas de vegetação na região é preocupante. Os pouco remanescentes não estão livres de sofrer novas perturbações. Segundo Mcgarigal e Marks (1995), a redução progressiva no tamanho de fragmentos de vegetação consiste em um

componente-chave de fragmentação de hábitat, sendo que paisagens altamente fragmentadas podem sofrer taxas mais altas de perturbação do que áreas com *habitats* mais contíguos, visto que grande parte dos efeitos adversos da fragmentação sobre organismos parece relacionar-se diretamente ou indiretamente aos efeitos da borda. Tendo em vista que as espécies animais e vegetais são freqüentemente adaptadas de maneira precisa a certa temperatura, umidade e luminosidade (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Tabela 4. Número, percentual e área (em hectares e percentual) dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de tamanho, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Classes	Fragmentos		Área	
	(N.º)	(%)	(ha)	(%)
< 5	21.242	86,33	21.443,58	23,39
5 -- 10	1.600	6,50	11.245,59	12,27
10 --50	1.503	6,11	30.836,43	33,64
50 -- 100	158	0,64	10.921,59	11,92
> 100	102	0,41	17.213,76	18,78
Total	24.605	100,00	91.660,95	100,00

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

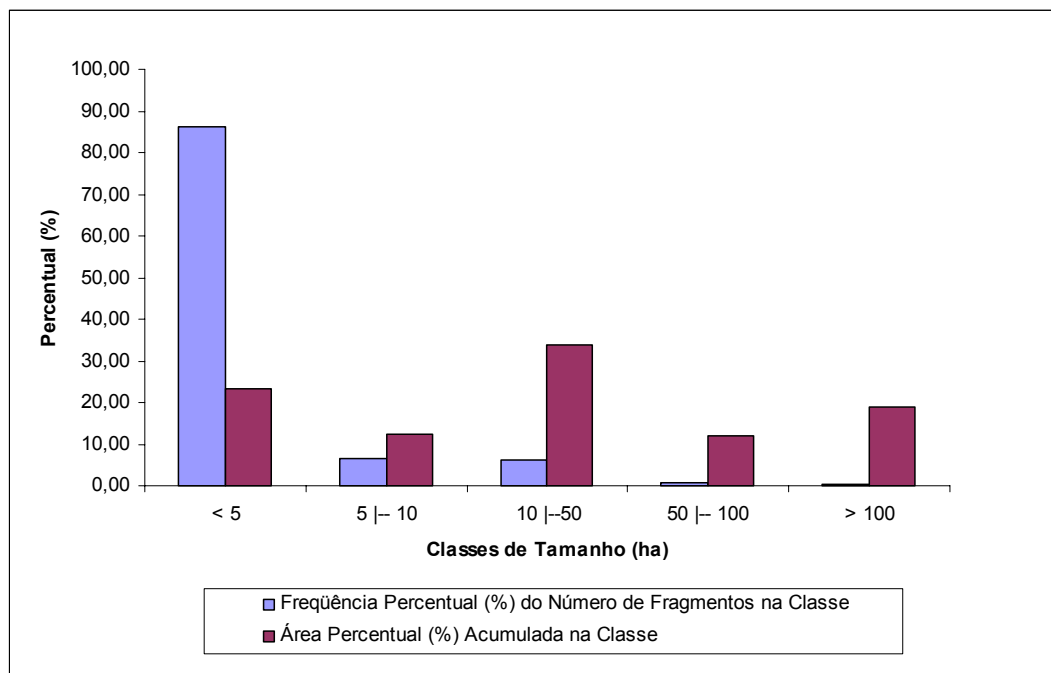


Figura 19. Distribuição da frequência e área cumulativa dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de tamanho na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Na região estudada, apenas 26% da área da vegetação se localiza no interior dos fragmentos, sendo mais de 70% é representada por área de borda (**Figuras 20**).

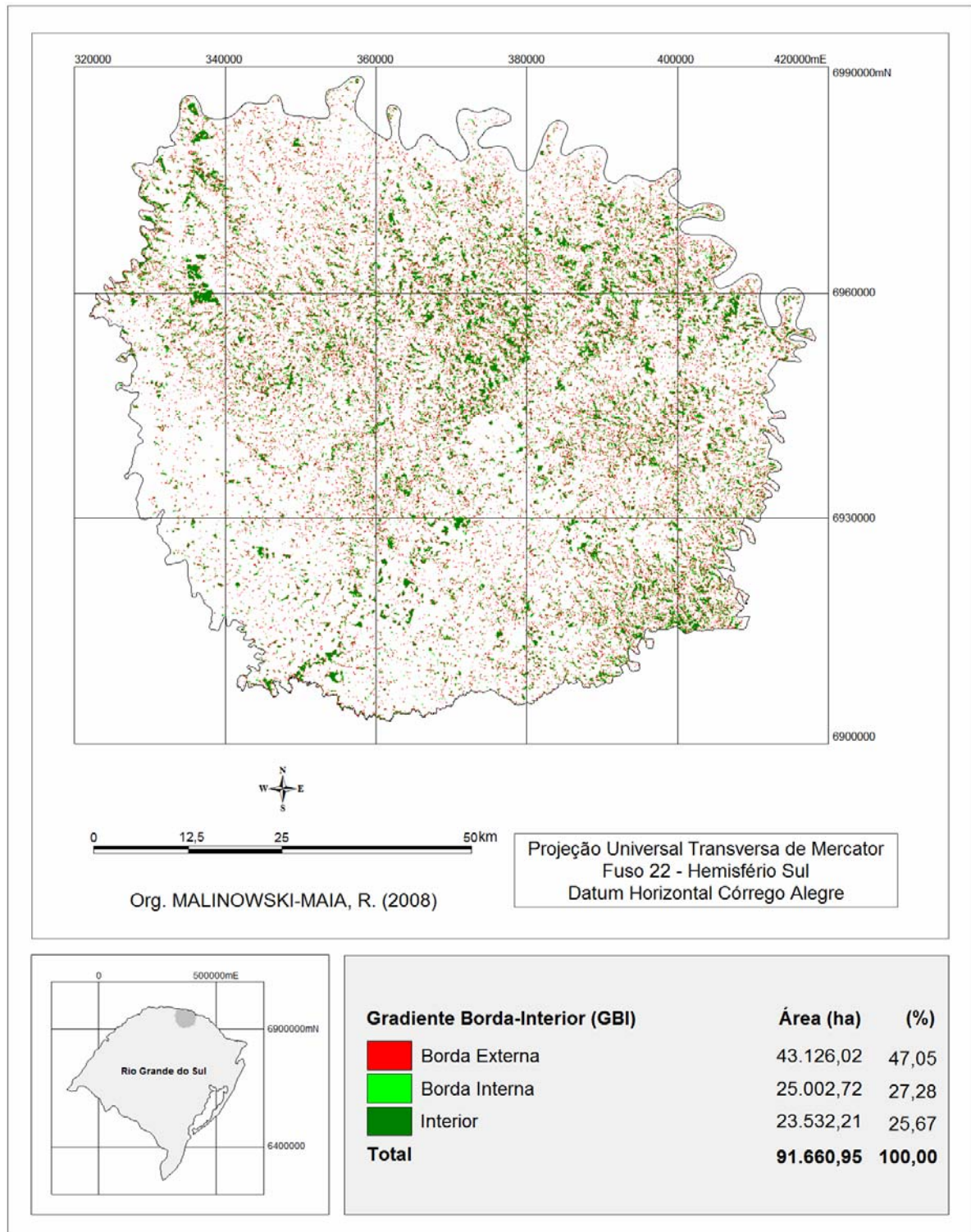


Figura 20. Gradiente Borda-Interior (GBI) dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural, na Microrregião Geográfica de Erechim.

Além disso, 56% da vegetação encontra-se em áreas que permaneceram sem alterações durante o período analisado, dos 44% restantes, 74% distribuem-se nas regiões de borda, sendo 26.612,55 ha em borda externa (30 m após a fronteira dos fragmentos), e 8.883,27 ha em borda interna, na faixa de 30 a 60 m. em direção ao interior dos fragmentos (**Figura 21 e APÊNDICE B**).

Estes valores reforçam a preocupação com a integridade da vegetação em áreas mais recentes, principalmente daquela situada nestas regiões de borda. Com diminuição da distância entre a área de borda e área núcleo ocorrem alterações no microclima dos fragmentos, tais como na luminosidade, temperatura, vento e umidade (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

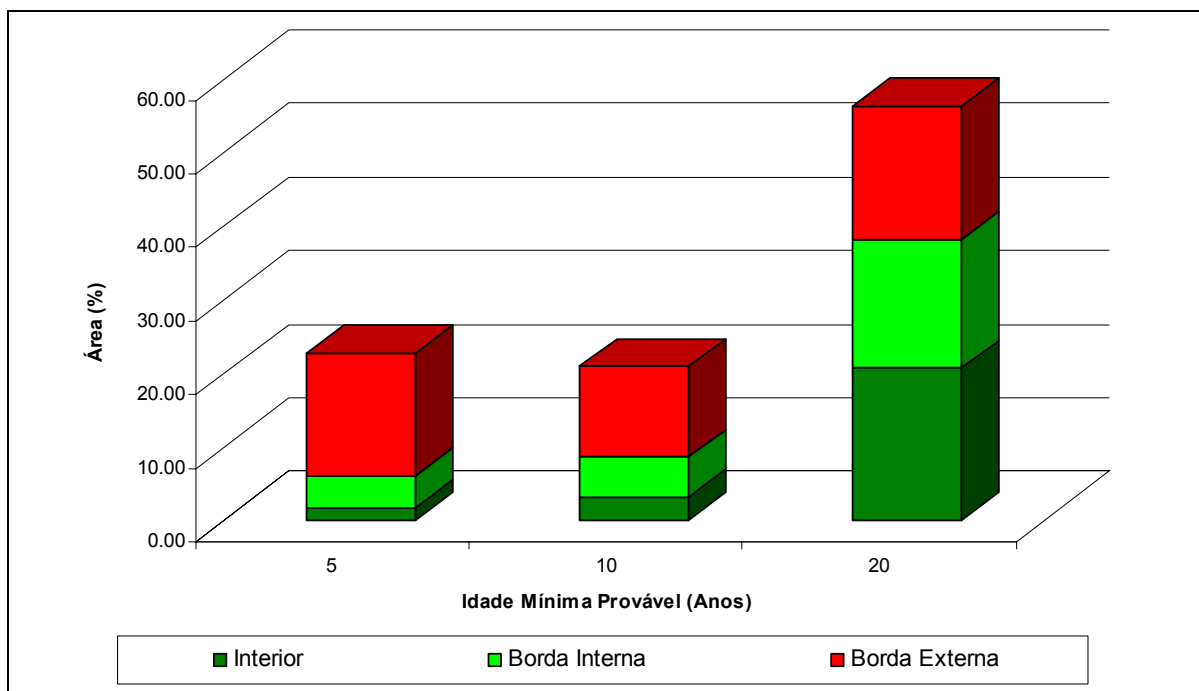


Figura 21. Representação gráfica da Idade Mínima Provável (IMP) em cada componente do Gradiente Borda-Interior (GBI).

As áreas de vegetação não alteradas ao longo do período analisado, ou seja, mais antigas na paisagem, são mais importantes não somente pela idade, mas também por contemplarem a maior quantidade de áreas de interior, esta representatividade acaba por revelar fragmentos de vegetação com áreas duplamente melhores.

Diante destes dados, os processos dinâmicos de perda, fragmentação e regeneração de *habitats* na região demonstram grande complexidade nos seus efeitos à biodiversidade (**Figura 22**). Logo, é impossível definir áreas que sejam fragmentos advindos da vegetação primitiva, ou que sejam produto de sucessão de áreas abandonadas após desmatamento e uso para fins agropastoris.

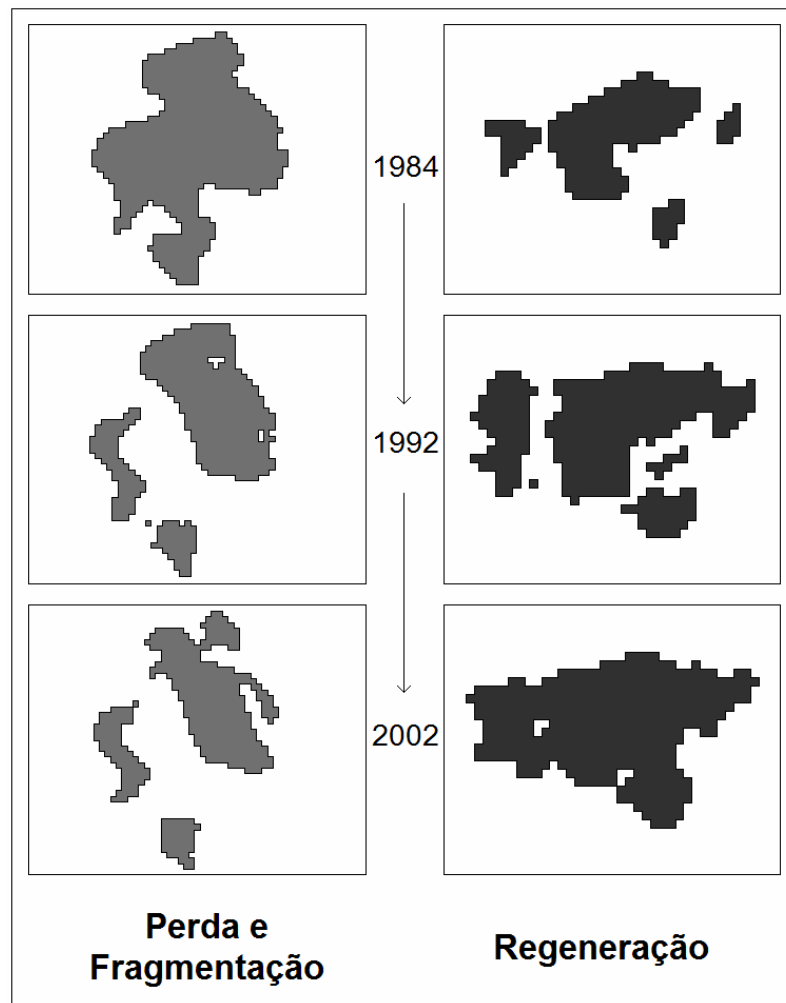


Figura 22. Amostras evidenciando a dinâmica de perda, fragmentação e regeneração de áreas de vegetação natural e semi-natural na Microrregião Geográfica de Erechim, nos anos de 1984, 1992 e 2002.

4.3 *Integridade Ecológica dos Remanescentes de Vegetação Natural e Semi-natural*

O cenário avançado de degradação das áreas naturais, devido ao histórico de perturbações ao longo do período pós-colonização, nesta região, deixa uma incógnita no que se refere à integridade da vegetação remanescente, bem como à qualidade destes *habitats*.

Neste sentido, o Indicador de Integridade Ecológica (IIE) dos remanescentes de vegetação natural e semi-natural reflete a integridade dos fragmentos em relação à sua idade e quantidade de borda, decorrente dos processos de perda e regeneração de *habitats*, e, especialmente, em relação à área e forma dos mesmos.

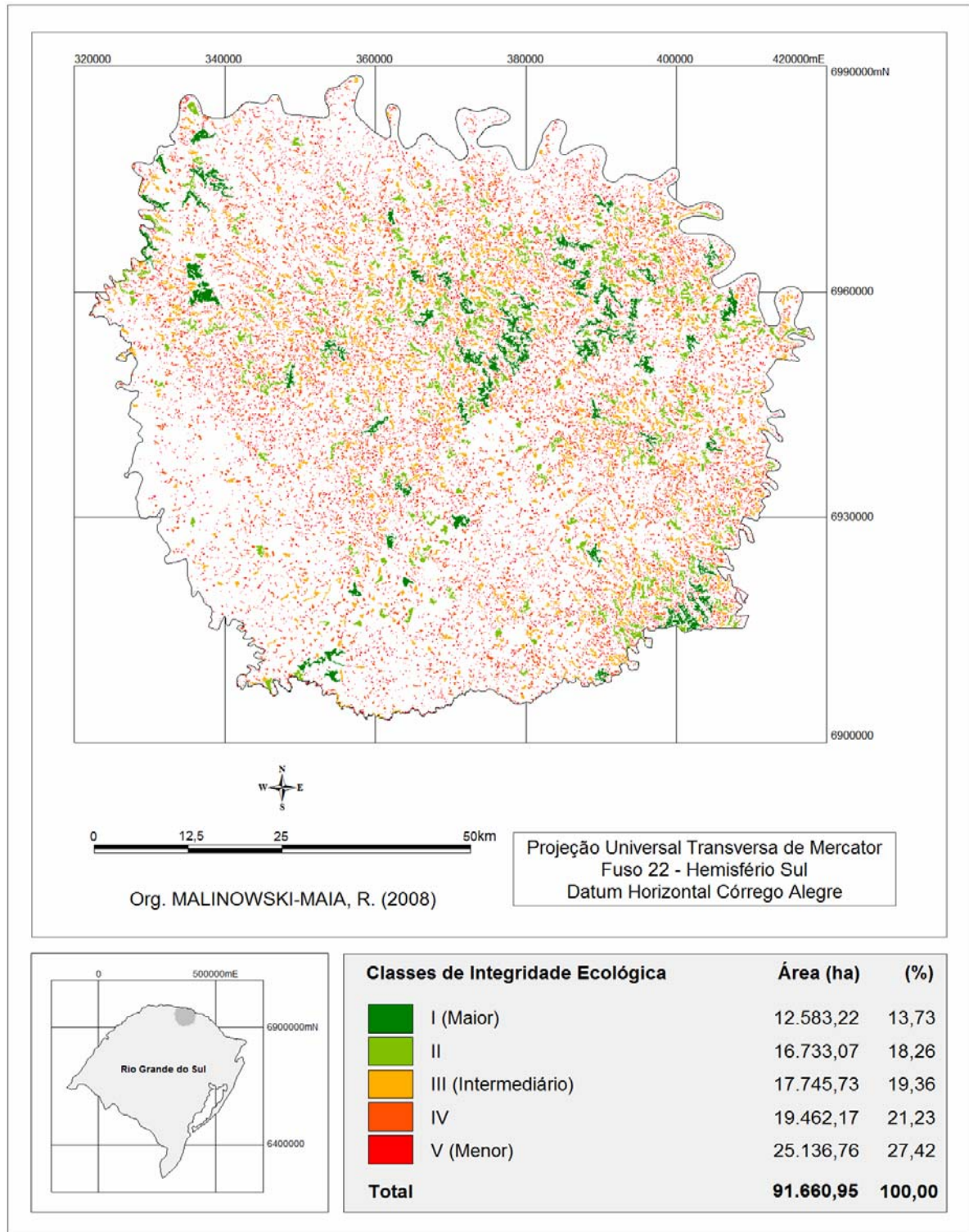


Figura 23. Indicador de Integridade Ecológica dos Fragmentos de Vegetação Natural e Semi-natural na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Para a Microrregião Geográfica de Erechim (**Figura 23**), obteve-se uma variação do IIE entre zero e 95, sendo que mais de 96% dos fragmentos foram classificados entre as classes de menor integridade (IV e V), representando 48% da área total de vegetação. Fragmentos com integridade classificada como intermediária somaram 2,6%. Apenas 1,3% dos fragmentos, ou seja, 32% do total da vegetação, compreendendo 308 remanescentes (**APÊNDICE C**), o que revela áreas que apresentam maior relevância para conservação da biodiversidade, visto o indicativo de que, apesar da dinâmica de perda, fragmentação e regeneração, são áreas com maior integridade de *habitats*.

Diante disto, a integridade dos *habitats* remanescentes, bem como seu valor ecológico para a conservação de comunidades e espécies têm sido agravadas nas décadas mais recentes, gerando maior preocupação do que a redução em superfície desses *habitats*, a qual ocorreu fortemente em período anterior ao analisado.

Os dados obtidos demonstram coerência entre o modelo e as bases conceituais da ecologia no que se refere à implicação dos efeitos do tamanho, forma e borda em fragmentos, relacionado com a integridade de áreas há mais tempo conservadas, indicando assim maiores valores para áreas que há menos tempo sofreram alterações e que estão situadas em regiões mais próximas do núcleo dos fragmentos. Estas áreas representam também locais com maior resiliência no caso da ocorrência de alguma perturbação ambiental, estando menos suscetíveis às conseqüências graves que podem afetar direta ou indiretamente as espécies.

4.4 Suscetibilidade dos Fragmentos aos Riscos Ambientais

A análise da suscetibilidade aos riscos ambientais de cada fragmento, baseada nos fatores relacionados com a distância à cobertura florestal, distância à rede hidrográfica, proximidade aos centros urbanos e proximidade à malha viária, permitiu a identificação de fragmentos com maior e menor sensibilidade a possíveis riscos ambientais (**Figura 24**).

Tais fragmentos, classificados com menor valores de suscetibilidade aos riscos (classes IV e V), apresentam uma maior proximidade com as áreas de vegetação vizinhas, representando áreas com maior conectividade, bem como constituem fragmentos mais próximos de corpos d'água, ampliando assim a diversidade de *habitats* nestes remanescentes ou próximos à eles. Além disso, podem ocorrer com mais facilidade os fluxos de energia, a

migração, dispersão e re-colonização de diferentes espécies entre estes fragmentos, como também entre outros vizinhos, reduzindo assim a possibilidade de extinção local de espécies.

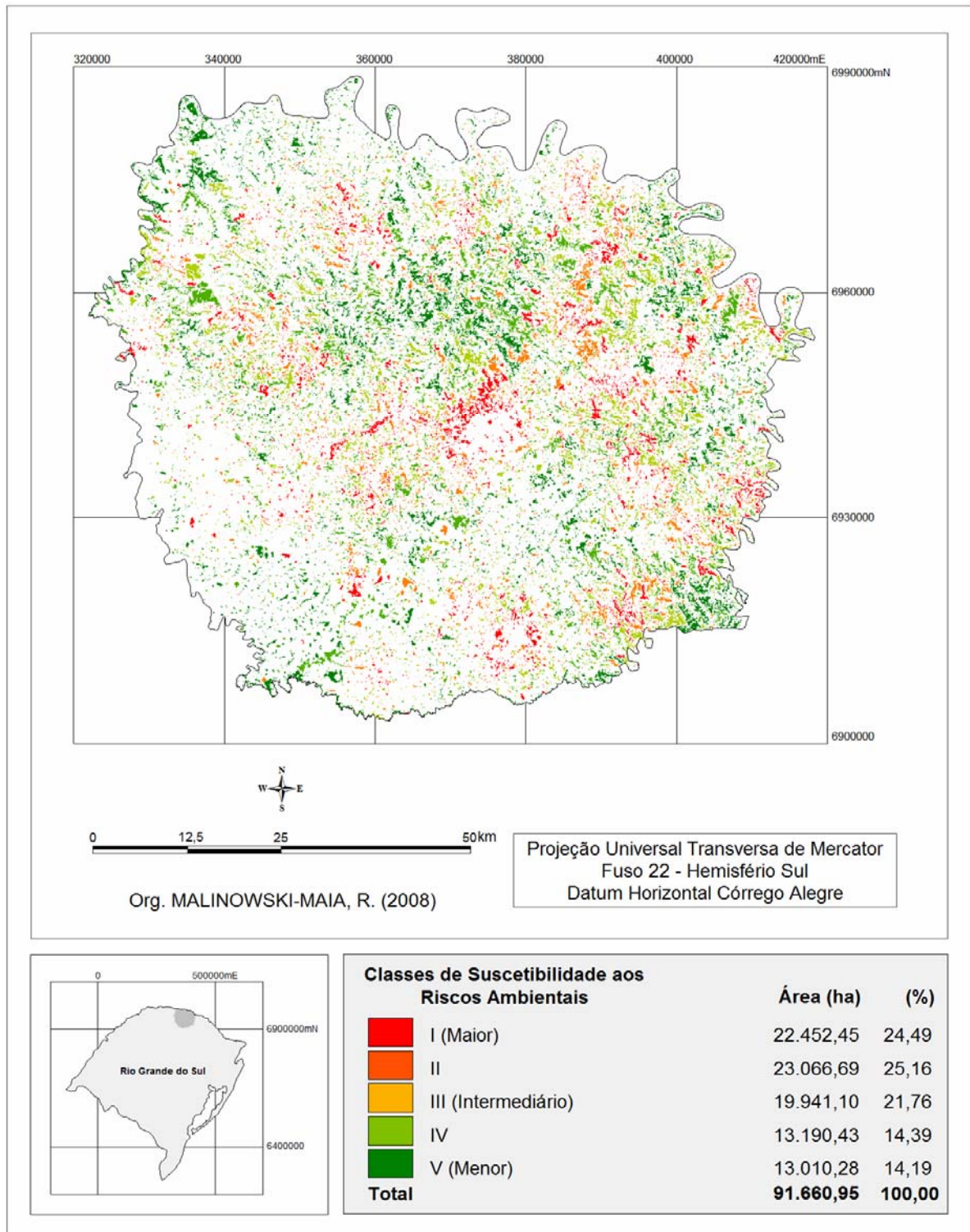


Figura 24. Carta de Suscetibilidade a Riscos Ambientais dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Estas áreas de vegetação identificadas também são menos sensíveis aos riscos ambientais relacionados com a redução de área de vegetação, domesticação e atropelamento, além dos riscos tecnológicos, como poluição, relacionados com áreas urbanizadas, as quais apresentam matrizes de uso com baixa porosidade para migração de animais e dispersão de muitas espécies. No que se refere aos riscos derivados da proximidade à malha viária, estes podem ser determinados pela redução direta ou indireta de vegetação, fragmentação, além de acessibilidade às áreas de vegetação, atropelamento de fauna e suscetibilidade à erosão.

Os valores obtidos na análise revelaram que 37% dos fragmentos estão menos sujeitos aos riscos ambientais citados, classificados em escala de menor risco (classes IV e V), representando 50% da área total de vegetação. Com risco intermediário (classe III) foram contabilizados 25% dos fragmentos. Áreas com maiores riscos (classes I e II) totalizaram 38% dos fragmentos, ou seja, mais de 26.000 ha de vegetação (**APÊNDICE D**).

4.5 Áreas Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade

A **figura 25** apresenta os fragmentos de vegetação de acordo com a classe de prioridade para conservação, sendo considerada a integridade ecológica e a suscetibilidade aos riscos ambientais de cada fragmento.

Mais de 97% dos fragmentos foram classificados como sendo de menor prioridade para conservação, representados pelas classes IV e V, um total de 59% de toda a área ocupada por vegetação. Estes fragmentos são constituídos por uma vegetação mais recente na paisagem, que pode ou não estar em fase de sucessão, e caracterizados por tamanhos menores e conseqüente área de interior reduzida ou inexistente, contudo representam áreas que podem ser utilizadas como eventuais “trampolins ecológicos”. Devido à pressão antrópica ao longo do tempo, estes fragmentos estão sujeitos à redução adicional de suas áreas, bem como à perda total no caso dos pequenos fragmentos localizados em áreas urbanizadas ou de agricultura intensiva.

Foram classificados com prioridade intermediária 1,8% dos remanescentes, integrando fragmentos mais alongados com características de “corredores ecológicos”. Apenas 177

fragmentos foram classificados como de maior prioridade (133 na classe II e apenas 44 na classe I), compreendendo aproximadamente 20.000 hectares de vegetação (APÊNDICE E).

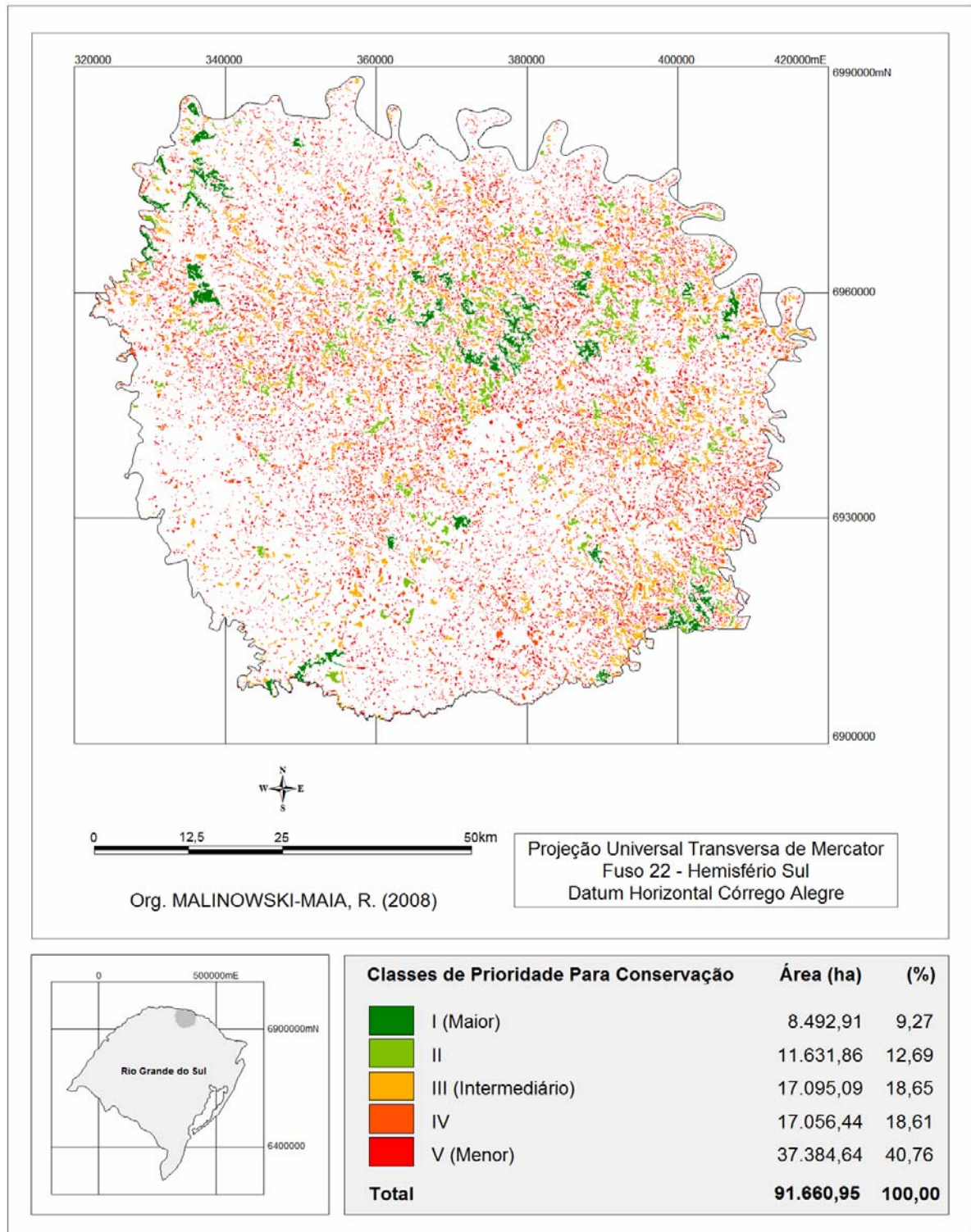


Figura 25. Carta de Áreas Prioritárias para Conservação na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Estas áreas, classificadas como de maior prioridade, podem ser consideradas fragmentos-chave, os quais possuem a maior parte de sua vegetação com maior idade, persistindo na paisagem ao longo de 18 anos, bem como apresentam características de forma e área relevantes, além de maior quantidade de áreas de interior, contemplando áreas com maior integridade ecológica e menor suscetibilidade aos riscos ambientais.

Dentre estas áreas, classificadas como de maior prioridade (classe I), estão contemplados fragmentos objeto de alguns estudos do Grupo de Pesquisa em Planejamento, Gestão e Educação Ambiental da URI - Campus de Erechim. Notoriamente, em Marcelino Ramos e Faxinalzinho, onde está em tratativa a criação de Unidades de Conservação (UCs).

Nesta perspectiva, o presente trabalho traz contribuições às decisões antes tomadas de maneira arbitrária por instituições e empresas, além de gerar subsídios para a futura implementação de novas áreas de conservação e da ampliação da RBMA na região.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho aborda uma paisagem como uma unidade com dinâmica espaço-temporal, a qual foi sujeita a diferentes históricos de perturbações e cujas áreas naturais encontram-se extremamente fragmentadas.

As análises evidenciaram que a conservação de grandes áreas na região constitui, de fato, algo quase que remoto, tendo em vista inexistência de remanescentes com tamanho relativamente grande. De acordo com dados brutos referentes à área dos fragmentos, apenas um remanescente possui área superior a 500 hectares, ressaltando a atenção para estratégias que contemplem soluções reais, como por exemplo, a proposição de uma rede de fragmentos que apresentem interesse marcante, mesmo tendo menores extensões.

Desta forma, os dados obtidos orientam à identificação de fragmentos-chave com maior potencial para a conservação da biodiversidade regional. Tal esforço se sustenta no intuito de gerar subsídios para a ampliação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, a qual na sua configuração atual, no extremo Norte do Rio Grande do Sul, considera áreas protegidas se estendendo até a região costeira do Oceano Atlântico, contudo, não contempla a Microrregião Geográfica de Erechim.

Tal descontinuidade, principalmente relacionada com a escassez de pesquisas e inexistência de grandes áreas florestais contíguas na região, evidencia a escassez de áreas destinadas à conservação, e também a falta de implementação definitiva das já delimitadas. Contudo, nos últimos anos a preocupação com a conservação da biodiversidade remanescentes tem sido foco de variados estudos na região, o que tem ampliado a gama de informações sobre a paisagem e a biodiversidade regional.

Neste sentido, o presente estudo vem reforçar e gerar bases efetivas, bem como incentivos para pesquisas já em andamento, desde análises voltadas à ecologia de ecossistemas referentes a estudos de populações e comunidades de flora e fauna, até as direcionadas à ecologia de paisagens, como configuração e fragmentação. As informações obtidas neste estudo reforçam a percepção da sociedade, de empresas e acadêmicos sobre áreas importantes para a conservação na região.

A proposta de identificação de áreas prioritária para a conservação na região constituiu um primeiro passo para a implementação de uma rede de áreas destinadas à conservação, tendo em vista a ampliação da RBMA ou até mesmo, em etapa posterior, a delimitação de um corredor ecológico de biodiversidade.

Apesar de 99% dos fragmentos apresentarem valor de prioridade entre intermediário e baixo, estes fragmentos eventualmente podem servir como “trampolins ecológicos” e “corredores ecológicos” para diferentes espécies de fauna, sendo assim, não devem ser descartados de programas que visem a conservação da biodiversidade, visto a sua importância para a conectividade, permitindo assim diferentes fluxos na paisagem.

Neste sentido, a proteção e, sobretudo, o manejo dos fragmentos remanescentes na região tornam-se prioritários, no sentido de reduzir o risco de degradação destes *habitats*, o qual acaba sendo ainda maior com o passar do tempo pela falta de fiscalização. Neste sentido, a fim de garantir uma gestão efetiva destas áreas, seria necessário a integração de políticas públicas, instrumentos regulatórios e de incentivo à proteção, restauração e recuperação de áreas naturais e a colaboração de diferentes setores da sociedade, integrando agências, ONGs, empresas, universidade e outras parcerias, no sentido de delinear e direcionar estudos de longa duração nestas áreas.

A implementação de um Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), caracterizado por um projeto amplo, norteador de variados projetos menores que poderão ser desenvolvidos a fim de propiciar o entendimento e a obtenção de respostas às questões encontradas dentro de um contexto mais amplo, parece ser uma alternativa interessante no que se refere à conservação e manejo biorregional.

Tais perspectivas abrem horizontes para a manutenção dos recursos restantes e orientam possíveis ações relacionadas à ampliação do número e da superfície das áreas naturais na paisagem. A elaboração e implementação de tais projetos também se relaciona à agregação de valor aos produtos gerados no meio rural, constituindo, portanto, alternativas viáveis no cenário onde as atividades rurais seguem um modelo próprio de agricultura familiar, podendo contribuir assim para a economia da região sem a necessidade da ampliação das áreas agrícolas.

A exploração do potencial turístico com programas de incentivo ao turismo rural pode ser considerada uma alternativa em termos econômicos, sociais e ambientais, bem como a

implementação de áreas agroflorestais, principalmente nas regiões onde prevalece a agricultura familiar, além de projetos voltados à recuperação de áreas que deveriam obrigatoriamente constituir áreas de preservação permanente, possibilitando o reestabelecimento da conectividade entre fragmentos e auxiliando na manutenção dos recursos hídricos.

Tendo ciência do enorme desafio para a implementação de programas que visem a conservação biorregional no Norte do Rio Grande do Sul, este estudo culminou na identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na Microrregião Geográfica de Erechim, levando em consideração critérios relacionados à integridade ecológica e à suscetibilidade aos riscos ambientais.

Neste sentido, avaliação da integridade ecológica integrada à análise da suscetibilidade aos riscos ambientais dos remanescentes de vegetação sujeitos aos processos de perda, fragmentação e regeneração de *habitats* mostrou-se efetiva na identificação destas áreas, podendo *a priori* ser uma alternativa em curto e médio prazo para o ranqueamento de áreas com potencial para conservação em outras regiões.

6. REFERÊNCIAS

ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, 71: 355-66, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Boletim nº 30. Recife, 1973. p. 67-72.

BRASIL. **Decreto Federal Nº. 750**, de 10 de fevereiro de 1993, Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 14 de dez. 1997.

BRASIL. **Lei Federal Nº. 11428**, de 22 de dezembro de 2006, Diário Oficial da União. n.246. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de dez. 2006.

BROOKS, T. M.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONESCA, G. A. B. da; RYLANDS, A. B.; KONSTANT, W. R.; FLICK, P.; PILFRAM, J.; OLFIELD, S.; MAGIN, G.; HILTON-TAYLOR, C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**, 16: 909-923, 2002.

CASSOL, E.; PIRAN, N. Formação Geo-História de Erechim. **Perspectiva**, Erechim (1): 5-53, set., 1975.

CAVALINI, M. M. **Agricultura tradicional, composição paisagística e conservação de biodiversidade na região sul mineira: subsídios ao desenvolvimento rural sustentável**. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos : UFSCar, 2001. 205 p.

CORRÊA, F. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: Roteiro para o Entendimento de seus Objetivos e seu Sistema de Gestão**. Caderno nº 2. Série Gestão da RBMA. São Paulo: CETESB, 1996. 49 p.

COSTA, J. P. O. **Avaliação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: Cinco anos depois de seu reconhecimento pelo programa MaB-UNESCO**. Caderno nº 2. Série Gestão da RBMA. São Paulo: CETESB, 1997. 49 p.

COSTA, R. B. da. (Org.) **Fragmentação Florestal e Alternativas de Desenvolvimento Rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. 246 p.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira**. Paulo. Companhia das Letras, 1997. 484 p.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. **Cartas Topográficas**. Porto Alegre: DSG, 1979.

FAHRIG, L. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. **Journal of Wildlife Management**. 61: 603-610, 1997.

FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology and Systematic**, 34: 487-515, ago., 2003.

FREITAS, S. R. e CRUZ, C. B. M. Índices de Vegetação na Caracterização de Fragmentos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Belo Horizonte, INPE, 5-10 abril 2003.

FONSECA, G. A. B., L. P. PINTO; A. B. RYLANDS. Biodiversidade e unidades de conservação. In **Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Conferências e Palestras**. p. 189-209. Universidade Livre do Meio Ambiente, Rede Pró-Unidades de Conservação e Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 1997.

FORMAN, R. T.T. e GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995–2000**. Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, São Paulo, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. UFSM - Departamento de Ciências Florestais: Santa Maria, 2001.

GROOT, R. S. de. **Functions of Nature**: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Amsterdam: Wolters-Noordhoff, 1992. 315 p.

GUSTAFSON, J. E. Quantifying landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? **Ecosystems**, 1: 143-156, 1998.

HANSKI, I. A. e GILPIN, M. E. **Metapopulation biology**: ecology, genetics, and evolution. Academic Press: San Diego-London, 1997.

HERINGER, H. e MONTENEGRO, M. M. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Conservation International do Brasil, 2000. 40 p.

HERO, J. M.; RIDGWAY, T. Declínio Global de Espécies. In. ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; VAN-SLUYS, M.; ALVES, M. A. S. **Biologia da Conservação**: Essências. São Carlos: RiMA, 2006.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: Dez. de 2007.

IBGE. **Divisões das Microrregiões**. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogramas/microrregiao.html>>. Acesso em: Dez. de 2007.

IBGE. **Mapa de Climas do Brasil**. 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm>. Acesso em: Dez. de 2007.

LIMA, M. L. F. C. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco**: Situação atual, ações e perspectivas. Caderno nº 12. Série Gestão da RBMA. São Paulo: CETESB, 1998. 45 p.

MARCHIORI, J. N. C. Florestas Nativas Privadas: uma análise fitogeográfica e histórica do problema no Rio Grande do Sul. Seminário Sobre a Situação Florestal do Rio Grande do Sul. **Anais**. Santa Maria, 1991. p. 21-27.

MCGARIGAL, K. & MARKS, B. J. **FRAGSTATS**: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. General Technical Report, 1995.

METZGER, J. P. O que é Ecologia da Paisagem. In: **Biota Neotropica**, v 1 (1), 9 p., nov., 2001. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN00701122001>.

METZGER, J. P. Uma visão da global fragmentação. **Revista Página** 22, p 55-57, fev., 2007.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R. & MITTERMEIER, C.G. **Megadiversity**: Earth's Biologically Wealthiest Nations. Mexico: Cemex, Agr. Sierra Madre, 1997.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B. da.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n 1, p. 14-21, 2005.

MONTEIRO, K.V. (Coord.). **Mata Atlântica**: A Floresta em que vivemos. Porto Alegre: Núcleo de amigos da Terra, 2003. 64 p.

MURCIA, C. Edge Effects in Fragmented Forests: Implications for Conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 308 p.

PAESE, A.; SANTOS, J. E. Ecologia da paisagem: abordando a complexidade dos processos ecológicos. p. 1-21. In: SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; HENKE-OLIVEIRA, C.; PIRES, A. M. Z. C. R. (Orgs.) **Faces da Polissemia da Paisagem**: Ecologia, Planejamento e Percepção. v. 1. São Carlos: RiMa, 2004.

PIRAN, N. O. **Contribuição ao Estudo do Clima de Erechim**. 150 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia, UNSP, Rio Claro/SP, 1982.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Ed. Rodrigues, 2001. 327 p.

CNRBMA. Conselho Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 2004. **Fases de Reconhecimento da RBMA pela UNESCO**. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/rbma/rbma_1_historico.asp>. Acesso em: Dez. de 2007.

RUTLEDGE, D. **Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process? Doc Science Internal Series 98**. Department of Conservation, Wellington, New Zealand, 2003.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. dos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: a review. **Conservation Biology**, 1: 18-32, 1991.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from Fragmentation Research: Improving Management and Policy Guidelines for Biodiversity Conservation. **Conservation Biology**, 19 (3), 734–739, 2005.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, 1(1): 132-138, 2005.

TANIZAKI, K. e MOULTON, T. P. A Fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a Perda de Biodiversidade. In: BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S. & VAN SLUYS, M. (Orgs.). **A Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ/FAPERJ, 2000. 168p.

TEIXEIRA, C. V. **Florística e Estrutura da Borda de um Fragmento Florestal em São Paulo (SP)**. 182 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

TURNER, I. M; COLLET, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, 11: 8, 1996.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. **Annual Review of Ecology and Systematic**, 20, p.171-197, 1989.

VIANA, M.V.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez., 1998.

VIANA, V. M. **Biologia e Manejo de Fragmentos de Florestas Naturais**. In. **Anais do 6º Congresso Florestal Brasileiro**. SBS/SBEF: Campos do Jordão, v. 1, Setembro 1990, p. 113-118.

VIANA, V. M. Conservação da Biodiversidade de Fragmentos de Floresta Tropicais em Paisagens Intensivamente Cultivadas. In.: FONSECA, G. A. B.; SCHMINK, M.; PINTO, L. P. S.; BRITO, F. (Eds.) **Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra do Novo Mundo**. Anais da Conferência Internacional “On Common Ground: Interdisciplinary Approaches to Biodiversity Conservation and Land Use Dynamics in the New World”, Conservation International, Universidade Federal de Minas Gerais e University of Florida. Belo Horizonte, Brasil, Dez. de 1993.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Estatística descritiva dos valores das categorias oriundas da combinação entre IMP e GBI, obtidos por um procedimento “*ad hoc*”

Estatística	Interior X >20 Anos	Interior X 10 Anos	Interior X 5 Anos	B Interna X >20 Anos	B Interna X 10 Anos	B Interna X 5 Anos	B Externa X >20 Anos	B Externa X 10 Anos	B Externa X 5 Anos
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Max.	1	1	1	1	0.8	0.7	0.8	0.5	0.5
Min.	1	0.5	0.2	0.7	0.4	0.2	0.4	0.25	0.1
Amplitude	0	0.5	0.8	0.3	0.4	0.5	0.4	0.25	0.4
Média	1	0.74	0.545	0.77	0.555	0.385	0.545	0.385	0.265
Mediana	0	0.25	0.4	0.15	0.2	0.25	0.2	0.125	0.2
Variância	0	0.031	0.077	0.008	0.021	0.036	0.015	0.007	0.016
Desvio Padrão	0	0.176	0.277	0.092	0.146	0.189	0.121	0.082	0.125
Coefficiente de Variação	0	23.793	50.888	11.934	26.334	48.996	22.242	21.252	47.107
Erro da Média	0	0.056	0.088	0.0291	0.046	0.060	0.038	0.026	0.039
T-Student	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262
Intervalo de Confiança	0	0.126	0.198	0.066	0.105	0.135	0.087	0.058	0.089

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

APÊNDICE B. Área em hectares e percentual obtidos para as nove categorias oriundas da combinação entre IMP e GBI, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Idade	Gradiente Borda Interior (GBI)					
	Mínima	Borda Externa		Borda Interna		Interior
Provável (IMP)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
5 Anos	15.322,68	16,72	3.900,15	4,25	1.625,13	1,77
10 Anos	11.289,87	12,32	4.983,12	5,44	2.927,13	3,19
20 Anos	16.513,47	18,02	16.119,45	17,59	18.979,56	20,71
Total	43.126,02	47,05	25.002,72	27,28	23.532,21	25,67

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

APÊNDICE C. Número e percentual de fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de integridade ecológica, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Classes	Intervalo	N.º de Fragmentos	% de Fragmentos
I (Maior)	16,62 -- 95,0	74	0,30
II	5,71 -- 16,62	244	0,99
III (Intermediário)	2,15 -- 5,71	650	2,64
IV	0,64 -- 2,15	1.963	7,98
V (Menor)	0,0 -- 0,64	21.674	88,09
Total		24.605	100,00

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

APÊNDICE D. Número e percentual de fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de suscetibilidade aos riscos ambientais, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Classes	Intervalo	N.º de Fragmentos	% de Fragmentos
I (Maior)	46,0 -- 50,0	2.737	11,12
II	45,01 -- 46,0	6.304	25,62
III (Intermediário)	43,02 -- 45,01	6.190	25,16
IV	39,93 -- 43,02	4.364	17,74
V (Menor)	0,0 -- 39,93	5.010	20,36
Total		24.605	100,00

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.

APÊNDICE E. Número e percentual de fragmentos de vegetação natural e semi-natural por classes de prioridade para conservação, na Microrregião Geográfica de Erechim, RS.

Classes	Intervalo	N.º de Fragmentos	% de Fragmentos
I (Maior)	290 -- 1.320	44	0,18
II	90 -- 290	133	0,54
III (Intermediário)	30 -- 90	439	1,78
IV	10 -- 30	1042	4,23
V (Menor)	0 -- 10	22947	93,26
Total		24605	100,00

Fonte: MALINOWSKI-MAIA, 2008.