

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**PROPOSTA CONCEITUAL DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA  
O MUNICÍPIO DE ERECHIM (RS)**

**SÔNIA ELISETE RAMPAZZO**

**SÃO CARLOS – SP**  
**2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**PROPOSTA CONCEITUAL DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA  
O MUNICÍPIO DE ERECHIM (RS)**

**SÔNIA ELISETE RAMPAZZO**

**Tese 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 a obtenção do título de Doutor em Ciências (Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais).**

**SÃO CARLOS – SP**  
**2003**

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

R177pc Rampazzo, Sônia Elisete.  
Proposta conceitual de zoneamento ambiental para o município de Erechim (RS) / Sônia  
Elisete Rampazzo. — São Carlos : UFSCar, 2003.  
177 p.

Tese (Doutorado) — Universidade Federal de São Carlos, 2003.

1. Zoneamento ambiental. 2. Sistemas de Informação Geográfica. 3. Paisagens.  
4. Zonas de intervenção. 5. Solo – uso. I. Título.

CDD: 574.5262 (20ª)

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires  
**Orientador**

Prof. Dr. José Eduardo dos Santos  
**Co-orientador**

*“Ler a paisagem é um processo que pressupõe um método e algumas ferramentas. Intervir na paisagem, através de propostas de ordenamento, pressupõe prévia leitura e compreensão. Ler a paisagem é, no fundo, conseguir clarificar as imbricadas relações que se estabelecem entre a Natureza e a Cultura donde nasceu, e que toma o seu verdadeiro sentido na forma como as sociedades a encaram. Procurar os meios para ler a paisagem, é aprender a captar as mensagens que ela nos envia, dissecando-as segundo códigos que são o reflexo de uma cultura – a nossa; e compreender o sentido dos códigos”.*

*Frederique Tanguy*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao prof. Dr. José Eduardo dos Santos pela presença constante, equilíbrio, harmonia e prontidão demonstrados.

Ao prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires pela compreensão e atenção com as quais conduziu a orientação deste trabalho.

Ao colega e amigo Dr. Carlos Henke de Oliveira (Bixo) pelos ensinamentos, sugestões e presença carinhosa. O que posso dizer, senão, que o mundo estaria muito melhor se esta espécie não fosse rara.

À profa. Helena Confortin, pelo empenho e apoio constantes na concretização deste curso.

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade em realizar este curso.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, Prof. Dr. Felisberto Cavalheiro, Prof. Dr. Carlos Henke-Oliveira, Profa. Dra. Adriana Pires, pela análise, críticas e sugestões apresentadas.

Aos colegas e amigos profs. Carlos Antonio da Silva e Vanderlei Sicretti Decian, pela parceria e pelas valiosas discussões. Vocês me fazem acreditar que ainda é possível trabalhar em equipe.

À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) - Campus de Erechim pelo apoio.

Aos colegas do Laboratório de Geoprocessamento (Franciele Rosset, Jonas Colossi, Karen Becker Fritz, Leandro Paulo Bogoni) pelo convívio e pela troca constante de experiências que auxiliaram na solução de diversos problemas técnicos.

Aos colegas de pós-graduação, especialmente a Tania Tonial e Iloir Missio pela disposição em caminhar juntos.

Às alunas de Ciências Biológicas, especialmente Ana Flávia Marques e Franciele Rosset pelo apoio aos trabalhos de campo e laboratório.

À Luis Fernando Cantele, coordenador do centro tecnológico, por acreditar na idéia do Laboratório de Geoprocessamento.

Aos amigos, pelo carinho e pela presença, mesmo ausentes.

À profa. Aida Teston, minha fiel escudeira, pela presença carinhosa e fraterna.

À Indiara Beltrame e Cleusa Boeira pela prontidão e carinho demonstrados.

Às profas. Lucila Campesatto e Regina Koralschuk pela gentileza na elaboração do abstract e resumen.

À Liane Zanin pelo partilhar sereno de todas as horas.

À Kátira Tartarotti pelo carinho, companheirismo e apoio.

À Marisa Roman, María Hernandez Díaz, Almir Tausendfroyend, Marcio Miozzo e Regina Meneguzzo, pela forma carinhosa com que “recarregaram minhas baterias”.

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a proposição conceitual de zoneamento ambiental, com base na análise de potencialidades e fragilidades em função da adequabilidade do uso da terra, na perspectiva de subsidiar a elaboração de propostas e diretrizes para o reordenamento da paisagem do município de Erechim (RS) e, conseqüentemente, contribuir com o desenvolvimento local-regional. O município integra a Microrregião Geográfica de Erechim, inserida fisiograficamente numa porção do extenso Planalto Meridional do Brasil, no Centro-Norte do Estado do Rio Grande do Sul. Com base no entendimento de que o ordenamento espacial pode ser um instrumento de política ambiental, a paisagem foi estudada pela técnica de sobreposição de mapas temáticos, na perspectiva de promover a proteção do ambiente, a preservação da qualidade ambiental e o aproveitamento sustentável dos recursos naturais. A confecção e análise dos mapas e os cálculos com eles efetuados, foram realizadas utilizando-se Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), imagens de satélite LANDSAT, fotografias aéreas e base cartográfica. A análise dos mapas obtidos (mapeamento do meio físico) foi subsidiada por um intensivo trabalho de campo, buscando representar a dinâmica e o funcionamento de cada porção (unidade de análise da paisagem). A análise ambiental da área de estudo consistiu em: i) caracterizar a área de estudo de acordo com seus compartimentos ambientais: relevo, solos, hidrologia, biodiversidade considerando a cobertura vegetal; ii) analisar os diferentes usos e ocupações da terra; iii) avaliar a qualidade ambiental e identificar os riscos ambientais; iv) determinar e caracterizar as unidades de análise da paisagem; v) elaborar proposta de manejo da paisagem: zoneamento ambiental. Com base na síntese destas análises pretende-se a proposição de ações de redução da degradação ambiental e proteção da biodiversidade local-regional. Embora a ciência de que o trabalho deva ser contínuo, esta pesquisa representa uma primeira etapa na elaboração de propostas e diretrizes de reordenamento espacial da paisagem da área de estudo.

## **ABSTRACT**

### **Conceptual proposal of environmental zoning for the Municipality of Erechim (Rio Grande do Sul State)**

This work proposed an environmental zoning based on the potentialities and fragilities of the use of the land. Its perspective was to subsidize the elaboration of proposals and lines of direction for the re-ordering of the landscape of the municipality of Erechim, contributing to local-regional development. The town is a part of the Geographic Micro-region of Erechim, inserted physiographically in a portion of Brazil's Southern Plateau in the center of Rio Grande do Sul State. Based on the understanding that spatial order can be an instrument of environmental policy, the landscape was studied through overlapping techniques of thematic maps, aiming to promote the protection of the environment, the preservation of its quality and sustainable usage of its natural resources. The production and analysis of the maps was performed using Geographic Information Systems, LANDSAT satellite images and aerial photographs and a cartographic basis. The obtained analysis (mapping of physical environment) was subsidized by intensive field work, trying to represent the dynamics and functioning of each portion (units of landscape analysis). The environmental analysis of the area of study consisted in: characterizing the area of study according to its environmental compartments; analyzing the different uses of the land; determining and characterizing the units of landscape analysis; elaborating a proposal for the handling of the landscape (environmental zoning). It was possible to propose actions for reduction of environmental degradation and protection of local-regional biodiversity from the synthesis of these analyses. Although one is aware that the work must be continued, this research represents a first step towards the elaboration of proposals and lines of direction for the space re-ordering of landscape within the concept of environmental planning.

## **RESUMEN**

### **Propuesta Conceptual de zonificación Ambiental para el Municipio de Erechim – Estado de Río Grande del Sur (RS)**

Este trabajo tuvo como objetivo la propuesta conceptual de zonificación ambiental con base en el análisis de las potencialidades y debilidades de acuerdo a la adecuación del uso de la tierra. Ello en la perspectiva de subsidiar la elaboración de propuestas y líneas para la reordenación del territorio del municipio de Erechim (RS), y consecuentemente, contribuir para el desarrollo local y regional. Éste municipio está integrado a la Microregión Geográfica del mismo, inserta físico – geográfico en una porción del extenso Planalto Meridional de Brasil, en el Centro – Norte del Estado de Río Grande del Sur. Bajo la interpretación de que el ordenamiento espacial puede ser un instrumento para la política ambiental, el territorio fue estudiado a través de la técnica de sobreposición de mapas temáticos, en la perspectiva de promover la protección del ambiente, preservar la calidad ambiental y desarrollar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La elaboración y el análisis de los mapas fueron el resultado de los cálculos realizados utilizándose los Sistemas de Informaciones Geográficas (SIGs), imágenes por satélites LANDSAT, fotografías aéreas y de base cartográfica. Un intenso trabajo de campo permitió la elaboración del mapamiento del medio físico, analizándose los datos obtenidos y buscándose representar la dinámica y el funcionamiento de cada una de las porciones (unidad de análisis del territorio). El análisis ambiental del área de estudio consistió en: i) caracterización del área de estudio de acuerdo con sus características ambientales: relieve, suelo, hidrología, biodiversidad, considerándose la extensión de la vegetación; ii) análisis de los diferentes usos y ocupaciones de la tierra; iii) evaluación de la calidad ambiental e identificación de los riesgos ambientales; iv) determinación y caracterización de las unidades de análisis del territorio; v) elaboración de propuesta de manejo del territorio: zonificación ambiental. Con base en la síntesis de estos análisis se pretende proponerse acciones que reduzcan la degradación ambiental y protejan la biodiversidad local –regional. Sin embargo, con la conciencia de que el trabajo debe de ser continuo, la presente investigación representa una primera etapa en la elaboración de propuestas y líneas de reordenamiento espacial del territorio con base en las potencialidades y debilidades del área de estudio.

## SUMÁRIO

	Pag.
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	VI
<b>RESUMO</b> .....	VIII
<b>ABSTRACT</b> .....	IX
<b>RESUMEN</b> .....	X
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	XIII
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS</b> .....	XVI
<b>LISTA DE FOTOGRAFIAS</b> .....	XVII
<b>GLOSSÁRIO DAS SIGLAS UTILIZADAS</b> .....	XIX
<b>I INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>II OBJETIVOS</b> .....	9
<b>III MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
3.1 - Área de Estudo .....	10
3.2 - Materiais, Equipamentos e <i>Softwares</i> .....	12
3.3 - Procedimentos Metodológicos .....	13
I - Caracterização física .....	13
II - Dinâmica do uso e ocupação da terra .....	15
III - Avaliação da qualidade e identificação dos riscos ambientais .....	17
IV - Escolha e caracterização das Unidades de Análise (UAs) da paisagem .....	19
V - Elaboração de proposta de manejo da paisagem: zoneamento ambiental .....	20
<b>IV RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
4.1 - Histórico do município de Erechim (RS) .....	22
4.1.1 - Aspectos sócio-econômicos .....	26
4.2 - Caracterização ambiental do município de Erechim (RS) .....	28
4.2.1 - Hipsometria .....	28
4.2.2 - Clinografia .....	31
4.2.3 - Solos .....	35

4.2.4 - Hidrografia .....	41
4.2.5 - Uso e ocupação da terra .....	45
4.2.5.1 - Cenário da paisagem de Erechim (RS) no período de 1964 a 2000 .....	46
I - Erechim em 1964 .....	48
II - Erechim em 1984 .....	52
III - Erechim em 1992 .....	53
IV - Erechim em 1998 .....	55
V - Erechim em 2000 .....	58
4.2.6 - Análise da paisagem de Erechim (RS) no ano 2000 .....	61
I - Áreas de vegetação natural e seminatural de Erechim(RS) ....	61
II - Áreas de Preservação Permanente (APPs) de Erechim(RS) .	75
4.3 - Análise ambiental: cenário atual de Erechim (RS) .....	78
4.3.1 - Usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente .....	78
4.3.2 - Conflitos do uso da terra .....	82
4.3.3 - Caracterização de riscos sobre os fragmentos florestais .....	85
4.3.4 - Caracterização de riscos sobre os corpos d'água .....	90
4.4 - Unidades de Análise (UAs) da Paisagem de Erechim (RS) .....	98
4.4.1 - Caracterização geral das Unidades de Análise .....	100
A) Dourado .....	100
B) Suzana .....	104
C) Tigre .....	107
D) Campo.....	111
E) Cravo.....	114
F) Henrique .....	118
4.5 - Propostas de intervenção: zoneamento ambiental de Erechim (RS) .....	129
4.5.1 - Zonas de intervenção propostas .....	131
A) Zona Urbana .....	133
B) Zona de Expansão Urbana .....	133
C) Zona de Proteção Hídrica .....	134
D) Zona de Produção Agrícola .....	136
E) Zona Agroflorestal .....	137
<b>V CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>138</b>
<b>VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>148</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo (Erechim-RS) no Estado do Rio Grande do Sul.....	11
Figura 2: Limites e componentes estruturais do município de Erechim (RS) .	25
Figura 3: Carta hipsométrica e perfil topográfico do município de Erechim (RS).....	29
Figura 4: Carta clinográfica do município de Erechim (RS).....	33
Figura 5: Bloco-diagrama representativo das formas de relevo do município de Erechim (RS) .....	34
Figura 6 - Carta de solos do município de Erechim (RS). .....	37
Figura 7 – Carta de solos em diferentes declividades no município de Erechim (RS) .....	39
Figura 8: Carta hidrográfica do município de Erechim (RS) .....	42
Figura 9: Mosaico de fotografias aéreas do município de Erechim (RS) - 1964 .....	49
Figura 10: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1964 .....	51
Figura 11: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1984 .....	54
Figura 12: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1992 .....	56
Figura 13: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1998 .....	57
Figura 14: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 2000 .....	59
Figura 15: Evolução dos usos da terra no município de Erechim/RS (1964-2000) .....	60
Figura 16: Evolução (%) da ocupação da terra com áreas agrícolas, naturais e urbanas em Erechim (RS), no período de 1964 a 2000 .....	61

Figura 17: Conversão de áreas naturais (florestas e pastagens) em usos antrópicos de 1964 a 2000 no município de Erechim (RS) .....	67
Figura 18: Mudanças quanti-qualitativas nos fragmentos florestais do município de Erechim (RS), de 1964 a 2000 .....	72
Figura 19: Sobreposição de fragmentos florestais em diferentes anos (1964/ 1984/2000) no município de Erechim (RS).....	73
Figura 20: Carta das Áreas de Preservação Permanente no município de Erechim (RS) .....	77
Figura 21: Carta dos usos da terra nas APPs do município de Erechim (RS) em 2000 .....	80
Figura 22: Compatibilidade das APPs de Erechim (RS) com a legislação ambiental em 2000 .....	81
Figura 23: Suscetibilidade à erosão de diferentes áreas do município de Erechim (RS) .....	84
Figura 24: Carta síntese dos riscos aos fragmentos florestais de Erechim (RS) em relação às estradas .....	88
Figura 25: Carta síntese dos riscos aos fragmentos florestais de Erechim (RS) em relação ao perímetro urbano .....	89
Figura 26: Fragmentos florestais localizados na rede de drenagem de Erechim (RS) - da sua margem até 200 metros .....	93
Figura 27: Pontos de Amostragem (PAs) de coleta de água dos rios de Erechim (RS) .....	97
Figura 28: Carta Unidades de Análise da paisagem do município de Erechim (RS) .....	99
Figura 29: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Dourado - Erechim (RS) ..	102
Figura 30: Carta clinográfica da Unidade de Análise Dourado - Erechim (RS) ...	103
Figura 31: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Suzana - Erechim (RS) .	105
Figura 32: Carta Clinográfica da Unidade de Análise Suzana - Erechim (RS) .	106
Figura 33: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Tigre - Erechim (RS) . . .	108
Figura 34: Carta clinográfica da Unidade de Análise Tigre - Erechim (RS).....	110
Figura 35: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Campo - Erechim (RS) .	112
Figura 36: Carta clinográfica da Unidade de Análise Campo - Erechim (RS)..	113
Figura 37: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Cravo - Erechim (RS)..	116
Figura 38: Carta clinográfica da Unidade de Análise Cravo - Erechim (RS).....	117

Figura 39: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Henrique - Erechim (RS) ....	120
Figura 40: Carta clinográfica da Unidade de Análise Henrique - Erechim (RS)...	121
Figura 41: Usos da terra nas Unidades de Análise da paisagem de Erechim (RS) em 1964 .....	123
Figura 42: Usos da terra nas Unidades de Análise da paisagem de Erechim (RS) em 2000 .....	124
Figura 43: Proposta de zoneamento ambiental para o município de Erechim (RS) .....	133

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Taxa de conversão de áreas florestais e indicadores de mudança na paisagem de Erechim (RS).....	68
Tabela 1: Área calculada das classes hipsométricas consideradas para a região de estudo .....	30
Tabela 2: Área calculada das classes clinográficas consideradas para a área de estudo .....	31
Tabela 3: Área dos tipos de solo encontrados no município de Erechim (RS) .....	36
Tabela 4: Área e percentagem dos tipos de solo em função das classes de declividade no município de Erechim (RS) .....	38
Tabela 5: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em 1964 .....	50
Tabela 6: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em dezembro de 1984 .....	53
Tabela 7: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em setembro de 1992 .....	53
Tabela 8: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em maio de 1998.....	55
Tabela 9: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em setembro de 2000 .....	58
Tabela 10: Parâmetros métricos para os fragmentos florestais do município de Erechim (RS), em 1964 e 2000 .....	64
Tabela 11: Conversão de áreas naturais em usos antrópicos de 1964 a 2000 no município de Erechim (RS) .....	65
Tabela 12: Área e percentual das Áreas de Preservação	

Permanente (APPs) no município de Erechim (RS) .....	76
Tabela 13: Usos e ocupação da terra nas Áreas de Preservação Permanente do município de Erechim (RS), em 2000 .....	79
Tabela 14: Área e percentual dos usos da terra em função das classes de declividade no município de Erechim (RS) .....	83
Tabela 15: Riscos aos fragmentos florestais remanescentes no município de Erechim (RS) em relação às estradas e ao perímetro urbano	90
Tabela 16: Riscos aos corpos d'água do município de Erechim (RS) em relação às estradas e ao perímetro urbano .....	92
Tabela 17: Área e perímetro das Unidades de Análise da Paisagem de Erechim (RS) em Km, km <sup>2</sup> e percentual .....	100
Tabela 18: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Dourado, Erechim (RS) .....	101
Tabela 19: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Suzana, Erechim (RS) .....	107
Tabela 20: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Tigre, no Erechim (RS) .....	109
Tabela 21: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Campo, Erechim (RS).....	111
Tabela 22: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Cravo, Erechim (RS).....	114
Tabela 23: Área e percentual dos tipos de solo nas Unidades de Análise da paisagem Henrique, Erechim (RS) .....	118
Tabela 24: Usos da terra por Unidades de Análise no município de Erechim (RS), em 1964 e 2000 (em hectares) .....	122
Tabela 25: Conversão de Áreas Naturais em usos antrópicos por UAs .....	125
Tabela 26: Parâmetros métricos para os fragmentos florestais por Unidade de Análise do município de Erechim (RS) nos anos de 1964 e 2000 .....	127

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1: Vista aérea parcial da cidade de Erechim (RS) Foto: Arquivo Histórico Municipal de Erechim .....	47
Foto 2: Engenho (serraria) movido à força hidráulica Foto: Arquivo Histórico Municipal de Erechim .....	48
Foto 3: Balseiros transportando madeira pelo Rio Uruguai. Foto: Arquivo Histórico Municipal de Erechim .....	
Foto 4: Intercalação entre áreas de pecuária (pastagem), agricultura e florestas. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	74
Foto 5: Queimada em encosta de morro. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	74
Foto 6: Cultivo agrícola nas margens de rios, assoreamento e resíduos de agrotóxicos. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	75
Fotos 7: Rio Verde (Dourado). Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	79
Fotos 8: Rio Verde (Dourado) após um período de chuvas Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	82
Foto 9: Inexistência de mata ciliar (margens do rio Campo). Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	94
Foto 10: Resíduos sólidos nas margens do rio Tigre. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	95
Foto 11: Embalagens de agrotóxicos encontrados próximo às nascentes de rios. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	95
Foto 12: Vista parcial da UA Dourado. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	101
Foto 13: Vista parcial da UA Suzana. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	104
Foto 14: Vista parcial da UA Tigre. Foto: Sônia Elisete Rampazzo.....	109
Foto 15: Vista parcial da UA Campo. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	111
Foto 16: Sulcos de erosão na UA Campo. Foto: Sônia Elisete Rampazzo ...	114
Foto 17: Vista parcial da UA Cravo. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	115
Foto 18: Vista parcial da UA Henrique. Foto: Sônia Elisete Rampazzo .....	118

## GLOSSÁRIO DAS SIGLAS UTILIZADAS

<b>CA</b>	Área
<b>CAI_MN</b>	Índice de Áreas-Núcleo
<b>COHESION</b>	Coesão entre os fragmentos da paisagem
<b>CORE_MN</b>	Área média de Interior (núcleo) considerando todos os fragmentos
<b>CORSAN</b>	Companhia de Saneamento Básico do Estado do Rio Grande do Sul
<b>COTREL</b>	Cooperativa Tritícola Erechim Ltda.
<b>DCAD</b>	Densidade de Áreas Núcleo em 100 hectares de paisagem
<b>EMATER/RS</b>	Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul
<b>ENN_MN</b>	Distância média entre os fragmentos (em metros)
<b>FRAC_MN</b>	Dimensão Fractal (complexidade de formas)
<b>GYRATE_MN</b>	Raio de Revolução
<b>LSI</b>	Índice de Forma dos fragmentos da paisagem (comparação de formas)
<b>LPI</b>	Percentual da Paisagem ocupada pelo maior fragmento
<b>NP</b>	Número de Fragmentos existente na paisagem
<b>NDCA</b>	Número de Áreas-Núcleo em toda a paisagem
<b>PLAND</b>	Percentual da Paisagem ocupada por fragmentos florestais
<b>PD</b>	Número de Fragmentos em 100 hectares de paisagem (densidade)
<b>Erro RMS</b>	<i>Root Mean Square</i>
<b>SHAPE_MN</b>	Índice de Forma (médio) dos fragmentos da paisagem (complexidade de forma e alongamento)
<b>TCA</b>	Área-Núcleo Total (soma das áreas de interior dos fragmentos)

## I INTRODUÇÃO

As estratégias de desenvolvimento adotadas pelos países privilegiaram o crescimento econômico a curto prazo, às custas dos recursos naturais vitais, provocando verdadeira crise ambiental<sup>1</sup> em escala mundial. A paisagem natural está cada vez mais ameaçada devido, principalmente, ao indiscriminado uso de recursos naturais não renováveis. Por isso, em todo o mundo, o lençol freático se contamina, a área florestal diminui, os desertos se multiplicam, o clima sofre profundas alterações, a camada de ozônio se depaupera, o ar se torna irrespirável, o patrimônio genético se degrada, abreviando os anos que o homem tem para viver sobre o planeta. Afinal, ao contrário do que ocorre no funcionamento do modelo de desenvolvimento capitalista (busca de expansão constante do capital), o capital ambiental (recursos naturais) é dilapidado como se fosse eterno (infinito) (RAMPAZZO, 2001).

Vive-se uma crise que “*é ecológica (esgotamento progressivo da base de recursos naturais), ambiental (redução da capacidade de recuperação dos ecossistemas) e político-institucional (ligado aos sistemas de poder para a posse, distribuição e uso dos recursos da sociedade)*” (GUIMARÃES, 1992, p. 20).

Dentro dessa crise estamos, hoje, em uma etapa de transição. A forma egoísta com que temos posto a natureza a nosso serviço e a concepção que temos

---

<sup>1</sup> Dado importante que deve ser ressaltado é no sentido de que esses problemas ambientais enfrentados atualmente não são novos, apenas a compreensão da sua complexidade é recente. Nossas preocupações anteriores baseavam-se nos efeitos do desenvolvimento sobre o meio ambiente. Agora, a preocupação deve basear-se também em como o desgaste ambiental pode impedir ou reverter o desenvolvimento econômico (RAMPAZZO, 2001).

dela como algo inerte está mudando. O homem está começando a olhar ao seu redor e quer sentir-se novamente parte do todo. Voltamos também a valorizar o autóctone, reconsiderando as sabedorias populares e as filosofias ancestrais. A causa desta volta ao natural, de retomada do espiritual, se deve, entre outras causas, à forma como estamos vivendo: nosso mundo se encaminhou para um padrão de existência material que nos separa de nosso entorno e de nós mesmos. A modernização é um processo que nos custou não só a deterioração de nosso entorno físico<sup>2</sup>, como também importantes – e geralmente irreversíveis – mudanças socioculturais. Neste sentido, Fritjof Capra (1999, p. 253) afirma: *“quanto mais estudamos os problemas sociais de nosso tempo, mais nos apercebemos de que a visão mecanicista do mundo e o sistema de valores que lhe está associado geraram tecnologia, instituições e estilos de vida profundamente patológicos”*.

Durante muito tempo o homem viveu na terra e se desenvolveu em harmonia com seu meio natural. Concebia-se a natureza como algo maior – a quem se devia respeito. A natureza era provedora, era mãe e também deusa dos povos “não civilizados”. Nas civilizações da Europa, predominava também uma visão orgânica do mundo até antes do século XV. A partir deste começa-se a mudar a forma de concebe-lo. Através de descobrimentos físicos e astronômicos o homem passa a entender a terra, a natureza e a si mesmo como elementos separados. Por um lado a tecnologia nos permite uma vida mais fácil, ao menos para a minoria que a detém. Porém, o custo da tecnologia e da modernização no meio natural é muito elevado e, este custo, não foi assumido por todos, nem sequer pelos responsáveis.

Percebe-se que o tema deve ser tratado com base num enfoque mais integral, mais orgânico. A alternativa que se apresenta, não obstante o desgaste dos termos, ainda é: *desenvolvimento sustentável*. O termo *desenvolvimento sustentável*, que se sustenta na idéia de atender às necessidades de hoje sem comprometer a possibilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades, foi cunhado pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991) como resposta à problemática ambiental. A concepção de desenvolvimento sustentável representa, portanto, a tentativa de buscar o equilíbrio, a harmonia (RAMPAZZO, 2001). Apesar de alguns acreditarem que o único aspecto

---

<sup>2</sup> A destruição da camada de ozônio, o aquecimento do planeta, a perda ou diminuição da fertilidade dos solos, os efeitos nocivos a biodiversidade, entre outros.

comum entre economia e ecologia se resume ao prefixo, é visível que o conceito requer uma articulação entre economia, natureza e sociedade.

Dentro deste contexto, que questiona a maneira com que estamos produzindo nossos objetos, distribuindo os bens, manejando nossas economias e nossos recursos surge a proposta da *gestão local*, que deve ser entendida como o meio pelo qual uma comunidade, através de uma participação representativa, busca, junto com o governo, formas de melhorar suas condições de vida com base no aproveitamento sustentável de suas potencialidades endógenas (QUIJANO, 2001).

O desenvolvimento sustentável e a gestão local rompem com os paradigmas que vem orientando nossas ações. São conceitos que atualmente se manejam freqüentemente em foros, mesas de discussão, congressos e conferências com maior ou menor grau de conhecimento; conceitos que deveriam reger políticas, projetos, mudar leis e constituições.

Hoje, pensar em desenvolvimento, implica em saber respeitar, sobretudo, nossos recursos naturais e culturais. Para se chegar a esse nível, as estratégias passam necessariamente por: i) melhoria da informação para a tomada de decisões; ii) planificação integral que inclua os diferentes aspectos que intervém no ambiente; iii) adaptação da legislação às novas concepções ambientais; iv) gestão da demanda dos recursos naturais; v) apoio a projetos inovadores; vi) atuação sobre a qualidade ambiental; vii) minimização do impacto ambiental das diferentes atividades; viii) recuperação dos espaços degradados; ix) proteção de espécies e estabelecimento de zonas protegidas; x) conhecimento, por parte da sociedade, do meio que a rodeia: suas potencialidades e suas limitações; xi) incentivos fiscais para apoiar estratégias ambientais (JUAN & GARCÍA, 2001).

Para tanto, faz-se necessário refletir sobre os termos/conceitos, bem como a percepção/compreensão dos mesmos, na perspectiva de se buscar a integração da racionalidade ambiental e social à econômica, na ocupação e organização do espaço, visando priorizar a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a vida, dentro de uma visão sistêmica e histórica.

Um dos primeiros conceitos que necessita ser explicado é o de paisagem. Os dicionários oferecem diversas definições para o termo paisagem<sup>3</sup>, incluindo uma pintura representando uma visão de um cenário natural, diferentes formas de uma

região, uma porção de terra. A paisagem pode ser classificada segundo pontos de vista estético, profissional, cultural, relativo a formas do terreno ou, ainda, com a visão artístico-fotográfica. Da mesma forma, há uma grande variabilidade na abrangência espacial da paisagem. Esta pode ser descrita como: natureza, habitat, artefato, sistema, problema, riqueza, ideologia, história, lugar, estética (FORMAN & GODRON, 1986).

Há uma diferença entre a paisagem natural (“Nurlandschaft”) e a paisagem humanizada, ou construída (“Kulturlandschaft”). A paisagem artificial é a paisagem transformada pelo homem, enquanto que a paisagem natural<sup>4</sup> é aquela ainda não modificada pela atividade humana. Constitui-se assim em um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais, tornando-se complexa sua distinção.

Sendo o resultado de três componentes principais: o potencial abiótico, a exploração biótica e a utilização antrópica, interferindo nos dois primeiros, a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto integrado e interdependente, em contínua evolução (BERTRAND, 1971).

Sob esse enfoque sistêmico Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro entendia a paisagem como:

**entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do (...) pesquisador a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (SISTEMA), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução (MONTEIRO, 1974 apud MONTEIRO, 2000, p. 39).**

---

<sup>3</sup> O termo paisagem possui significados diferentes, segundo o idioma em que se está falando. Em inglês, a palavra “Landscape” não tem um significado científico particular, diversamente do alemão, em que “Landschaft” é um termo erudito, utilizado principalmente pelos geógrafos a partir da segunda metade do século XIX. Este, fortemente influenciado pelo estudo das ciências naturais, consideram que a paisagem compõe-se de diversos elementos concretos do ambiente: relevo, plantas, solo (FORMAN & GODRON, 1986).

<sup>4</sup> Esta modalidade de paisagem praticamente não existe mais, pois, se um lugar não é fisicamente tocado pela força do homem, ele, todavia, é objeto de preocupações e de intenções econômicas ou políticas. Hoje, tudo se situa no campo de interesse da história, sendo, desse modo, social. Quanto mais complexa a vida social, mais nos distanciamos de um mundo natural e nos endereçamos a um mundo artificial (SANTOS, 1996).

Enquanto manifestação externa do meio, a paisagem é um indicador do estado dos ecossistemas, da saúde da vegetação, das comunidades animais e do estilo de uso e aproveitamento da terra. Porém, ao mesmo tempo, tanto a paisagem antropizada como a natural refletem a bagagem cultural de quem a percebe (GÓMES-OREA, 1991).

Pode-se afirmar que o homem cria a paisagem, porém, ao mesmo tempo, esta se amolda afetiva e fisicamente a ele. Se há uma adaptação da paisagem às necessidades do homem através da história, também há uma paralela adaptação do homem à paisagem, promovendo uma evolução indissociável de mútuos influxos, que vão configurando o complexo de interações que determinam a vivência perceptual. O homem é configurador da paisagem, porém, ao mesmo tempo, é parte dela e sujeito receptor (GÓMES-OREA, 1991).

**... como a história dos homens ainda não cessou, também é possível dizer que 'novas' naturezas [paisagens] se produzirão, pois as nossas idéias sofrem de uma 'doença' incurável, isto é, mais cedo ou mais tarde morrem, são ultrapassadas por outras, que também 'adoecerão' e assim por diante. Neste sentido, a natureza, desde que dela não nos excluamos, deixa de ser vista como uma "verdade absoluta", e passa a ser parte integrante de realidades sempre provisórias, contra ou a favor das quais os homens investem, dependendo daquilo que pretendem: a manutenção ou a transformação destas realidades (CARVALHO, 1999 p. 60).**

Portanto, uma paisagem é uma herança de muitos diferentes momentos. Não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança, resultado de adições e subtrações sucessivas, uma espécie de marca da história do trabalho, das técnicas. Suscetível a mudanças irregulares ao longo do tempo, a paisagem é o conjunto de formas heterogêneas e de idades diferentes (SANTOS, 1996).

Atualmente, a paisagem é considerada uma nova categoria de recurso natural pois tem utilidade para a sociedade. Por ser um recurso quantitativa e qualitativamente escasso, transforma-se em um bem econômico, sendo apreciada em função de seus aspectos positivos (relevo variado, presença de água limpa, vegetação frondosa, elementos topográficos sobressalentes, possibilidades de observar animais, etc.), tanto pelos seus aspectos negativos (presença de resíduos, poluição das águas, ruídos, alterações na topografia, etc.). Sendo um recurso sócio-econômico, ela pode ser inventariada, valorada e explorada, mediante atividades sociais e econômicas (GÓMES-OREA, 1991), na perspectiva da sustentabilidade.

Entretanto, a perda de habitats, espécies e material genético pela transformação da terra é uma mudança causada pelo homem que reduz a resiliência das espécies e ecossistemas enquanto impossibilita o uso humano de produtos naturais e material genético que eles representam (VITOUSEK *et al.*, 1997). “A partir do momento que perdemos, em uma escala regional, (...) [os Sistemas Suporte de Vida - SSV], em favor de sistemas cada vez mais artificializados, diminuimos o potencial de sustentabilidade desta região por perder qualidade ambiental necessária para a manutenção do desenvolvimento econômico e social” (PIRES, 2002, p. 6-7).

Outro importante conceito que necessita ser entendido é o de planejamento ambiental dentro do escopo do ordenamento territorial. Enquanto planejamento econômico-social, o ordenamento territorial é um processo em que se define a forma pela qual se dará o desenvolvimento, a longo prazo, com base em suas características próprias (étnicas, culturais, sociais, econômicas e físico-naturais). Já enquanto organização espacial define a distribuição das atividades humanas e a forma pela qual elas se realizam, de acordo com as características físicas, biológicas e perceptuais do território de modo que se atinja um sistema funcional. Assim sendo, pode-se entender ordenamento territorial como a projeção espacial de uma estratégia de desenvolvimento econômico, social e ambiental, através de um enfoque interdisciplinar (GÓMES-OREA, 1991).

Neste sentido, o planejamento constitui a técnica de ordenar um determinado território, visando a distribuição espacial da população e de suas atividades de forma equilibrada com os recursos disponíveis, compreendendo o planejamento rural, urbano e social, harmônicos e complementares, com vistas à qualidade ambiental e de vida (COLOMBO, 1987 *apud* CUSTÓDIO, 1989).

Considerando esse conceito, o planejamento ambiental consiste em um grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as conseqüências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação (ALMEIDA *et al.*, 1993). Inclui uma diversidade temática, em torno de planos dirigidos à prevenção e/ou correção de problemas ambientais de caráter setorial; prevenção e/ou conservação ambiental em seu conjunto (planejamento integral / ordenamento territorial); e planos orientados para a gestão dos recursos ambientais/naturais (paisagens por exemplo) (GÓMES-OREA, 1991).

Quando são associados estes dois conceitos: “paisagem” e “planejamento”, conduzimos o foco de trabalho para a abordagem de “Planejamento da Paisagem”. Neste sentido, com base na compreensão da natureza e de seu potencial, o planejamento da paisagem objetiva conservar e criar uma maior diversidade, a qual implica numa paisagem capaz de múltiplos usos. Trata-se de uma contribuição ecológica e de *design* para o planejamento do espaço, onde se procura uma regulamentação dos usos do solo e dos recursos ambientais, retirando-se o máximo proveito do que a vegetação pode fornecer para a melhoria da qualidade ambiental. (NUCCI, 1996). O objetivo do planejamento da paisagem é fazer com que as alterações na mesma garantam condições de habitats para as várias formas de vida, tanto no padrão já existente, quanto num novo (HACKETT, 1971).

Esta regulamentação deve ser configurada de acordo com as condições intrínsecas da paisagem por meio de um zoneamento adequado da mesma. Este zoneamento deve ser realizado com base em diagnósticos ambientais integrados, analisando as relações sociedade-natureza e identificando e analisando os problemas ambientais de forte impacto, bem como problemas sociais e econômicos vinculados às populações humanas. Com este embasamento devem ser definidos e mapeados os componentes naturais, sócio-econômicos e jurídico-institucionais e as unidades dos sistemas ambientais, e elaboradas as diretrizes legais e programáticas de caráter preservacionista, conservacionista e de desenvolvimento econômico-social para cada unidade identificada (PIRES *et al.*, 2002). Esta abordagem determina a definição de políticas voltadas a reverter e atenuar os efeitos da economia sobre os recursos naturais, alterando os padrões de uso dos mesmos, atendendo as premissas de sustentabilidade ambiental e econômica ao longo do tempo. Neste contexto, a biodiversidade é fundamental na manutenção dos processos ecológicos-chave para o funcionamento dos ecossistemas; a ligação entre estes e o desenvolvimento a longo prazo. Entretanto, para que o tema biodiversidade seja incorporado definitivamente ao processo, a abordagem de planejamento da paisagem, segundo os conceitos acima definidos, deve ser amplamente aceita e utilizada.

A maioria dos problemas ambientais e econômicos de uma região tem sua origem na inexistência de um planejamento que contemple o conhecimento das dinâmicas ambiental e sócio-econômica. Dentro desse contexto PIRES *et al.* (2002)

consideram a identificação de áreas de intervenção (zonas) fundamental para instrumentalizar e operacionalizar ações de gestão e manejo. Creditam ao zoneamento a capacidade de contextualizar a área de estudo em um conjunto de zonas ou unidades, como também de espacializar e correlacionar os dados disponíveis, mostrando a interconexão entre as intervenções e o sistema ambiental, apresentando alternativas.

Neste sentido, tornam-se indispensável o conhecimento da estrutura, da composição e da dinâmica dos fatos que caracterizam o espaço total da região escolhida e de seu entorno. *“Essa acoplagem entre diferentes sistemas (ecossistemas naturais, agroecossistemas e ecossistemas urbanos) e os elementos das relações humanas e fluxos de riquezas é que permite visualizar o espaço em sua (...) integração plena”* (Ab’SABER, 1998, p. 31).

A coleta, tratamento, análise e disponibilização de informações espaciais associadas a mapas digitais georreferenciados são hoje realizados utilizando-se da tecnologia SIG (Sistemas de Informações Geográficas) e tem se constituído em importante ferramenta à administração ambiental, fornecendo diretrizes, as quais subsidiam adoção de medidas principalmente preventivas, além das corretivas, baseadas no conhecimento das potencialidades e das fragilidades do ambiente.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral**

Este trabalho teve como objetivo a proposição conceitual de zoneamento ambiental, com base na análise de potencialidades e fragilidades em função da adequabilidade do uso da terra, na perspectiva de subsidiar a elaboração de propostas e diretrizes para o reordenamento da paisagem do município de Erechim (RS).

### **2.2 - Objetivos Específicos**

2.2.1 - conhecer elementos estruturais da paisagem de Erechim no sentido de obter informações ecológicas associadas aos padrões de organização espacial, dos processos ecológicos e dos fatores ambientais atuantes na área de estudo;

2.2.2 - identificar e caracterizar unidades da paisagem de Erechim;

2.2.3 - elaborar um Banco de Dados gerenciador das informações georreferenciadas para o planejamento ambiental;

2.2.4 - identificar, quantificar e qualificar as diferentes categorias de uso e cobertura da terra nas unidades da paisagem do município de Erechim;

2.2.5 - subsidiar a elaboração de propostas estratégicas de manejo e pesquisa para reduzir a deterioração da qualidade ambiental da área;

2.2.6 - elaborar uma proposta conceitual de zoneamento ambiental para o município.

## III MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 - Área de Estudo

Embora o Estado do Rio Grande do Sul seja banhado pelo oceano Atlântico, ele tem pouca influência sobre o clima da Região Alto Uruguai, devido à sua interiorização e às escarpas da serra que barram, junto ao litoral, os ventos marítimos. As massas de ar determinantes do clima na região são a Polar Atlântica - procedente da Argentina, com inserções de 7 em 7 dias em média, e a Tropical Atlântica (CASSOL & PIRAN, 1975).

A Região do Planalto possui clima mesotermal que oscila entre o “inverno rigoroso” e altas temperaturas no verão, apresentando temperatura média anual de 17,1° C (MACHADO, 1950 *apud* PIRAN, 1982), tendo uma média anual de precipitações em torno de 1.700 mm. É uma das zonas mais frias do Estado apresentando geadas regulares e eventuais precipitações de neve. Baixas temperaturas e umidade caracterizam a metade leste do Alto Uruguai, enquanto a parte Oeste apresenta-se fria, mas seca. Enquadra-se ao tipo “Cfa 1 de Koeppen” - mesotermal, com chuvas distribuídas por todo o ano, sem estação seca definida (PIRAN, 1982; BRASIL-MA-DNPA, 1973).

Localizado ao redor das coordenadas 27°37'54” Sul e 52°16'52” Oeste, o município de Erechim(RS) integra a Microrregião Geográfica de Erechim – código 4307203 (IBGE, 1997). Localiza-se na Região Alto Uruguai (Figura 1), inserida fisiograficamente numa porção do extenso Planalto Meridional do Brasil, no Centro-Norte do Estado do Rio Grande do Sul. Limitada ao Sul pelo município de Passo Fundo e ao Norte pelo Rio Uruguai, está assentada na zona do Capeamento Basalto-

Arenítico do Paraná (PIRAN, 1982). A região se caracteriza por dois domínios topográficos: planalto de ondulações suaves ao Sul e, ao Norte, apresentando um maior reentalhamento das formas constituindo “vales encaixados e vertentes abruptas com afloramentos basálticos conhecidos como peraus” (CASSOL & PIRAN, 1975, p.17), intensificando a erosão fluvial e pluvial.

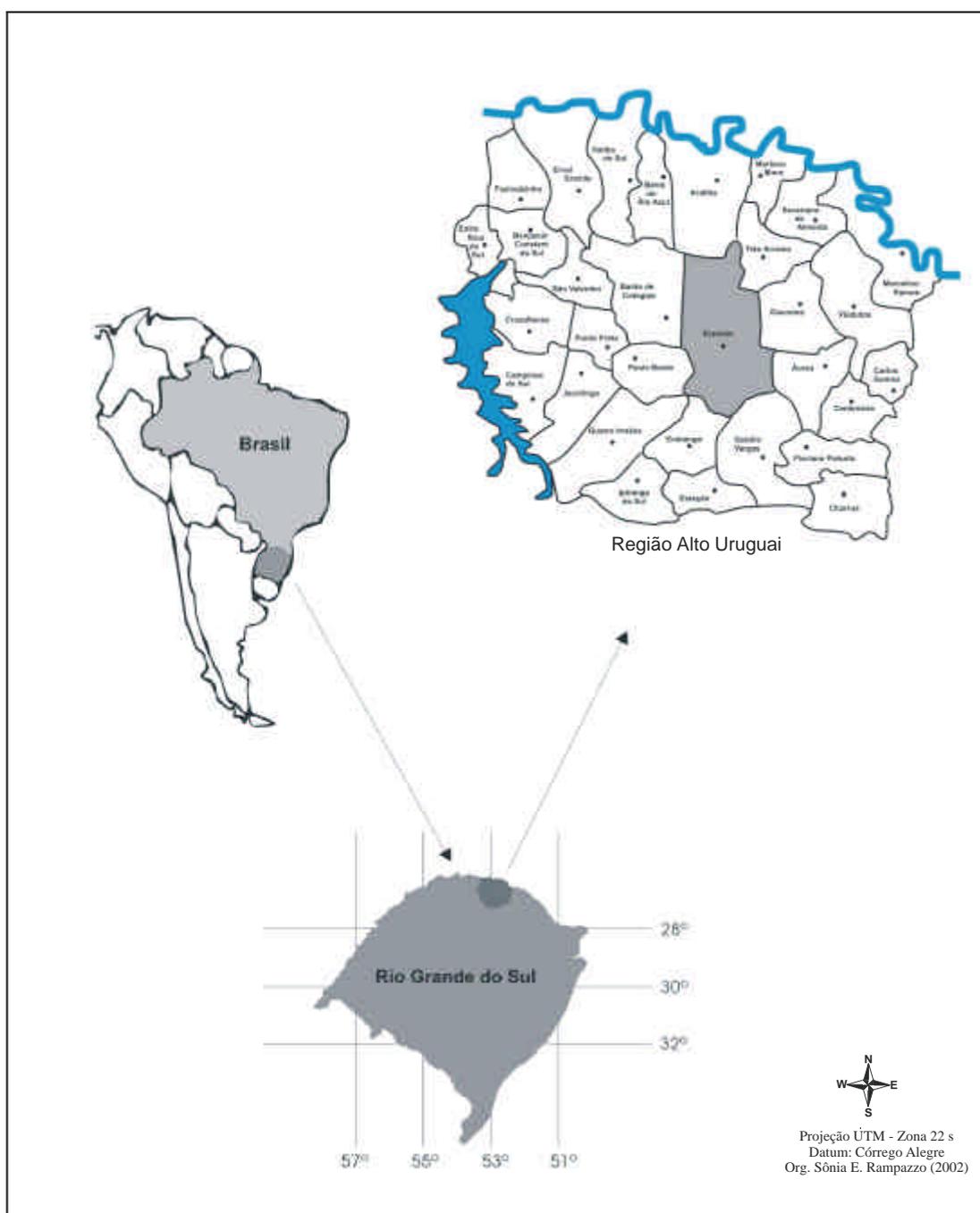


Figura 1: Localização da área de estudo (Erechim-RS) no Estado do Rio Grande do Sul

### 3.2 - Materiais, Equipamentos e Softwares

Durante a execução da pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos: microcomputador Pentium III – 600 MHZ, mesa digitalizadora CALCOMP A0 – Drawing Board III; máquina fotográfica Canon Sure Shot e *scanner* TCE S540 para a escanerização de fotografias e do mapa dos tipos de solos do RS. Os *softwares* CartaLinx 1.2 para aquisição dos dados e manipulação das informações no formato vetorial, o Idrisi32 e o MapInfo 6.0 para o processamento das imagens e para a realização dos cruzamentos entre os diferentes planos de informação, obtenção dos mapas derivados das mesmas, cálculos e operações analíticas. Para a realização das verdades terrestres foi utilizado um aparelho receptor GPS Etrex 12 canais. O Windows 98 e o EXCEL 7.0 para a construção de tabelas, gráficos e textos; o Adobe PhotoShop 5.5 e o CorelDRAW 11.0 para a edição final das imagens geradas. Na elaboração do texto, utilizou-se, o Word 97.

Para a análise da dinâmica do uso da terra foram utilizadas fotografias aéreas e imagens de satélite órbita 222, ponto 079, sensor TM5 naquilo que concerne aos anos 1984, 1992, 1998 e sensor ETM7 para o ano 2000. Destas foi selecionada a área de interesse e processado um recorte espacial, reduzindo seu tamanho e englobando a porção destinada à análise – município de Erechim(RS). O mosaico de fotografias aéreas do ano 1964 foi elaborado através do Adobe PhotoShop, a partir do conjunto de 21 fotografias, preto e branco, em escala de 1:60.000, com pixel de 10 metros.

Para a caracterização física da área, foram digitalizadas parte das cartas topográficas de nomenclatura MI- 2902/1 Erechim, MI- 2902/2 Gaurama, MI- 2887/4 Severiano de Almeida, MI- 2887/3 Aratiba, MI- 2902/3 Sertão, MI- 2902/4 Getúlio Vargas. Essas cartas foram obtidas junto à Mapoteca do Exército, em Porto Alegre-RS, organizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico, baseadas em fotografias aéreas de 1978, em escalas 1:50000, equidistâncias das curvas de nível de 20 metros, como base para proceder à digitalização das curvas de nível, da rede de drenagem, da malha viária e ao georeferenciamento das imagens orbitais, visando a elaboração dos mapas com diferentes temas para a área de estudo. Além destas, foi utilizado o mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul, produzido pelo IBGE em 1970, escala 1:750000. O Sistema de

Projeção adotado foi o Universal Transversa de Mercator (UTM), Córrego Alegre, fuso 22 Sul.

### **3.3 - Procedimentos Metodológicos**

Os procedimentos metodológicos utilizados envolveram a aquisição de dados utilizando o levantamento de campo, bibliográfico, de fontes documentais e de entrevistas e a operacionalização dos mesmos através da utilização da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

O estudo compreendeu a análise e caracterização dos componentes da área de estudo, seguidas da avaliação da mesma (diagnóstico ambiental) e da elaboração de uma proposta de manejo da paisagem.

A análise ambiental da área de estudo consistiu em:

- I - caracterizar a área de estudo de acordo com seus compartimentos ambientais: relevo, solos, hidrologia, biodiversidade considerando a cobertura vegetal;
- II - analisar os diferentes usos e ocupações da terra;
- III - avaliar a qualidade ambiental e identificar riscos ambientais;
- IV - determinar e caracterizar as unidades de análise da paisagem;
- V - elaborar proposta de manejo da paisagem: zoneamento ambiental.

#### **I - Caracterização física**

Primeiramente foi realizado a digitalização manual das informações (rede de drenagem, curvas de nível, malha viária, tipos de solos, limite do município e da área urbana) de modo contínuo, com captura ponto a ponto e, entrada de dados através de mesa digitalizadora e *scanner*.

Após esta etapa foi realizada a verificação e editoração das informações vetoriais – correção dos arquivos. Subseqüentemente, foram utilizados os SIGs CartaLinx e Idrisi. A intenção foi organizar cada mapa com os diferentes temas, sob a forma de *layers* (camadas), o que possibilitou, ainda no microcomputador, comparar cada um deles separadamente ou em conjunto.

A carta digital de solos foi elaborada a partir da digitalização do mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Escanerizou-se a área que abrangia o município de Erechim obtendo-se uma imagem, a qual foi georeferenciada no Idrisi. Após, digitalizou-se em tela os polígonos referentes a cada tipo de solo para posterior rasterização.

A altimetria foi elaborada por meio da digitalização das curvas de nível constantes nas cartas topográficas do DSG. Tomando-se por base as curvas altimétricas digitalizadas, efetuou-se uma seqüência de passos (*Tin*, *Tinprep*, *Tinsurf*, *Window* e *Reclass*) de preparação, para gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE).

Pelo comando *Reclass*, foi gerada a carta hipsométrica que apresenta valores distribuídos em 21 classes altimétricas, representadas no perfil topográfico (pelo comando *display-ortho*).

Com base no comando *Surface - Topographic Variables (slope)* foi gerada uma imagem (carta clinográfica) cujos valores foram reclassificados (através do *Reclass*) segundo De BIASI (1992) que propõe, para a confecção da carta clinográfica e análise ambiental quanto a suscetibilidade a processos erosivos, as seguintes classes de declividade: < 5%; 5 |— 12%; 12 |— 30%; 30 |— 47%; > 47%.

Finalizando, foi elaborado o bloco-diagrama tridimensional da área de estudo, utilizando-se o modelo numérico do terreno (MDE), pelo módulo *Display*, comando *ortho*.

O limite do município foi obtido dos limites municipais do IBGE com base no Banco de Dados do MapInfo, cortando-se a área referente aos distritos de Erechim emancipados em 2001 (Paulo Bento e Quatro Irmãos), mediante a digitalização da linha fronteira Erechim/Paulo Bento baseado no croqui de Paulo Bento, escala 1:50000. O limite da área urbana foi obtido da Planta da Cidade, escala 1:5000,

com base na digitalização de uma nuvem de pontos para, posteriormente, traçar o polígono.

## II - Dinâmica do uso e ocupação da terra

No sentido de demonstrar as transformações ocorridas no município de Erechim, optou-se por escolher diferentes momentos que, hipoteticamente, representam um período de modificações acentuadas em sua paisagem, escolhendo os anos de 1964, 1984, 1992, 1998 e 2000 para analisar a influência de políticas públicas e privadas na área agrícola.

Dados sobre a cobertura vegetal da área do município foram obtidos pela interpretação de fotografias aéreas e de imagens orbitais LANDSAT, diferentes bandas, em formato digital. Informações duvidosas foram resolvidas com saídas a campo (verdades terrestres), auxiliadas pelo uso de um receptor GPS. Os procedimentos metodológicos necessários para o registro e processamento das imagens orbitais encontram-se no Manual IDRISI (EASTMAN, 1998). Os arquivos de correspondência (Anexo III) tanto para as imagens orbitais (diferentes anos) quanto para as fotografias e o mapa de solos foram compostos por, geralmente, 10 pontos de controle, bem distribuídos ao longo da imagem e com uma margem de erro reduzida, que não ultrapassou a 2 metros. Os RMS variam de 1,06 a 1,39 metros na retificação das imagens e 8,0 metros na retificação da imagem dos tipos de solo.

A etapa seguinte corresponde ao realçamento das imagens em tons cinza, pelo processamento de composições coloridas (*compositae*), combinando os canais (bandas) com as três cores básicas: vermelho, verde e azul (RGB), gerando apenas uma imagem, com as três informações e idênticos canais sintetizados.

Feitas as composições coloridas desejadas, e a imagem retificada – com o mesmo sistema de coordenadas da carta topográfica, pôde-se recortar a porção que se pretendia estudar, através do comando *overlay*. Este é feito cruzando a composição com o arquivo máscara (limite do município).

O processo de categorização dos dados da imagem *raster* baseados na reflectância espectral de cada pixel, foi chamada de classificação supervisionada

da imagem de satélite. Esta foi feita pelo *software* que agrupou, através de um cálculo matemático e estatístico, numa mesma categoria ou classe, os pixels ou células de valores espectrais iguais ou próximos (de acordo com a cor e brilho do pixel analisado).

Para proceder-se as assinaturas espectrais, traçou-se polilinhas vetoriais sobre a imagem (área de estudo) pelo módulo *digitize*, com diferentes identificadores para cada classe de interesse na análise do uso e ocupação da terra. Tais classes constituem um único arquivo a ser processado no módulo *Analysis*. Baseando-se no módulo *Analysis (Image Processing)* desenvolveu-se as assinaturas que foram transpostas para a execução do módulo *Makesig*, onde foram sobrepostas nas bandas 3, 4, 5. Seguiu-se a comparação das assinaturas através do módulo *Sigcomp*. Posteriormente, efetuou-se o módulo *Maxlike* para geração das imagens de uso e ocupação da terra. Na busca do melhor grau de exatidão, no processo de classificação das imagens, tanto para as classes como para a classificação na sua totalidade, foram realizadas diversas tentativas após uma primeira etapa de análise e inspeção visual. A análise de exatidão final foi realizada usando-se os valores de *kappa* (KIA: *Kappa Index of Agreement*), o qual baseia-se em uma matriz de confusão que cruza as medidas de erros de omissão e comissão a partir do módulo *Errmat*.

Na classificação supervisionada, são fornecidos dados para auxiliar na identificação das classes de elementos da imagem. Portanto, informou-se o número de classes para agrupá-las. Isto foi feito, mediante um conhecimento prévio dos componentes da paisagem analisada: floresta, corpos d'água, campos (pastagem), culturas em desenvolvimento, forragem e solo exposto.

Ressalta-se, que nem sempre a classificação das imagens pode ser absorvida como uma verdade absoluta. Ela deve servir como um auxílio – conjunto de informações adicionais, que ajudará na sistematização final do estudo, especialmente no caso de paisagens com alto grau de alteração, com uma diversidade bastante grande de classes, bem como sombreamento pelo relevo acidentado, pois este tipo de função técnica apresenta algumas limitações.

Para a avaliação das verdades terrestres a área de estudo foi percorrida, utilizando-se das estradas (BR, RS, caminhos secundários), sendo checadadas as dúvidas encontradas na análise da imagem digital com auxílio de um receptor GPS.

### III - Avaliação da qualidade e identificação dos riscos ambientais

Nesta etapa, procedeu-se à sobreposição de diferentes planos de informação. A paisagem de Erechim foi avaliada quanto ao uso e conservação da área, com base no método de McHARG (1969) e SANTOS (1999). Os mapas temáticos referentes à clinografia, solos, hidrografia e usos das terra, foram sobrepostos em várias combinações (módulo *Analysis*, comandos *overlay*, *crosstab* e *reclass*). Essas rotinas permitiram a confrontação entre as classes de declividade, tipos de solo, usos da terra e Áreas de Preservação Permanente (APPs) resultando em cartas parciais e sintetizadas, nas quais foram identificadas (localização e quantificação) áreas consideradas prioritárias para o uso e a conservação ambiental.

A determinação das APPs do município, foi baseada nos Arts. 2º e 10<sup>1</sup> do Código Florestal - Lei Federal nº 4.771/65, modificada pelas Leis 7.511/86 e 7.803/89. Foram considerados 30 metros ao longo da drenagem – em ambos os lados dos cursos d'água, com largura inferior a 10 metros, e as áreas com declividade superior a 47% (acima de 25º).

Para determinar as APPs no entorno dos cursos d'água, construiu-se uma faixa de trinta metros ao longo da rede de drenagem utilizando-se do módulo *Analysis*, comando *Distance Operators – Buffer*. Na elaboração das APPs em relação à declividade, foi necessário reclassificar o mapa clinográfico, quando foram consideradas apenas as áreas com declividade superior a 25º (pelo comando *reclass*). Com base no comando *overlay*, somou-se as áreas correspondentes as APPs em função da declividade do terreno e dos cursos d'água, obtendo-se a carta das Áreas de Preservação Permanente no município de Erechim.

As áreas de conflitos ambientais foram obtidas com base no cruzamento da carta das APPs com a carta dos usos e ocupação da terra (ano 2000), reclassificada pelo comando *crosstab*.

A análise das manchas florestais nos anos de 1964 e 2000, com o objetivo de identificar e quantificar a conversão de áreas naturais em usos antrópicos, foi

---

<sup>1</sup> Esse artigo não permite a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25 e 45 graus, a não ser em regime racional, visando a rendimentos permanentes.

baseada na aplicação de entrevistas que permitiram a elaboração de um quadro de indicadores da mudança na paisagem de Erechim e, na utilização do *software Fragstats*. O programa (Idrisi32), com base nos operadores de contexto (*Context Operators – group*), atribuiu identificadores exclusivos às manchas florestais para a análise da fragmentação florestal, baseada na classificação das imagens orbitais (uso da terra) referentes aos cenários de 1964 e 2000. Os arquivos de usos da terra (especificamente para o tipo de uso floresta), no formato raster binário, foram convertidos para o formato ASCII e submetidos ao *software Fragstats 3.01.01* (McGARIGAL & MARKS, 1995; GUSTAFSON, 1998) para análise e caracterização do grau de fragmentação da paisagem como um todo e, em cada unidade de análise. Os relatórios envolvendo os parâmetros gerados pelo *Fragstats* foram organizados em tabelas. A seleção dos parâmetros baseou-se no significado ecológico dos parâmetros, na simplicidade para a interpretação dos mesmos e, na consagração de seu uso em bibliografia especializada.

Com base na criação de imagens booleanas dos fragmentos florestais, do perímetro urbano (com *buffer* de 2 km), malha viária (com *buffer* de 2 km) e, da utilização dos operadores de distância do SIG-Idrisi, foram cruzadas informações visando identificar os principais riscos a que estão submetidas as áreas/fragmentos de floresta em Erechim. A classificação dos fragmentos florestais quanto à sua vulnerabilidade aos riscos, foi realizada segundo a proximidade dos mesmos, em relação às estradas e, ao perímetro urbano.

Com o objetivo de identificar, localizar e caracterizar os principais riscos aos corpos d'água de Erechim foram, também, de forma análoga ao já referido acima, criadas imagens booleanas da hidrografia, para cruzar as informações da mesma com os fragmentos florestais, com o perímetro urbano (com *buffer* de 2 km) e com a malha viária (com *buffer* de 2 km). Para tanto, foi utilizado novamente os operadores de distância do SIG-Idrisi, baseando-se na distância entre a floresta, as estradas, as áreas agrícolas, as áreas de pecuária e a esses corpos d'água. As cartas-síntese, apresentam seis níveis de risco: risco zero ou nulo, risco dois, risco quatro, risco seis, risco oito, risco dez ou maior.

Informações sobre a qualidade das águas foram obtidas de pesquisas paralelas ao desenvolvimento deste estudo objetivando a coleta e análise de amostras, em diferentes pontos de amostragem, distribuídos ao longo das

microbacias do município, no sentido de obter um Índice de Qualidade de Água (IQA), o qual leva em conta as variáveis de qualidade de água de maior importância. Tal instrumento, facilita a interpretação dos resultados analíticos contribuindo para uma melhor gestão do controle da qualidade da água. Para realização do estudo, foi utilizado o IQA estabelecido pela CETESB (1979), considerando a análise dos nove parâmetros estabelecidos pelo órgão (Oxigênio Dissolvido; Coliformes Fecais; pH; Demanda Bioquímica de Oxigênio; Nitrogênio Total; Fósforo Total; Turbidez; Sólidos Totais; Temperatura).

#### **IV - Escolha e caracterização das Unidades de Análise (UAs) da paisagem**

Apesar das já reconhecidas vantagens do uso da Bacia Hidrográfica (BH), como unidade de análise e gerenciamento da paisagem para o estudo de processos ecológicos ou manejo de alguns dos seus componentes, tem sido recomendado o uso da paisagem regional que inclui mais de uma unidade de estudo (BH) ou região biogeográfica. Portanto, faz-se uma distinção entre unidade de gerenciamento e unidade de análise. Esta é, eminentemente técnico-científica, enquanto que a outra é político-administrativa (PIRES, SANTOS & DEL PRETTE, 2002).

Seguindo essa abordagem a área de estudo foi, primeiramente, dividida em seis Unidades de Análise (UAs), correspondendo às áreas das principais microbacias hidrográficas dentro do território. A escolha da bacia hidrográfica como unidade de estudo foi baseada em ODUM (1988; 2001), PIRES (1995), PIRES & SANTOS (1995) e PIRES, SANTOS & DEL PRETTE (2002). Para a divisão da área de estudo, em diferentes unidades de análise da paisagem, efetuou-se um *append* no CartaLinx dos arquivos vetoriais – curvas de nível e drenagem. Em seguida, foram digitalizados vetores (polígonos) tendo como orientação os divisores de água. Após o arquivo foi rasterizado e exportado no formato *dxf* ao Idrisi, onde foi sobreposto ao vetor do limite municipal. A imagem das Unidades de Análise da Paisagem (UAs), foi realizada seguindo os divisores de água. Os nomes atribuídos para cada unidade são decorrentes da nomenclatura dos rios de maior vazão.

No entanto, devido à necessidade de se computar a multiplicidade de relações internas e externas das bacias hidrográficas (UAs) foi utilizado, na última

fase deste estudo, o conceito “Unidade de Análise”. Ressalta-se, no entanto, que ambas as abordagens de análise estão focadas na gestão ambiental que tem como base o desenvolvimento sustentável.

Baseando-se nas imagens dos usos da terra, para os anos de 1964 e 2000, em cada unidade de análise da paisagem de Erechim, foram elaborados tabelas e gráficos que mostram a conversão das áreas naturais em usos antrópicos.

## **V - Elaboração de proposta de manejo da paisagem: zoneamento ambiental**

A elaboração da carta de espacialização de propostas de uso sustentável envolveu a análise e o cruzamento de dados de todas as etapas anteriores, visando identificar zonas de intervenção na área de estudo para a determinação das melhores formas de aproveitamento da terra.

Utilizando-se do MapInfo, foram sobrepostos os mapas vetoriais de clinografia, tipos de solo, hidrografia, fragmentos florestais, usos da terra, unidades de análise e perímetro urbano. Na elaboração da proposta de zoneamento ambiental foram consideradas as diretrizes metodológicas do zoneamento ecológico-econômico do Brasil, propostas pelo Programa ZEE<sup>2</sup> (PZEE) do Ministério do Meio Ambiente. Porém, como algumas informações extrapolavam os limites das UAs já identificadas e definidas, optou-se por adotar a abordagem político-administrativa e o conceito de paisagem regional, propondo zonas de intervenção, as quais podem incluir mais de uma unidade de análise da paisagem.

Desta forma, o zoneamento ambiental de Erechim foi realizado com base nos seguintes parâmetros: análise da fragilidade dos sistemas ambientais;

---

<sup>2</sup> O zoneamento ambiental como instrumento de planejamento foi regulamentado pelo Decreto Federal Nº 4297 (2002) que regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (ZEE). O ZEE aparece como a proposta do Governo Brasileiro para subsidiar as decisões de planejamento social, econômico e ambiental do desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis. O ZEE surge com a finalidade maior de criar um modelo territorial que distribua as atividades na área (território) em função das limitações, vulnerabilidades, fragilidades naturais, riscos e potencialidades de uso (BRASIL, MMA/SDS – Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil, 2001).

caracterização e análise ambiental (cruzamento de diferentes mapas temáticos) da paisagem como um todo e das UAs; análise das condições sócio-econômicas dos proprietários rurais do município (obtidas com base em entrevistas do tipo semi-estruturadas realizadas com o Coordenador Geral da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento e com o Chefe do Escritório Municipal da EMATER). A etapa final caracterizou-se pela digitalização de diferentes zonas e áreas de intervenção na paisagem e sua caracterização, culminando com a elaboração da proposta conceitual de zoneamento ambiental para o referido município.

## IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

Objetivando melhor entender as dinâmicas de desenvolvimento e ilustrar a transição da área de estudo, de um ambiente natural (floresta e pastagem) para um ambiente agrícola e urbano, foi descrita a história do uso da terra, em Erechim. A exemplo do trabalho realizado em Palouse, paisagem localizada no Sudoeste de Washington e Oeste-central de Idaho, desenvolvido por BLACK *et al.*(1998), foram descritas a história da colonização, as características físicas e as mudanças na cobertura vegetal da área para entender como as atividades humanas tem alterado a integridade ecológica do território municipal de Erechim, no sentido de subsidiar e orientar os planejadores locais. Para tanto, foram compilados e analisados os dados disponíveis da área, em termos de população, infra-estrutura, recursos físicos e vegetação.

### 4.1 – Histórico do município de Erechim (RS)

A Colônia Erechim, que no dialeto Caingang significa “Campo Pequeno”, foi criada em 6 de outubro de 1908 pelo então Presidente do Estado – Carlos Barbosa – por proposição do Engenheiro Carlos Torres Gonçalves – Diretor Chefe da Diretoria de Terras e Colonização, com sede em Capoeirê (CASSOL & PIRAN, 1975). Dois anos depois ocorreu a criação do primeiro núcleo habitacional composto por 36 colonos<sup>1</sup>, sob o nome de Paiol Grande<sup>2</sup>. O crescimento populacional determina a

---

<sup>1</sup> Quatro famílias totalizando 28 pessoas e 8 solteiros.

<sup>2</sup> Devido a existência de um paiol grande de pau-a-pique e coberto com folhas de butiá e coqueiro que servia para depósito de erva-mate e também como ponto de parada dos tropeiros que da serra se dirigiam ao litoral.

emancipação no dia 30 de abril de 1918 com a denominação de Boa Vista (até 08/1922). A 07 de setembro de 1922 passa a denominar-se Boa Vista do Erechim<sup>3</sup>, nome alterado pelo Decreto 7.210 para José Bonifácio, em 05 de abril de 1938. Por fim, o Decreto nº 720 de 19 de dezembro de 1944, alterou definitivamente o nome do município para Erechim.

Os historiadores são unânimes ao afirmar que foram dois grandes fatores<sup>4</sup> que determinaram a instalação de Erechim. O primeiro, a construção da Ferrovia de Itararé-SP a Marcelino Ramos-RS, inaugurada em agosto de 1910, possibilitando a vinda de imigrantes<sup>5</sup>, como também a exportação e importação de alguns produtos. O segundo, a instalação da Comissão de Terras e Colonização – órgão ligado à Secretaria da Agricultura responsável pela demarcação de áreas (os lotes) e pelo apoio financeiro e tecnológico aos colonos nos primeiros anos, fornecimento de material agrícola e sementes e promoção de assistência médica e educacional (CHIAPARINI, 1999). Cabia também à Comissão aferir dados populacionais, climáticos e de produção agrícola, além de promover a urbanização da sede municipal.

Além da Comissão de Terras, algumas empresas particulares efetivaram a demarcação e comercialização dos lotes rurais. Citam-se: Jewish Colonization Association (ICA) – judaica; Colonizadora Luce Rosa – alemã; Companhia Colonizadora Rio-Grandense; Sociedade Territorial Eberle, Mosele, Ahrons (DELAZERI, 2000).

Erechim, que pertencia ao 7º distrito de Passo Fundo, foi emancipado em 30/04/1918 através do Decreto nº 2342, contando com uma população aproximada de 38.000 habitantes. Destes, cerca de 14,4% localizados na vila e povoados e os demais (85,6%), na zona rural. As principais etnias<sup>6</sup> que aqui se estabeleceram foram a alemã, a italiana, a polonesa e a judia. Entretanto, em menor

---

<sup>3</sup> Nesse período, as serrarias em grande número caracterizavam a vila e a extração da madeira.

<sup>4</sup> Segundo CASSOL & PIRAN (1975) a possibilidade de escoamento da produção através do Rio Uruguai também garantia o êxito da instalação da colônia e seu desenvolvimento.

<sup>5</sup> Imigrantes Europeus e aqueles que procediam de Colônias Velhas dos municípios de Caxias do Sul, Montenegro, São Sebastião do Caí, Bento Gonçalves, Garibaldi, Guaporé.

<sup>6</sup> Segundo IBGE – Agência Local, citado por CASSOL & PIRAN (1975), em 1916 havia na região uma população de 27.359 habitantes, dos quais 7.114 brasileiros, 5.721 poloneses, 3.653 alemães, 1.827 italianos, 722 austríacos, 246 suecos, 106 espanhóis, 74 franceses.

número apareceram também austríacos, russos, portugueses, espanhóis, holandeses, tchecos, lituanos e franceses. Ressalta-se, também, a contribuição do negro (CHIAPARINI, 1999).

O planejamento viário de Erechim foi idealizado pelo Engenheiro Agrimensor Carlos Torres Gonçalves, inspirado em conceitos urbanísticos utilizados nos traçados de Washington (Estados Unidos), Paris (França) e Belo Horizonte (Brasil). A característica maior é a definição de onze avenidas diagonais ao quadriculado xadrez básico marcante na maioria das cidades, estabelecendo um ponto de convergência na praça onde hoje está situada a Prefeitura Municipal (DELAZERI, 2000).

Sete rodovias principais interligam Erechim a Porto Alegre (capital do Estado) e aos demais municípios da região Alto Uruguai: BR-153, RS-331, VRS-802, RS-135, RS-211, RST-480 e RS-420 (vide 2). O acesso aeroviário, até junho/2000, era possível pelo Aeroporto Comandante Kraemer - pista de pouso asfaltada com 1.280 m de extensão, vôos regulares diários interligando a cidade com o todo do país. No passado, a ferrovia RFFSA atuava no transporte de carga e passageiros, estabelecendo ligação da região com Porto Alegre, porto de Rio Grande, Curitiba e São Paulo.

Decorridos 84 anos, Erechim constituiu-se em município Pólo da Associação dos Municípios do Alto Uruguai (AMAU), composta por mais 30 outros, integrando o Conselho Regional de Desenvolvimento do Norte do Estado (CREDENOR).

Possui um perímetro urbano de 41,95 km<sup>2</sup> (4.194,59 ha) e uma área total de 425,86 km<sup>2</sup> (42.585,62 ha), correspondendo a 0,15 % da área territorial do Estado. De acordo com o IBGE (Censo 2000), o município de Erechim apresenta dois distritos<sup>7</sup> (Jaguaretê e Capoeirê); abriga uma população de 90.347 habitantes, dos quais 82.026 (90,79%) residentes na zona urbana e 8.321 (9,21%) na zona rural. Limita-se ao Norte com os municípios de Aratiba e Três Arroios; ao Leste, Gaurama e Áurea; ao Sul, Getúlio Vargas e Erebangó; ao Oeste, Paulo Bento e Barão de Cotegipe como pode ser observado na Figura 2.

---

<sup>7</sup> Capoeirê foi criado pela Lei 473 de 26/06/1958 e Jaguaretê pela Lei 035 de 14/10/1968.

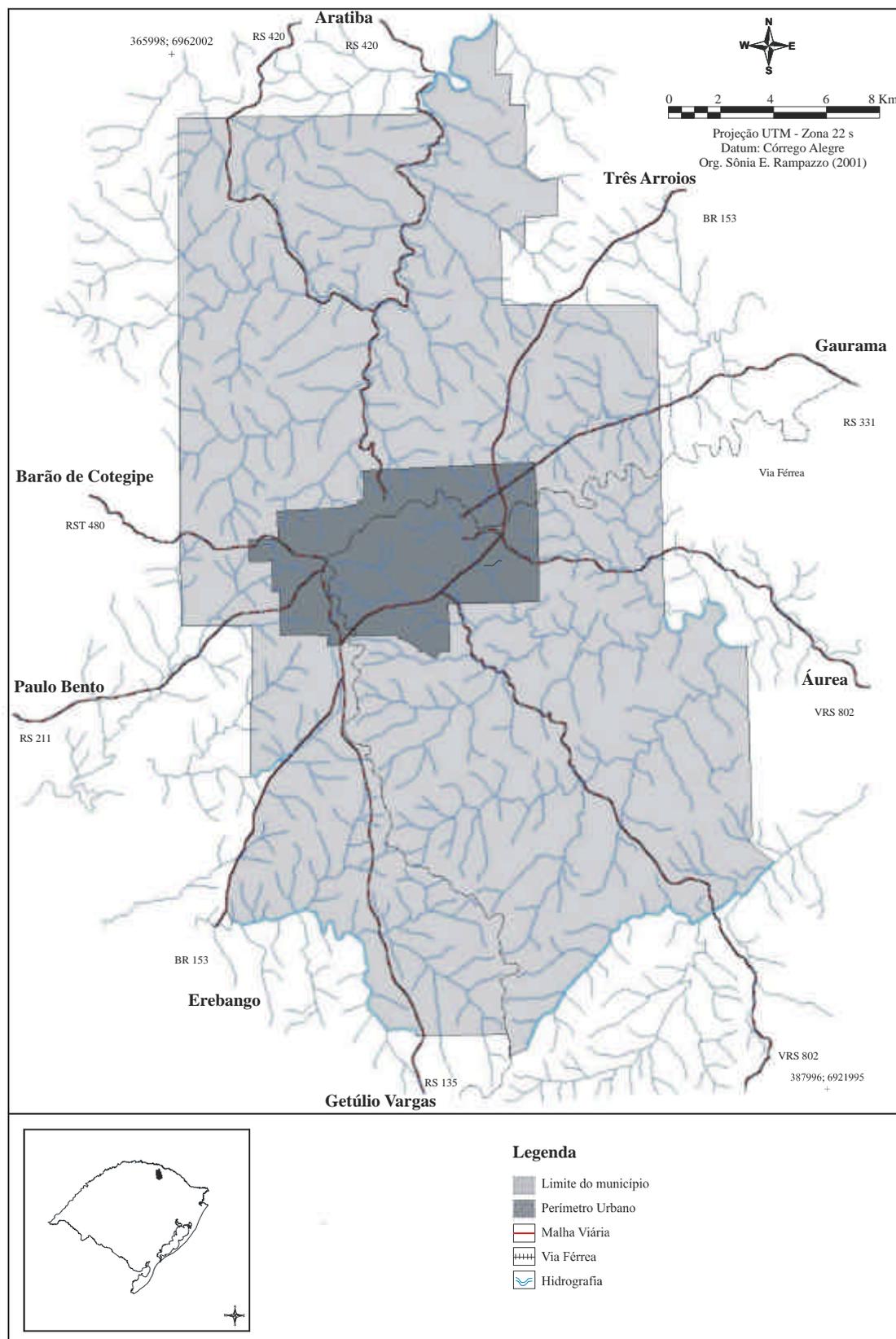


Figura 2: Limites e componentes estruturais do município de Erechim(RS)

#### 4.1.1 - Aspectos sócio-econômicos

A agricultura supriu, inicialmente, a subsistência das famílias de imigrantes. Posteriormente, o excedente passou a ser comercializado nas pequenas propriedades policultoras. Além de banha<sup>8</sup> e extração de madeira<sup>9</sup>, as principais culturas agrícolas eram trigo, milho, feijão e erva-mate. Após a preponderância da madeira, do milho e da suinocultura, na década de 50, Erechim recebe o título de “Capital do Trigo”, organizando Festas Nacionais (CASSOL & PIRAN, 1975; CHIAPARINI, 1999). Contudo, devido à Política Nacional de preço, à incidência de fenômenos naturais adversos e à falta de meios de armazenamento, no final dessa década a cultura do trigo diminui. Por volta de 1970, tem início o Ciclo da Soja, determinando mudanças radicais na tecnologia do preparo do solo, tratos culturais, colheita e armazenamento.

A diversificação é a característica básica dos setores que compõem a economia do município. O comércio foi por muitos anos a atividade suporte da arrecadação municipal, mas seu desempenho esteve ligado às boas safras agrícolas. Em 1998/99 a participação econômica esteve em 26,05% - 2.913 estabelecimentos. A predominância econômica do município, em 1999, centrava-se na prestação de serviços - 2.777 estabelecimentos – que respondia por 38,31% de toda arrecadação municipal, seguida da indústria (metal-mecânica, alimentícia e agro-indústria) com 27,89% - 656 estabelecimentos. A produção, primária que já foi a base da economia de Erechim, representava 7,75% - 2.916 estabelecimentos (CHIAPARINI, 1999). Segundo dados da Secretaria Municipal da Fazenda (2002), a predominância econômica<sup>10</sup> em 2001 estava na indústria com 691 estabelecimentos, correspondendo a 37,53 % da arrecadação, seguida pela prestação de serviços (3.166 estabelecimentos – 35,30%) e comércio (3.246 estabelecimentos – 22,32%). O setor primário contribui com 4,85%.

---

<sup>8</sup> O Frigorífico Erechim, fundado em 1932 como filial da Sociedade de Banha Sul Riograndense Ltda, que trabalhava com refinaria de banha.

<sup>9</sup> A indústria madeireira intensificou-se a partir de 1940, quando inúmeras indústrias vieram instalar-se no município, beneficiando grande quantidade de Pinheiro brasileiro existente na região até a encosta do Rio uruguai.

<sup>10</sup> Para uma análise maior da dinâmica da economia de Erechim, registra-se os dados de 1990. Indústria (488 estabelecimentos, correspondendo a 31,57 % do total arrecadado); Prestação de Serviços (1773 estabelecimentos – 17,71%); Comércio (1952 estabelecimentos – 42,21%); Agricultura (3.708 estabelecimentos – 8,51%). Esta, já teve uma participação em torno de 12 % em outros anos (1991, 1992, 1993, 1994).

Com relação ao desenvolvimento empresarial, Erechim possui 561 indústrias de micro, pequeno, médio e grande porte. Objetivando a localização e realocação de indústrias leves e pesadas foi instalado, em 1978, o Distrito Industrial Irani Jaime Farina, ocupando uma área de 1.000.000 m<sup>2</sup>. Encontra-se em sua terceira fase de expansão, cujas obras deverão estar concluídas no primeiro trimestre de 2003 e deverá abrigar mais nove empresas de médio e grande porte e vinte e duas indústrias (micro e pequenas), gerando a médio prazo, mais de dois mil novos empregos. Sua infra-estrutura atual perfaz 678.813 m<sup>2</sup>, onde estão situadas 24 empresas, absorvendo 3.650 pessoas. Predomina a indústria voltada para a produção de alimentos, responsável por cerca de 30% da mão-de-obra. Além da alimentação, os principais segmentos são: metal-mecânico, agroindústria, moveleiro, confecções, calçados e eletrônico.

Na área da comunicação Erechim conta atualmente com dois jornais: A Voz Regional<sup>11</sup> e Diário da Manhã; duas emissoras de rádio AM: Erechim e Difusão; três emissoras de rádio FM: Difusão, Virtual e Cultura; uma emissora de televisão, RBS TV Erechim Canal 2, retransmissora da Rede Globo com programas também locais; quatro retransmissoras de TV: Manchete, Bandeirantes, Educativa e SBT.

Para atender à clientela de aproximadamente 23 mil alunos, o município conta com 56 escolas, sendo 32 estaduais, 18 municipais e 6 particulares de ensino médio e fundamental.

No ensino superior conta com um campus da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões (URI), responsável pelo atendimento da demanda por ensino de 3º grau e pós-graduação dos municípios da região. Atende atualmente cerca de 6.000 alunos numa área de 50.000 m<sup>2</sup> – Campus I. Em 2002 foi inaugurado o Campus II, localizado no Bairro Demoliner, cuja área aproximada é de 50 hectares.

---

<sup>11</sup> Até o ano 2001 chamava-se A Voz da Serra.

## **4.2 - Caracterização ambiental do município de Erechim (RS)**

### **4.2.1 – Hipsometria**

A Figura 3 apresenta o mapa das 21 classes hipsométricas observadas para o município de Erechim, de 20 em 20 metros. A variação hipsométrica encontrada em Erechim foi de 420 metros, sendo a classe mais baixa situada a 420 m e a mais alta a 840 metros, como pode ser observado na Tabela 1. As variações hipsométricas observadas foram de 120 metros para a UA Henrique, entre as classes 700 e 820 metros; de 140 metros para a UA Cravo, entre as classes 680 e 820 metros; de 160 metros para a UA Suzana, entre as classes 660 a 820 metros; de 240 metros para a UA Tigre, entre as classes 580 e 820 metros; de 270 metros para UA Campo, entre as classes 550 e 820 metros; de 420 metros para UA Dourado, entre as classes 420 e 840 metros. A área urbanizada está localizada nas altitudes que vão de 650 a 820 metros.

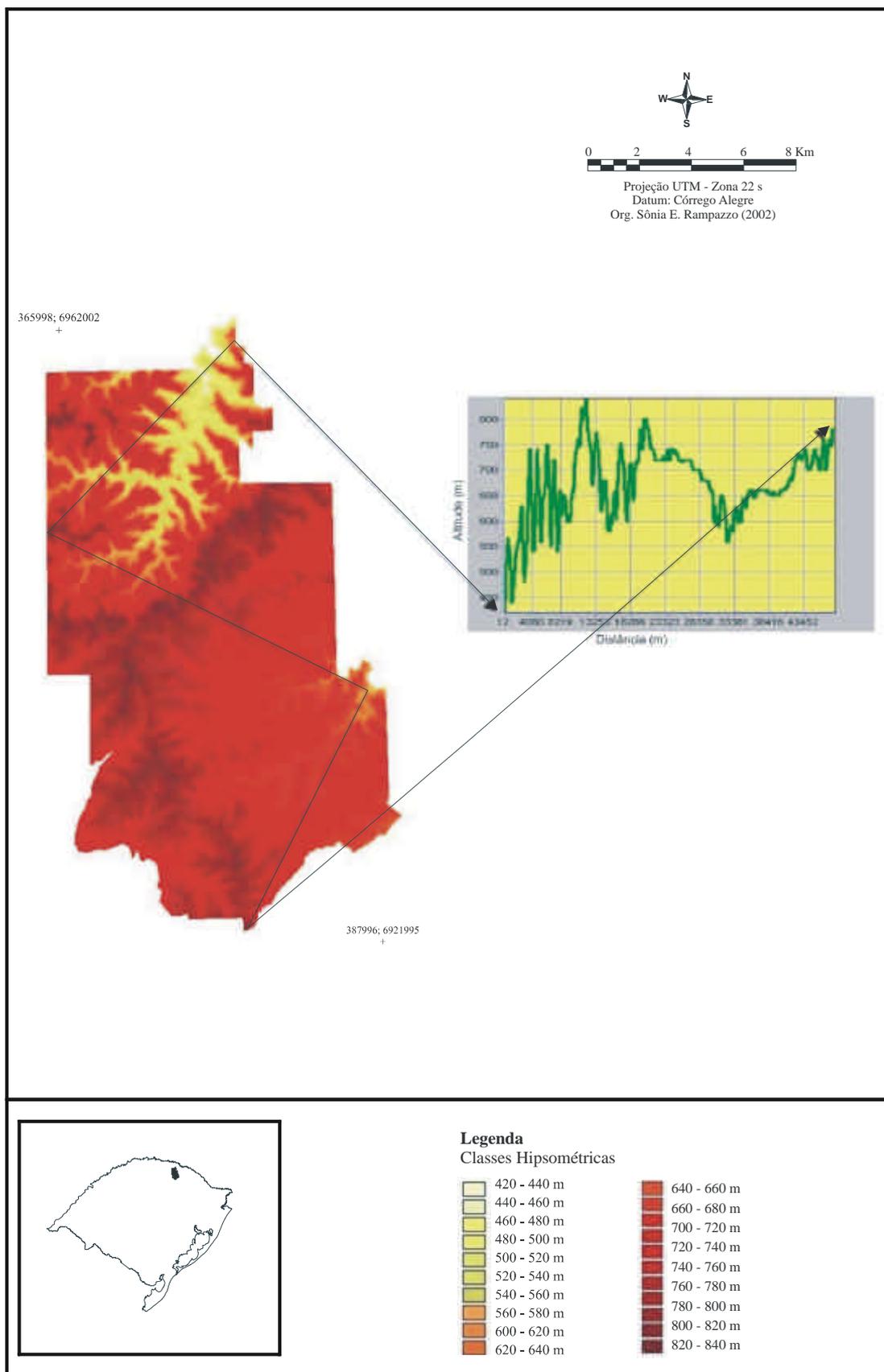


Figura 3: Carta hipsométrica e perfil topográfico do município de Erechim (RS)

Tabela 1: Área calculada das classes hipsométricas consideradas para a região de estudo

Classes de Altimetria	Área		Porcentagem (%)
	Km <sup>2</sup>	ha	
420 a 440	0.3212389	32,12	0,07
440 a 460	1.3819372	138,19	0,32
460 a 480	1.0882930	108,83	0,25
480 a 500	2.6162024	261,62	0,61
500 a 520	4.1424122	414,24	0,97
520 a 540	5.1828143	518,28	1,22
540 a 560	11.4902147	1.149,02	2,70
560 a 580	7.1698364	716,98	1,68
580 a 600	9.3732173	937,32	2,20
600 a 620	10.5146002	1.051,46	2,47
620 a 640	12.7584735	1.275,85	3,00
640 a 660	38.3766012	3.837,66	9,01
660 a 680	35.6812138	3.568,12	8,38
680 a 700	48.5555652	4.855,56	11,40
700 a 720	57.7303203	5.773,03	13,56
720 a 740	47.8365020	4.783,65	11,24
740 a 760	53.6479967	5.364,80	12,61
760 a 780	34.0848174	3.408,48	8,00
780 a 800	27.5525598	2.755,26	6,47
800 a 820	14.0982187	1.409,82	3,31
820 a 840	2.2531715	225,32	0,53
<b>Total 21</b>	<b>425.8562067</b>	<b>42.585,62</b>	<b>100,00</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Para melhor visualização da hipsometria da área de estudo, foi elaborado o perfil topográfico transversal, considerando a menor cota (420 m) na porção Norte – margem do rio Dourado, seguindo para Oeste – local de maior altitude (840 m), passando pela zona urbana de Erechim (apresenta uma variação altimétrica de 170 metros) até a porção Leste e, então, até o extremo Sul (Figura 3).

### 4.2.2 - Clinografia

A topografia<sup>12</sup> da área de estudo apresenta-se semelhante à da região Alto Uruguai, dividida em dois domínios distintos: ao Sul, relevo suave ondulado e, ao Norte, relevo forte ondulado a montanhoso.

As classes de declividade adotadas são as seguintes: < 5%; 5 I— 12%; 12 I— 30%; 30 I—47%; > 47% (Tabela 2).

Baseando-se em RAMALHO FILHO & BEEK (1995), essas classes podem ser classificadas, em função da suscetibilidade à erosão, em terreno plano a suave ondulado (< 5%); de suave a moderadamente ondulado (5 I— 12%); ondulado a forte ondulado (12 I— 30%); fortemente ondulado a montanhoso (30 I— 47%); escarpado (> 47%).

**Tabela 2: Área calculada das classes clinográficas consideradas para a área de estudo**

Classes de Declividade		Área		Percentagem (%)
Percentual (%)	Graus (°)	Km <sup>2</sup>	ha	
< 5	0 a 3	134.797,60	13.479,76	31,65
5 I— 12	3 a 7	91.175,80	9.117,58	21,41
12 I— 30	7 a 17	141.142,70	14.114,27	33,14
30 I— 47	17 a 25	41.504,30	4.150,43	9,75
> 47	acima de 25	17.235,80	1.723,58	4,05
<b>Total 7</b>		425.856,20	42.585,62	<b>100,00</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

A maior extensão das áreas de Erechim (14.114,27 ha – 33,14%) é de relevo ondulado a forte ondulado – com declividades de 12 a 30% (7 a 17°). Íngreme para cultivos, necessita de cuidados especiais; susceptível a instalações urbanas, exigindo infraestrutura de alto custo (ROCHA, 1997). O limite de 30% está definido

<sup>12</sup> Amélia Nogueira Moreira, Geógrafa do IBGE, apresenta uma tabela de conversão de declives, importante na leitura e interpretação de cartas de 1:50.000 (escala utilizada para a caracterização física de Erechim), fundamentais para a descrição e correlacionamento do relevo, especialmente na análise da geomorfologia como elemento de suporte da atividade humana.

como o máximo para urbanização sem restrições, de acordo com a Lei Federal 6.676/79. A partir do qual, toda e qualquer forma de parcelamento deve atender exigências específicas. Cerca de 32% da área apresenta-se em terras planas a suave onduladas, com declive entre 0 a 5 % (0 a 3°). Estes números representam o limite urbano-industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano, onde existem poucos (quase nulos) riscos de erosão, quando utilizadas práticas conservacionistas simples. É um solo arável, que suporta maquinaria pesada (De BIASI, 1992; ROCHA, 1997). Entretanto, abaixo de 2% é susceptível a enchentes e problemas de drenagem (ROCHA, 1997). Áreas de relevo suave a moderadamente ondulado, com declives de 5 a 12% (3 a 7°), totalizam 21,41% das terras, requerendo práticas de controle da erosão desde o início de sua utilização agrícola, pois correspondem à faixa que define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura, apresentando pouca ou moderada suscetibilidade à erosão. Em 9,75% das terras o uso agrícola é restrito, pois o relevo forte ondulado (declividades de 30 a 47% - 17 a 25°) exige um intensivo controle da erosão, dispendioso financeiramente. O Código Florestal – Lei 4.771/65 – fixa o limite de 25° (47%) como limite máximo de corte raso (preservação florestal), pois podem apresentar problemas de erosão e de instabilidade de vertentes. As terras com declives superiores a 47%, consideradas montanhosas a escarpadas totalizam 4,05% da área de estudo. De acordo com o artigo 10 do Código Florestal, na faixa situada entre 25° e 45° (47 e 100%) de declividade, “não é permitida a derrubada de florestas, (...) só sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes (Figura 4 e Tabela 2).

As características morfológicas de uma área são, segundo CHRISTOFOLETTI (2000), respostas às atividades dos processos e à dinâmica do sistema maior no qual se encontra inserida. Os procedimentos para elaboração de modelos digitais do terreno (MDT) são amplamente difundidos no campo da modelagem. “*Representam as nuances configurativas do modelado topográfico em perspectiva tridimensional ...*”, os quais tiveram origem na década de 50 com os trabalhos de Charles Miller no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT).

Uma representação das formas do relevo de Erechim é mostrada através do Modelo Digital de Elevação (bloco-diagrama) na Figura 5, a qual propicia uma vista aérea parcial da cidade em 1960 (Foto 1).

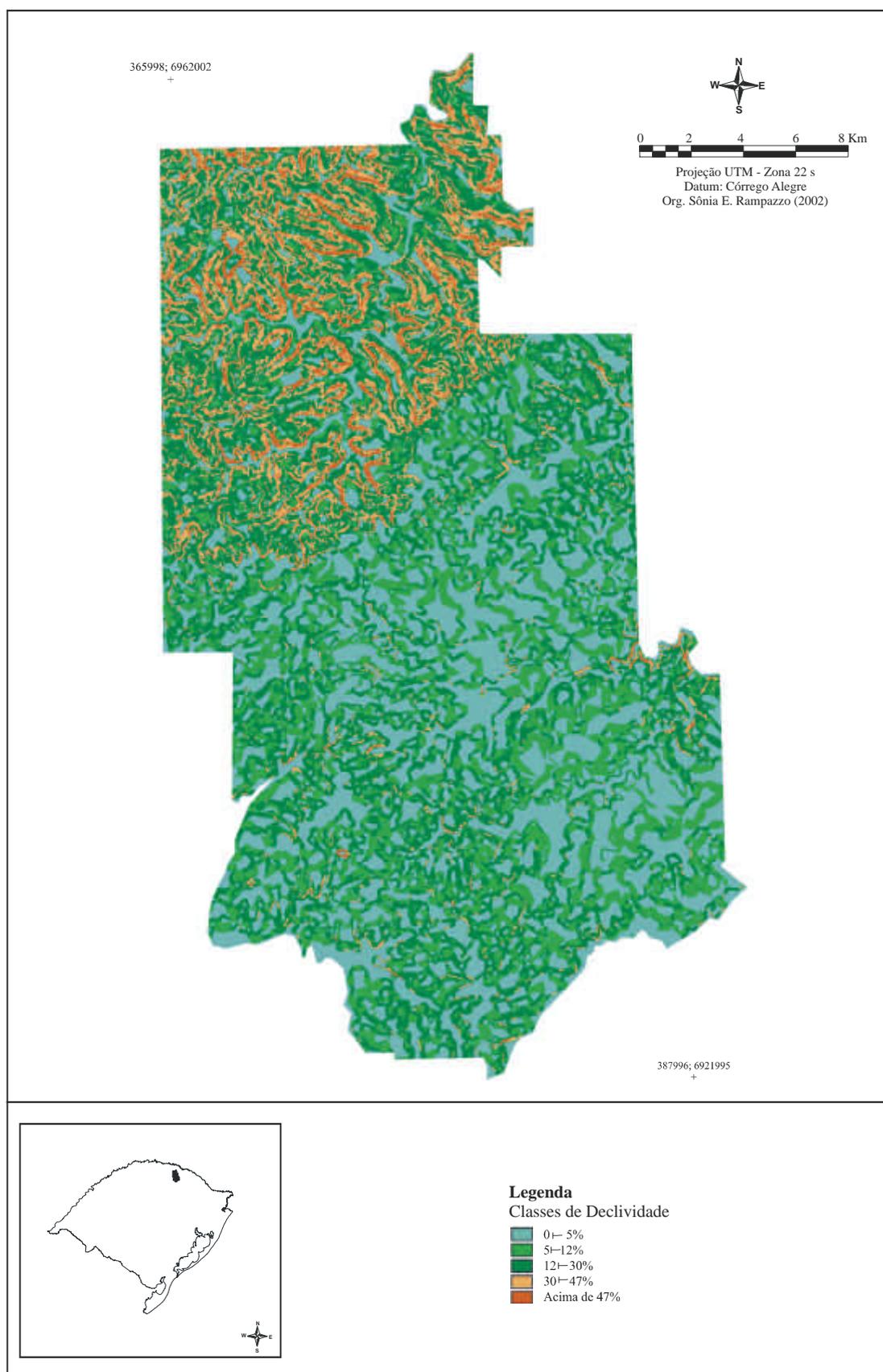


Figura 4: Carta clinográfica do município de Erechim (RS)

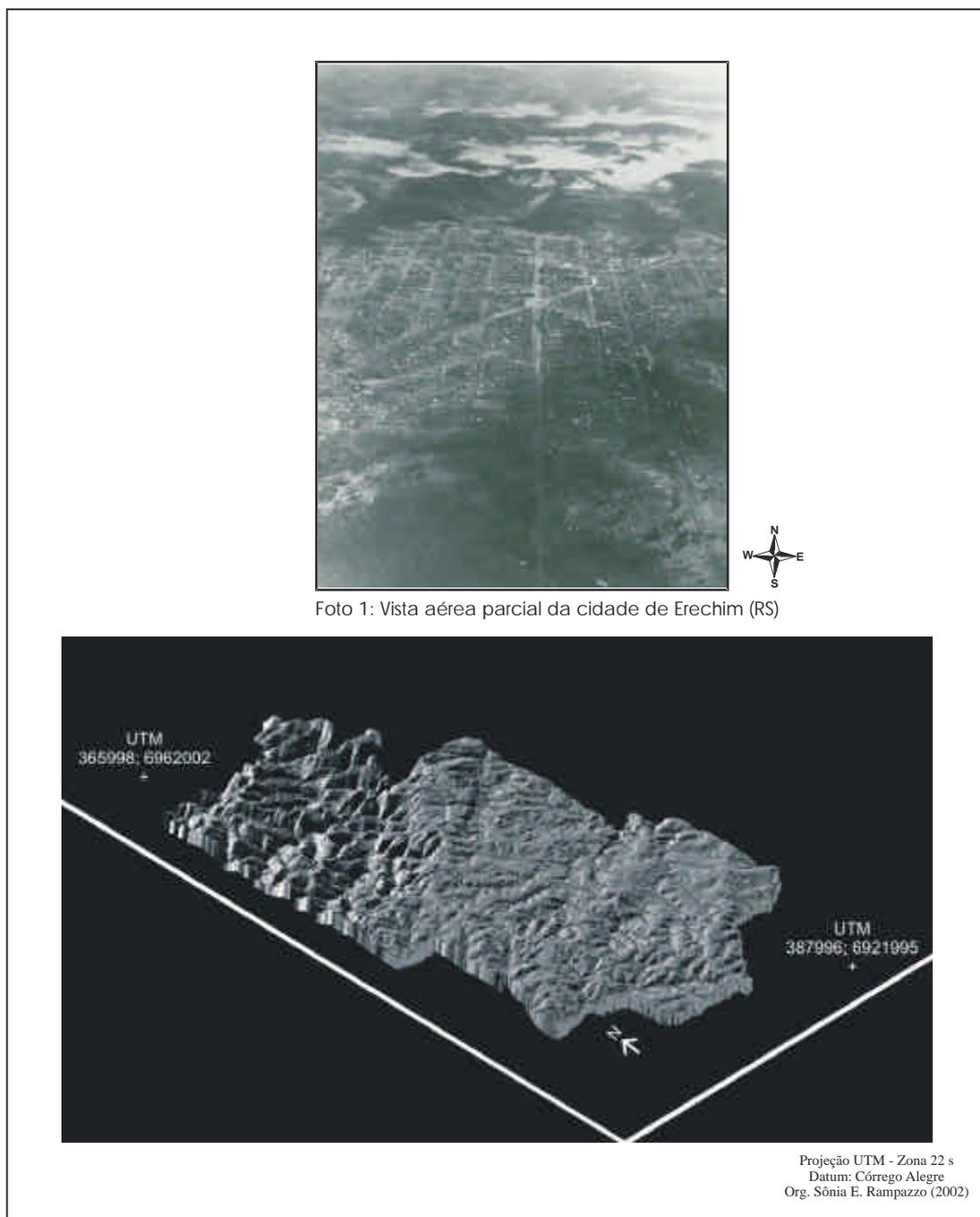


Figura 5: Bloco-diagrama representativo das formas de relevo do município de Erechim (RS)

### 4.2.3 – Solos

Sob o aspecto litológico, no Alto Uruguai há predomínio exclusivo do basalto decorrente das atividades vulcânicas do complexo cristalino da era mesozóica, nos períodos Cretáceo e início do Terciário, pertencentes à formação Serra Geral, do grupo São Bento (LEINZ & AMARALI, 1973 *apud* BUTZKE, 1997). Segundo pesquisas pedológicas<sup>13</sup> no RS, realizadas pelo Ministério da Agricultura: Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária - DNPA (1973), os solos da Unidade de Mapeamento Erechim são derivados de rochas eruptivas básicas (basalto) e classificam-se como Latossol Roxo Distrófico álico.

Erechim faz parte da região fisiográfica do Alto Uruguai, constituída por solos originados do basalto e, por isso, é uma das regiões que constitui a chamada Encosta Basáltica do Rio Grande do Sul. Ocorrem, especialmente, solos Litólicos, Brunizens e afloramentos de rochas. É comum a ocorrência de associações de solos Brunizens com Litólicos (Governo do Estado do RS - Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do RS, 1994).

De maneira geral são solos de fertilidade natural boa, pouco profundos (rasos), com afloramentos de rochas e a presença de pedras na superfície, ocupando paisagens em relevos acentuados. Algumas áreas planas das várzeas ao longo dos rios, geralmente de pequena extensão, apresentam solos mais profundos, sem pedras na superfície, mas sujeitas a inundações esporádicas (Governo do Estado do RS - Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do RS, 1994).

Os solos Erechim são bem drenados com horizonte B latossólico, de coloração vermelha escura (bruno avermelhado escuro no matiz 2.5YR) e desenvolvidos de rochas básicas. A textura é argilosa (argila pesada em todo o perfil), são friáveis com estrutura maciça pouco coerente e transição difusa entre os horizontes A (+ de 50 cm), B (+ de 200 cm) e C nem sempre observável devido encontrarem-se a 3 metros de profundidade. Em cerca de 20% da área ocorrem perfis de Charrua, Ciríaco, Estação e Guassupi. Diante das potencialidades agrícolas,

---

<sup>13</sup> As pesquisas para a Unidade de Mapeamento Erechim foram realizadas na estrada Erechim-Gaurama (RS 331), a 2 km do centro de Erechim, no topo de uma elevação (680 metros) com 14% de declive, bem drenado e cobertura vegetal constituída de pastagem com presença de araucárias

os solos da região enquadram-se nas classes III, IVp/t, VI t e VII, apresentando fertilidade natural forte – 3 a 4% de matéria orgânica; boas condições para o desenvolvimento da agricultura, mas com limitações no que se refere aos teores elevados de alumínio trocável, pH baixo – fortemente ácidos, baixos teores de fósforo, enxofre e potássio, necessitando de medidas corretivas (BRASIL-MA-DNPA, 1973).

Com base no mapa elaborado pelo Ministério da Agricultura, observa-se no território de Erechim, quatro (4) tipos de solos: Erechim, Estação, Charrua e o Ciríaco Charrua, conforme Figura 6. A Tabela 3 apresenta as áreas correspondentes a cada tipo de solo.

Embora as escalas utilizadas na elaboração do mapa de solos não sejam as adequadas, optou-se pela realização do exercício como uma primeira referência para essas informações. Entretanto, esse tipo de análise deve ser refeito para o cruzamento de dados com um mapa de solos em escala 1:50000.

**Tabela 3: Área dos tipos de solos encontrados no município de Erechim(RS)**

<b>Tipos de Solos</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>(%)</b>
C-Ch: Ciríaco Charrua	2.551, 11	5,99
Ec: Erechim Latossol Roxo Distrófico	26.137,62	61,38
E: Estação Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico	1.727,69	4,05
Ch: Charrua Solo Litólico Eutrófico	12.169,20	28,58
<b>Total 4</b>	<b>42.585,62</b>	<b>100,00</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Fonte: IBGE, 1970 - Mapa Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:750.000. Projeção Sistema UTM.

Na Tabela 4, mostra-se a área e percentual dos tipos de solos em função das classes de declividade na área de estudo, ilustradas pela Figura 7.

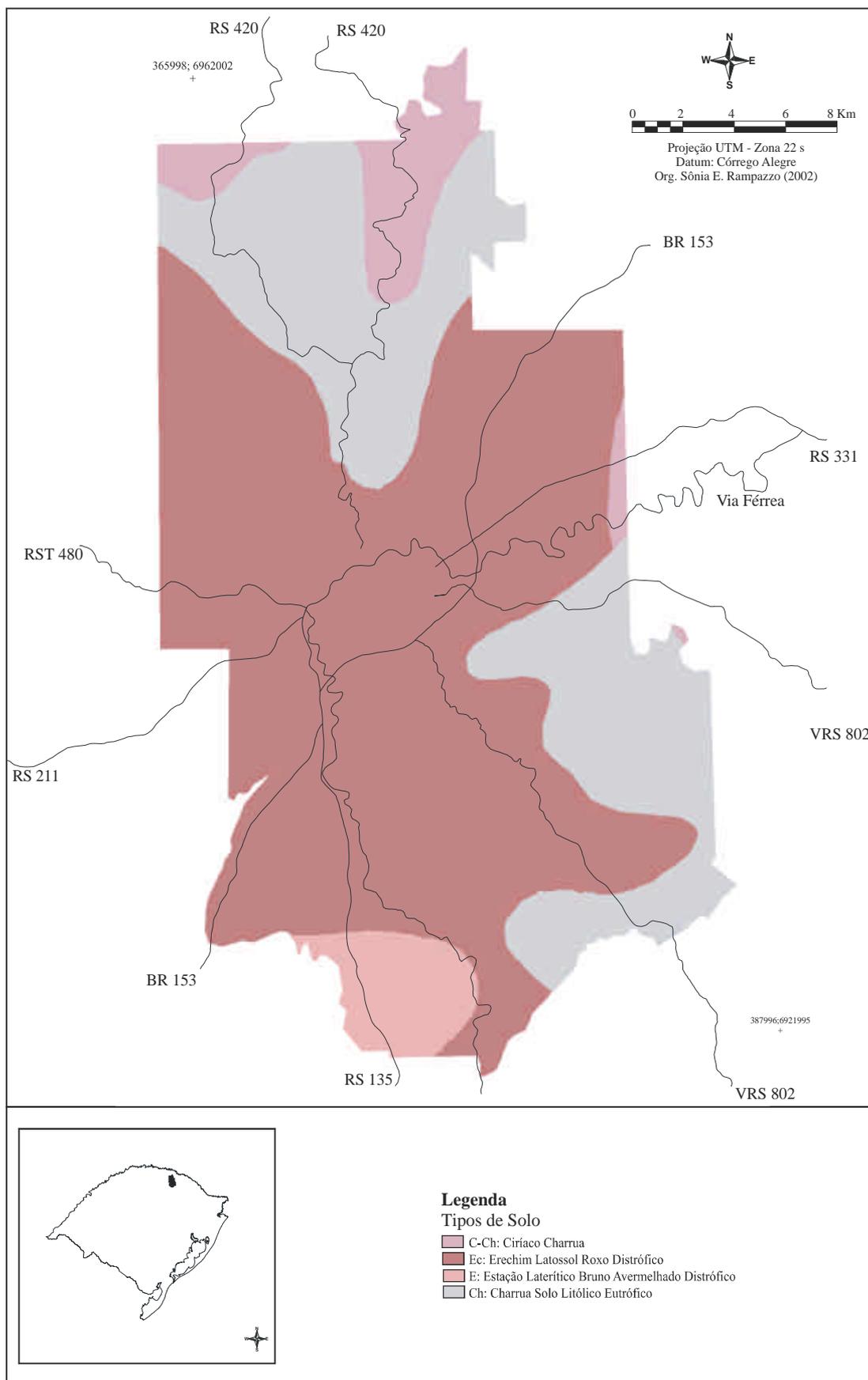


Figura 6: Carta de solos do município de Erechim (RS)

Tabela 4: Área e percentagem dos tipos de solo em função das classes de declividade no município de Erechim (RS)

Tipos de Solo	Declividades do Solo									
	0%  — 5% 0 a 3 °		5%  — 12% 3 a 7 °		12%  — 30% 7 a 17 °		30%  — 47% 17 a 25 °		acima de 47% acima de 25 °	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
C-Ch	417,60	3,10	280,87	3,08	1.115,60	7,90	529,11	12,75	207,93	12,06
Ec	9.056,31	67,18	6.276,42	68,84	8.572,70	60,74	1.707,77	41,15	524,42	30,43
E	722,03	5,36	381,04	4,18	576,57	4,09	39,68	0,96	8,37	0,49
Ch	3.283,82	24,36	2.179,25	23,9	3.849,40	27,27	1.873,87	45,14	982,86	57,02
<b>Total</b>	<b>13.479,76</b>	<b>100,00</b>	<b>9.117,58</b>	<b>100,00</b>	<b>14.114,27</b>	<b>100,00</b>	<b>4.150,43</b>	<b>100,00</b>	<b>1.723,58</b>	<b>100,00</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

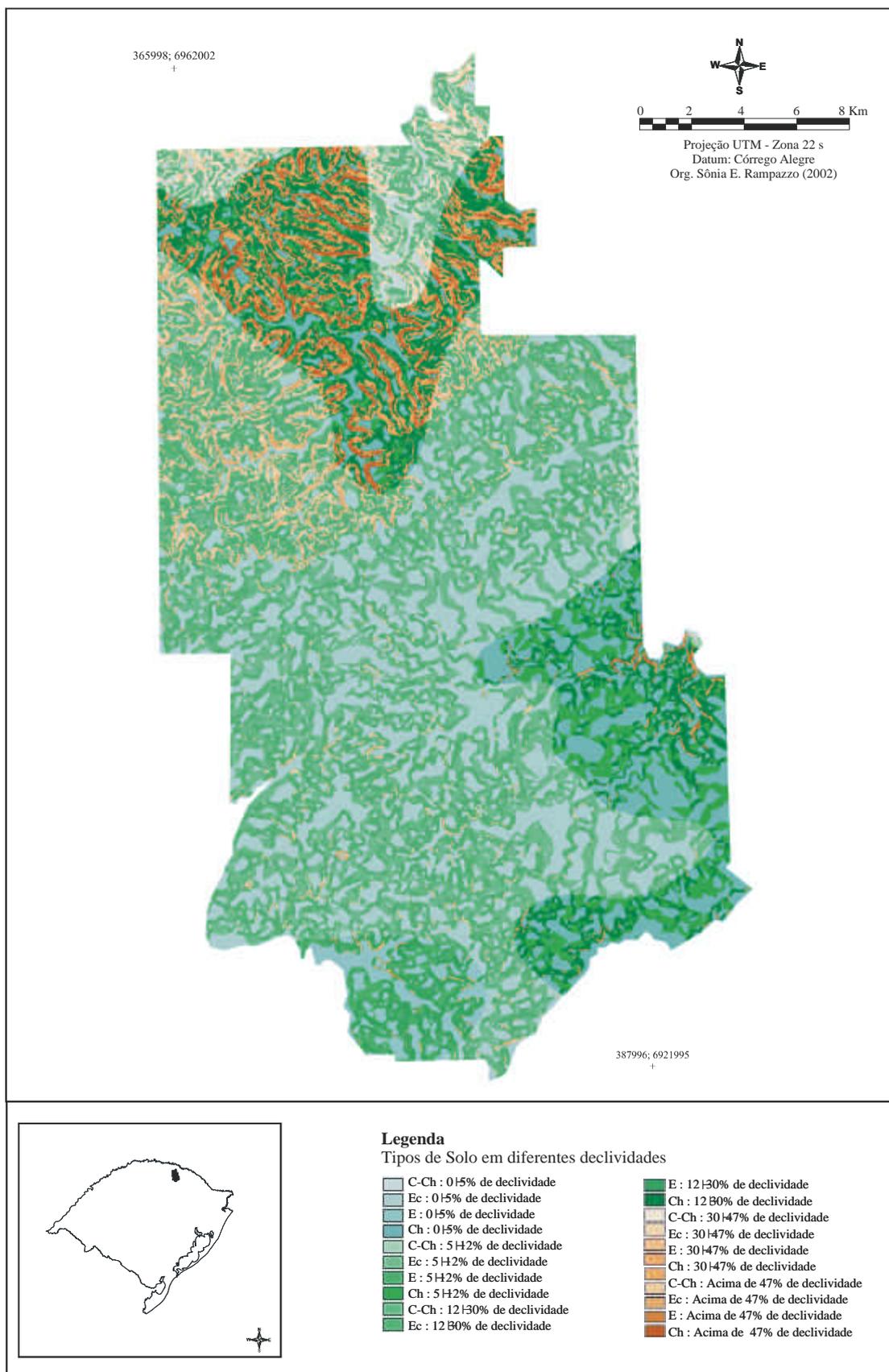


Figura 7: Carta de solos em diferentes declividades no município de Erechim (RS)

O solo Ciríaco-Charrua decorre da associação de solos Brunizens Avermelhado e Litólicos Eutróficos. Este, de textura média<sup>14</sup>, substrato basalto amiglóide. Aquele raso de textura argilosa, tendo como substrato basalto, de fertilidade natural. A maior parte desse solo (43,73%) situa-se em áreas com declividade de 7 a 17 graus, especialmente na UA Dourado.

O tipo de solo predominante no município é o Ec, denominado Erechim Latossol Roxo Distrófico. São 26.137,62 hectares, correspondendo a 61,38% do território. Esse tipo de solo ocorre sobre rochas basálticas, apresentando-se álico, de textura argilosa<sup>15</sup>. A maior parte do Latossol Roxo Distrófico (58,66% - o que corresponde a 15.332,73 ha) encontra-se em terrenos planos a moderadamente ondulados, em áreas de declividade entre 0 e 7 graus. Área significativa desse tipo de solo (cerca de 33%) ocorre em declives ondulados a forte ondulados, até 17 graus. Os latossolos roxos, do ponto de vista agrícola, possuem restrições à mecanização.

O solo Estação (E), Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico é encontrado na parte Sul do município, observado nas UAs Campo e Cravo, ocupando principalmente terrenos com declividade de até 7 graus (63,84% do total). Cerca de 34% desse solo ocorre em relevo de ondulado a forte ondulado. Apresenta como principais características uma fertilidade natural média, sendo álico, de textura argilosa.

As rochas basálticas do Grupo Bauru originaram também o Charrua, solo litólico eutrófico, de textura média, substrato basalto amiglóide que ocorre em, praticamente, 30% do território de Erechim, e encontram-se distribuídos principalmente em terrenos planos até moderadamente ondulados (cerca de 45% entre 0 e 7 graus de declividade). Entretanto, a maior parte desse solo ocorre em declividades que exigem manejo adequado, uma vez que são terrenos ondulados a forte ondulados (31,63%) ou fortemente ondulados a escarpados (23,47%). Portanto, os solos litólicos apresentam-se melhor adaptados à conservação da vegetação natural, pois são rasos, não adequados à agricultura e predominam em locais de relevo acentuado, favorecendo a erosão.

---

<sup>14</sup> Textura média apresenta teor de argila inferior a 35%, teor de areia superior a 15% e silte inferior a 50%). (BELINAZZI Jr. et al., 1983, p. 70).

<sup>15</sup> Textura argilosa apresenta teor de argila entre 35 e 60%. Material homogêneo, fino e macio em sua maior parte. (BELINAZZI Jr. et al., 1983, p. 70).

A degradação do solo traduz-se, na prática, pelo seu esgotamento e pelo desaparecimento dos horizontes superficiais – desertificação decorrente, principalmente, da atividade do homem, tendo como conseqüências imediatas, a transformação da paisagem e a alteração do regime hidrológico. O processo de contaminação significa a adição no solo de compostos que quali-quantitativamente podem modificar as suas características naturais e utilizações, produzindo efeitos negativos.

Um dos principais fenômenos de degradação dos solos é a contaminação por resíduos sólidos e líquidos. Estes podem ser decorrentes de águas residuais industriais (provenientes de matadouros e de unidades de processamento de carnes, setor de curtumes, etc) ou de águas residuais urbanas (provenientes de habitações isoladas, de aglomerações populacionais e de diferentes atividades humanas) lançados diretamente no solo. As preocupações ambientais com relação aos solos, presentes na maioria dos fóruns, já eram sentidas por Platão quando observava o desmatamento e a erosão dos solos nas colinas de Ática, decorrentes do excesso de pastagem e do corte de árvores para produção de lenha.

Em Erechim, podem ser observadas diversas áreas instáveis com risco de deslizamento de encostas, tendo como fator importante, a conjunção do ângulo da declividade e a inexistência de espécies vegetais, evidenciadas na Figura 7.

#### 4.2.4 - Hidrografia

A carta hidrográfica está apresentada na Figura 8. A maioria dos rios, córregos, arroios e lajeados<sup>16</sup> estão relacionados a códigos numéricos e nominalmente representados na legenda. Porém, alguns não são identificados sendo conhecidos pelo próprio nome da comunidade de seu entorno.

---

<sup>16</sup> Os termos rios, córregos, arroios e lajeados presentes nas diferentes bacias hidrográficas da área de estudo, correspondem a uma terminologia regional utilizada para diferenciar os corpos d'água que ao longo de seu curso apresentam variações contínuas e atribuir uma hierarquia aos mesmos. A união dos arroios, córregos e lajeados que nascem nos terrenos íngremes formam os rios - os maiores cursos d'água corrente. Segundo MONTAG *et al.* (2000) os riachos de cabeceiras são rasos, com fundo arenoso ou pedregoso [ (basalto na área estudada) ] devido à influência da forte correnteza imposta pela declividade do terreno. Os rios, que cortam terrenos menos inclinados, apresentam-se mais sinuosos, profundos, volumosos e com águas mais turvas devido ao aumento da quantidade de partículas carregadas para seu interior. ROCHA (1997) classifica os diferentes corpos d'água de uma bacia hidrográfica como ravinas, canais e tributários (3ª, 4ª e 5ª ordem).

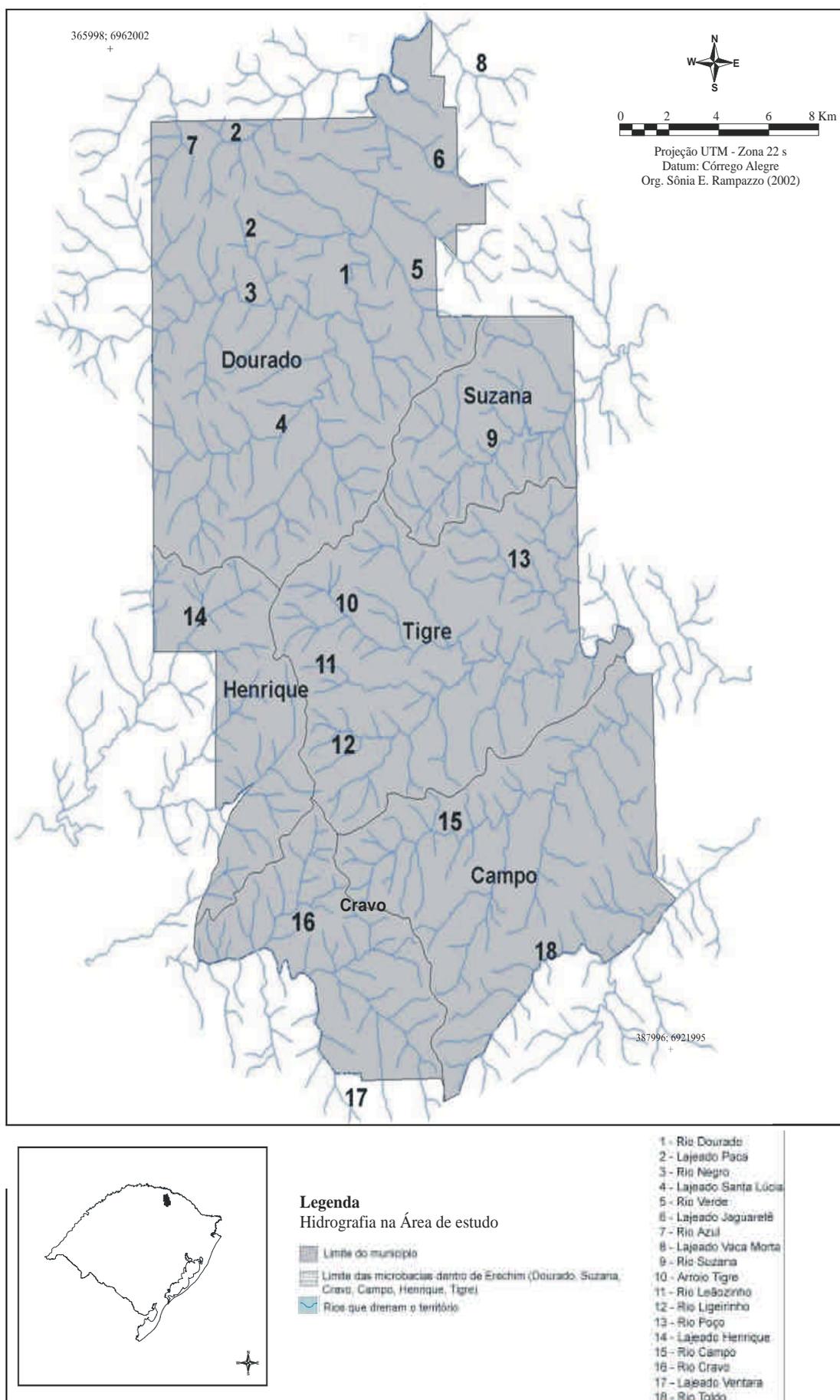


Figura 8: Carta hidrográfica do município de Erechim (RS)

Hidrograficamente essa região se caracteriza por apresentar inúmeros pequenos cursos d'água coletados, em sua maioria, pelos rios Passo Fundo, Erechim, Apuaê (Ligeiro) e Várzea. Estas microbacias integram o início da Bacia do Rio Uruguai que, por sua vez, vai integrar a Bacia do Prata (BUTZKE, 1997; CASSOL & PIRAN, 1975).

A rede hídrica de Erechim é formada pelos rios Dourado, Suzana, Leãozinho, Ligeirinho, Campo, Cravo; o arroio Tigre e o lajeado Henrique. Os principais tributários do Dourado são os lajeados Jaguretê, Paca, Vaca Morta e Santa Lúcia e os rios Verde e Negro. O município é limitado a Sudeste e Sudoeste, pelos rios Toldo e Lajeado Ventara, respectivamente. As nascentes do rio Azul localizam-se a Noroeste cujo deslocamento ocorre no mesmo sentido, no município.

A extensão total dos cursos d'água situados dentro do município em estudo corresponde a 555,6 km, representando uma densidade de drenagem atual de 13,04 m/ha. O maior rio em extensão encontrado na área de Erechim é o Dourado (rio de 5ª ordem) que juntamente com seus tributários (Vaca Morta – 3ª ordem, Paca – 3ª ordem, Santa Lúcia – 4ª ordem, Negro – 4ª ordem, Verde – 2ª ordem e Jaguretê – 2ª ordem) possui um comprimento aproximado de 188 km. O segundo em extensão é o arroio Tigre (rio de 4ª ordem) com cerca de 118 km, seguidos pelo rio Campo (rio de 4ª ordem) que no município se estende por 100 km.

Os rios Ligeirinho e Leãozinho, tributários do arroio Tigre, são os responsáveis pelo abastecimento do reservatório da CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento), com vazão de 250 l/s e 40 l/s, respectivamente, cuja captação média foi de 21.368 m<sup>3</sup>/dia no primeiro semestre de 2001, não apresentando problemas com falta de água devido a chuvas regulares (semanais) ocorridas nesses seis meses. Porém, em épocas de estiagem<sup>17</sup>, a CORSAN capta água do rio Campo (captação média de 80 l/s). Devido à diminuição do volume d'água nos dois principais pontos, está em estudo a implantação de um sistema de captação no rio Cravo (divisa com município de Erebangó) com a implantação de uma adutora (350 mm de diâmetro) de 8 km de extensão a um custo de R\$ 3,2

---

<sup>17</sup> A última estiagem no município de Erechim ocorreu de novembro/99 a maio/2000. No período compreendido entre 23/12/1999 a 09/05/2000 a barragem não verteu, atingindo, no dia 25/02/2000, 3,5 m abaixo do nível normal. Nesse período o Leãozinho secou e a vazão do Ligeirinho decaiu em mais de 50%.

milhões, proporcionando uma vazão de 120 l/s (BERGOLI, 2001). Outra alternativa, também em estudo, está na captação de água de uma microbacia (126 km<sup>2</sup> – vazão de 180 l/s) no município vizinho de Paulo Bento (até 2000 era distrito de Erechim). Nesse caso, o canal adutor corresponderá 16 km de extensão a um custo de R\$ 5,5 milhões (BERGOLI, 2001).

Segundo a Divisão Hidrográfica do Estado do RS, a área em estudo está vinculada ao Comitê de Bacias Apuaê-Inhandava<sup>18</sup> implantado em 12/09/2002. Foi elaborado um diagnóstico sócio-econômico-cultural da região de abrangência dessa bacia, através da comissão provisória, o qual subsidiou a implantação do comitê, como também será base para futuras ações na área da bacia.

Em relação aos corpos d'água lênticos (lagos naturais e açudes), não foi possível identificá-los devido às áreas não serem compatíveis com a escala das cartas utilizadas. No entanto, através das saídas a campo e análise das imagens de satélite, é possível identificar o reservatório da CORSAN localizado na UA Tigre com volume de 700.000 metros cúbicos (BERGOLI, 2001) e diversos pequenos açudes na zona rural, ligados a atividades piscícolas para consumo doméstico e/ou para comercialização (por exemplo, nos “pesque & pague”).

O padrão de drenagem<sup>19</sup> para o município de Erechim é o dendrítico (arborecente) que se assemelha a tronco e galhos de uma árvore, de densidade média, pertencente ao grupo das zonas de erosão de desenvolvimento livre, em áreas com relevo de moderado até acentuado, estando mais ligados à morfologia do terreno do que a sua estrutura geológica (ANDERSON & VERSTAPEN, 1982; CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103). As maiores densidades de drenagem estão com as UAs Cravo (14,76 m/ha), Suzana (14,42 m/ha) e Tigre (13,01 m/ha), seguidas pela Henrique (12,84 m/ha), Dourado (12,64 m/ha) e Campo (12,53 m/ha).

O desenvolvimento industrial, o crescimento demográfico e o aumento do nível de vida da sociedade, demandam uma quantidade cada vez maior de água.

---

<sup>18</sup> Esta bacia hidrográfica, segundo o Inventário Florestal do Rio Grande do Sul, é uma das que se apresenta com cobertura florestal mais preservada.

<sup>19</sup> Os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

Esta, revela-se como um fator do desenvolvimento de inúmeras atividades humanas, provocando a produção de resíduos. Portanto, um conhecimento mais profundo da evolução dos meios receptores, sob o ponto de vista da qualidade da água, faz-se necessário. Com base nos resultados pode-se adotar medidas de despoluição sistemática de cursos d'água.

#### **4.2.5 - Uso e ocupação da terra**

BLACK *et al.* (1998) desenvolveram duas bases de dados (narrativa e espacial) usando o GIS. Com base nas informações botânicas e de vida selvagem, associadas aos estudos históricos do uso da terra, obtiveram uma impressão qualitativa de como a paisagem foi modificada.

Entre outros estudos, destaca-se o realizado por JORGE & GARCIA (1997) sobre a fragmentação do habitat em cerca de 16.000 hectares de terra no município de Botucatu-SP, usando sensoriamento remoto e GIS. Além de observar o uso e a cobertura da terra através de imagens de satélite, um dos objetivos do trabalho foi avaliar e modelar o efeito de borda causado pela fragmentação do habitat, visando incorporar os resultados no planejamento de ações futuras relativas à restauração da floresta.

Percebeu-se que as transformações introduzidas referem-se, especialmente, às áreas agrícolas e florestais. Portanto, a opção de tomar uma imagem de um período inicial do processo e outra, num período mais recente, com um intervalo de 36 anos, justifica-se quando se pretende constatar o grau de modificação introduzida num espaço de tempo considerado significativo.

Enquanto a análise do mosaico aerofotográfico permite analisar a paisagem municipal no início do processo de colonização mais acentuada, a imagem de 2000 representa a configuração mais atual da paisagem do município de Erechim. As imagens intermediárias possibilitam analisar a evolução dinâmica da paisagem, quanto ao uso e ocupação da terra no espaço temporal compreendido entre estes dois períodos.

#### 4.2.5.1 - Cenário da paisagem de Erechim(RS) no período de 1964 a 2000

A região onde se insere a Área de Estudo é caracterizada por um misto de Floresta Estacional Decidual Subtropical do Alto Uruguai e Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária). A Floresta Subtropical do Alto Uruguai caracteriza-se por seguir os vales do rio Uruguai e seus afluentes (SUDESUL, 1978). A mesma floresta inicia em Ijuí, estende-se até Passo Fundo e Lagoa Vermelha, ao longo dos afluentes do rio Taquari, chega à fralda da Serra e se reduz a um cordão marginal do Rio Pelotas (RAMBO, 1994).

Remanescentes da Floresta com Araucária são encontradas em diversos municípios da região, ocupando aproximadamente igual extensão da floresta anteriormente descrita. A mata com Araucária é uma mata mista alta, difere das demais devido à mistura de Araucária (LINDMAN & FERRI, 1974). Caracteriza-se por apresentar um estrato superior dominado pela *Araucaria angustifolia*, com altura aproximada de 35 m (SUDESUL, 1978) estendendo-se para o Leste e para o Norte até Passo Fundo e Vacaria (LINDMAN & FERRI, 1974). Os pinhais encontram-se nos vales superiores e nas cachoeiras dos rios Caí, Taquari, das Antas, Jacuí e Pelotas, em grupos isolados ou densas sociedades, em capões disseminados por todo o planalto, e em mistura com a mata virgem do Alto Uruguai, ao Noroeste de Passo Fundo e Lagoa Vermelha (RAMBO, 1994).

Diversas fotos do Arquivo Histórico de Erechim mostram a cobertura verde original da região Alto Uruguai, retratando que, com a chegada dos primeiros colonizadores, as florestas foram sendo derrubadas para o estabelecimento do processo agrícola, inicialmente, de subsistência. A matéria-prima florestal era usada de forma generalizada nas construções das casas, galpões, etc. Nesse período, árvores gigantescas e seculares foram derrubadas e queimadas para dar lugar às áreas de cultivo (RAMPAZZO, 2001).

Os primeiros pés de milho eram plantados entre os troncos ainda fumegantes da queimada. RAMBO (1994), refere-se ao trabalho do colonizador: *“enquanto a sementeira medrava, florescia e deitava espigas, o machado e o formão trabalhavam dia por dia nas traves de louro e cabriúva, a serra rangia nas tábuas de cedro e canafístula, o malho soava nos toros de grapiapunha, amontoando pilhas de tabuinhas para o telhado”*.

O aproveitamento da madeira regional com a comercialização do pinheiro e de outras espécies “nobres” no mercado externo, aconteceu com base na instalação dos engenhos hidráulicos (serrarias) (Foto 2). As madeiras serradas eram levadas à estação ferroviária através de carroças tracionadas por mulas, cavalos ou por caminhões. O transporte para outros Estados do país era feito via férrea, inclusive, deste para outros países. Entretanto, grande parte da matéria-prima vegetal saiu da região através do Rio Uruguai. Foram milhares de toras e/ou madeira serrada de pinheiro, cedro, angico, louro, tarumã, guajuvira, açoita-cavalo, grápia e canelas exportadas para San Thomé, na Argentina, por meio de balsas que navegavam nesse rio (CHIAPARINI, 1999) destacada pela Foto 3.



Foto 2: Engenho hidráulico

Fonte: Arquivo Histórico Municipal de Erechim

Desde o início do século, o Alto Uruguai tem testemunhado um desmatamento acelerado das suas matas nativas. A inexpressiva área ocupada pelas matas nativas no Estado (2,8% - IBDF, 1982) e na região (3% - ELETROSUL, 1979) é decorrente, entre outras coisas, da pressão econômica, do baixo nível de escolarização dos proprietários rurais e da inexistência de conhecimento científico para o uso sustentado (MARCHIORI, 1991). Este autor afirma ainda que a problemática nacional e estadual não decorre da ausência de legislação adequada, mas sim, do não cumprimento de leis que regulamentam o setor, decorrente da

pressão de interesses escusos e da ausência da ética quando “*as exigências legais para a preservação do meio ambiente são prostituídas por técnicos inescrupulosos*”.



Foto 3: Balseiros transportando madeira através do Rio Uruguai  
Fonte: Arquivo Histórico Municipal de Erechim

Atualmente, os dados sobre a cobertura florestal do Estado do Rio Grande do Sul, segundo o Inventário Florestal concluído em junho de 2001 (Inventário Florestal Contínuo, 2001), mostram uma recuperação da floresta natural<sup>20</sup>, determinada, principalmente, pelo abandono das áreas mais difíceis de serem cultivadas, pela redução da mão-de-obra no meio rural e pelo maior rigor da legislação pertinente. Salientam, no referido inventário, que as áreas em processo de recuperação encontram-se em fase inicial de regeneração de florestas secundárias.

## I – Erechim em 1964

O mosaico de fotografias aéreas de 1964 (Figura 9) representa a configuração mais antiga da área de estudo - município de Erechim. A fotointerpretação semicontrolada através da monointerpretação, permitiu agrupar o

---

<sup>20</sup> 17,53 % da área do Estado (acrécimo de 33.698,98 km<sup>2</sup> à área já existente).



Figura 9: Mosaico de fotografias aéreas do município de Erechim (RS) - 1964

uso da terra nas seguintes classes: vegetação, corpos d'água, campos (pastagem), solo exposto e área urbana, ilustradas pela Figura 10.

A Tabela 5 apresenta as classes de uso e ocupação consideradas relevantes para o presente estudo, com preocupação particular no aspecto florestal.

**Tabela 5: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em 1964**

Classes de Usos	1964	
	Área (ha)	Área (%)
Floresta	23.190,96	54,50
Corpos d'água	6,20	0,01
Pastagem	12.941,85	30,42
Solo Exposto	4.762,36	11,20
Mancha Urbana	1.644,42	3,87
<b>Total</b>	<b>42.545,79</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Em 1964 mais da metade da área do município (54,5%) era florestada, apresentando significativo percentual (cerca de 30%) para a classe campo, correspondendo aos espaços de pastagens naturais, regionalmente denominados poteiros. Estes ligados à topologia do terreno, ocorrendo predominantemente em áreas declivosas. A mancha urbana tomava para si apenas 3,87% , enquanto que a fração de 11,20 % correspondia ao solo exposto, encontrado também nos locais adjacentes ao perímetro urbano, evidenciando a retirada das matas pela atividade e ocupação antrópica.

A água foi a classe de menor representatividade para o período, uma vez que poucos eram os açudes artificiais e, também, pela mata encobrir parte dos cursos d'água na fotointerpretação.

A diferença observada de, aproximadamente, 40 hectares no total da área de estudo, para os usos da terra em 1964, deve-se à diferença de correção radiométrica na imagem, ao posicionamento orbital no momento do ifov (visada) e aos movimentos tectônicos que causam diferenciação na acurácia geodésica.

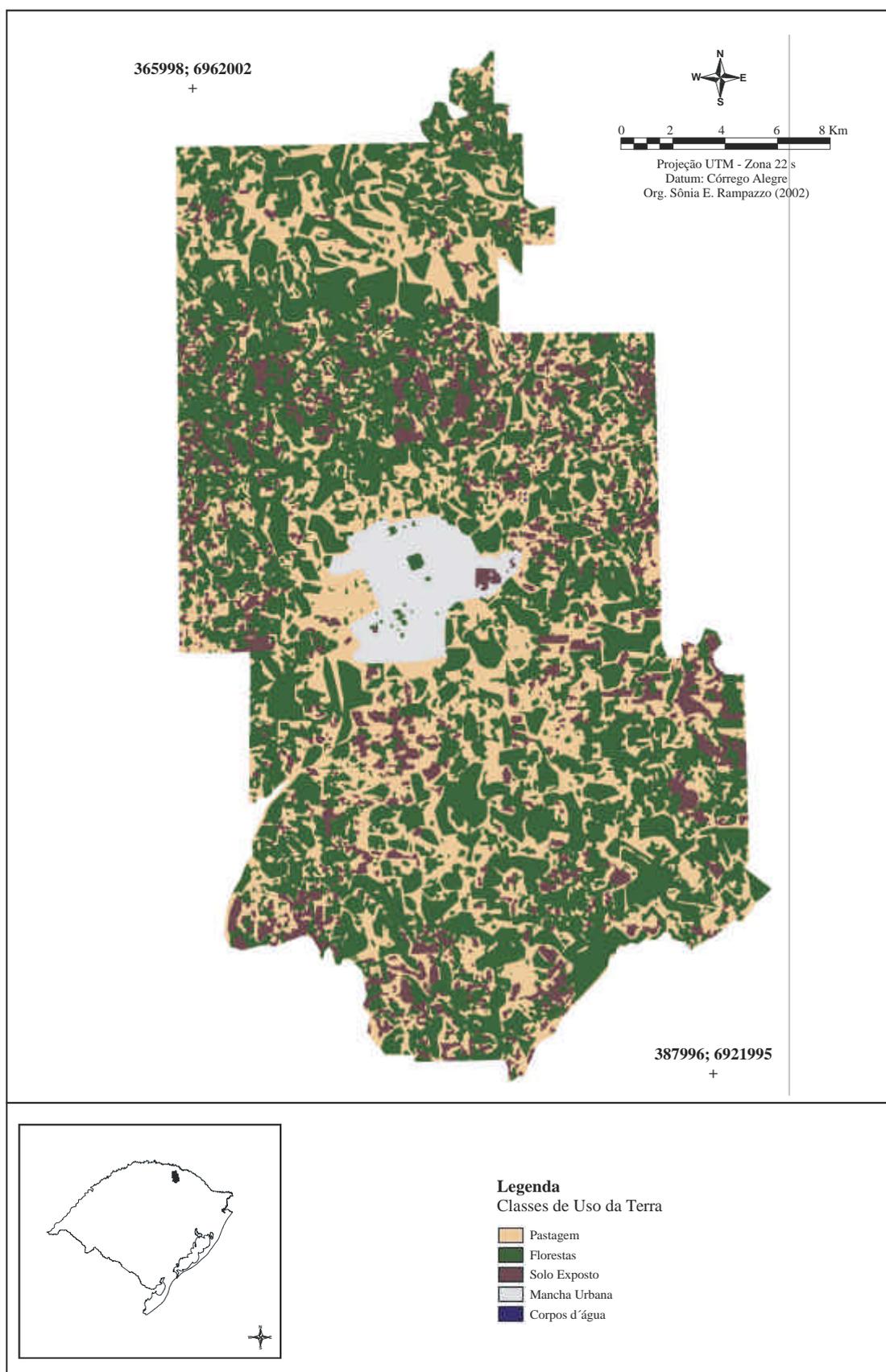


Figura 10: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1964

As Tabelas 6, 7, 8 e 9 apresentam as classes de uso e ocupação consideradas relevantes para o presente estudo. A diferença espectral apresentada na classe Floresta, em função do relevo, especialmente na região norte, fez com que, no momento da classificação, fosse dividida em duas assinaturas (Floresta e Floresta de encosta).

Deve-se destacar que a maior parte da Floresta de encosta observada refere-se à vegetação de mata sombreada em decorrência do relevo e do horário da imagem (12 horas), principalmente no *front da cuesta*.

A matriz de erros e indicadores de exatidão (Anexo I) das diferentes imagens analisadas e classificadas, mostrou um número considerável de pixels classificados corretamente, dos cerca de 80.000 analisados em cada imagem. A avaliação indicou um índice de *Kappa* superior a 0,90 e exatidão geral acima de 94%. Os maiores erros corresponderam ao de omissão para as classes forragem, culturas e pastagem, respectivamente. Isto significa amostras que, na realidade, pertenciam a classe forragem foram classificadas como pastagem; amostras que pertenciam à classe cultura foram classificadas como forragem, pastagem e floresta; e amostras que pertenciam à classe pastagem foram, na realidade classificadas, como forragem. Por outro lado, os maiores erros de inclusão ocorreram na classe floresta de encosta, sendo que a maior proporção de amostras incluídas por erro nesta classe pertenciam às áreas de floresta. Como ambas as classes referem-se às áreas florestadas, desconsidera-se tal erro. Observa-se na classe pastagem o segundo maior erro de inclusão, significando pixels de culturas, vegetação e forragem incluídos por erro como pastagem. Entretanto, ao se considerar uma exatidão mínima de 75%, para validar o método de classificação utilizado, as classificações resultantes encontram-se acima deste limiar. Com relação à qualidade das assinaturas espectrais associadas aos valores de *K*, as classificações podem ser consideradas aceitáveis.

## **II – Erechim em 1984**

Os dados da Tabela 6 e da Figura 11 mostram para Erechim, em 1984, uma cobertura florestal de 13,87% (5.905,80 ha); 29,14% de pastagens naturais, isto é, poteiros (12.408,95 ha) e, aproximadamente, 50% da terra sendo utilizada na agricultura. Destes 18.345,50 hectares como solo exposto, muito provavelmente, sendo preparado para a plantação, pois o mês da imagem (dezembro) corresponde ao período de plantio de soja e milho; e 3.207,64 hectares sendo utilizados com

diferentes culturas e forragem em desenvolvimento. A área urbana aumentou em 60% em 20 anos, totalizando 2.642,00 hectares, o que representa 6,20% da área do município.

**Tabela 6: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em dezembro de 1984**

Classes de Uso	1984	
	Área (ha)	Área (%)
Floresta	5.905,80	13,87
Corpos d'água	75,73	0,18
Pastagem	12.408,95	29,14
Solo Exposto	18.345,50	43,08
Culturas	3.207,64	7,53
Área Urbana	2.642,00	6,20
<b>Total</b>	<b>42.585,62</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

### III – Erechim em 1992

A Tabela 7 apresenta as classes de uso e ocupação consideradas relevantes para a análise do uso da terra em 1992.

**Tabela 7: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em setembro de 1992**

Classes de Uso	1992	
	Área (ha)	Área (%)
Floresta	7.393,23	17,36
Corpos d'água	565,13	1,32
Pastagem	18.053,59	42,40
Solo Exposto	10.287,51	24,16
Culturas	3.644,16	8,56
Área Urbana	2.642,00	6,20
<b>Total</b>	<b>42.585,62</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

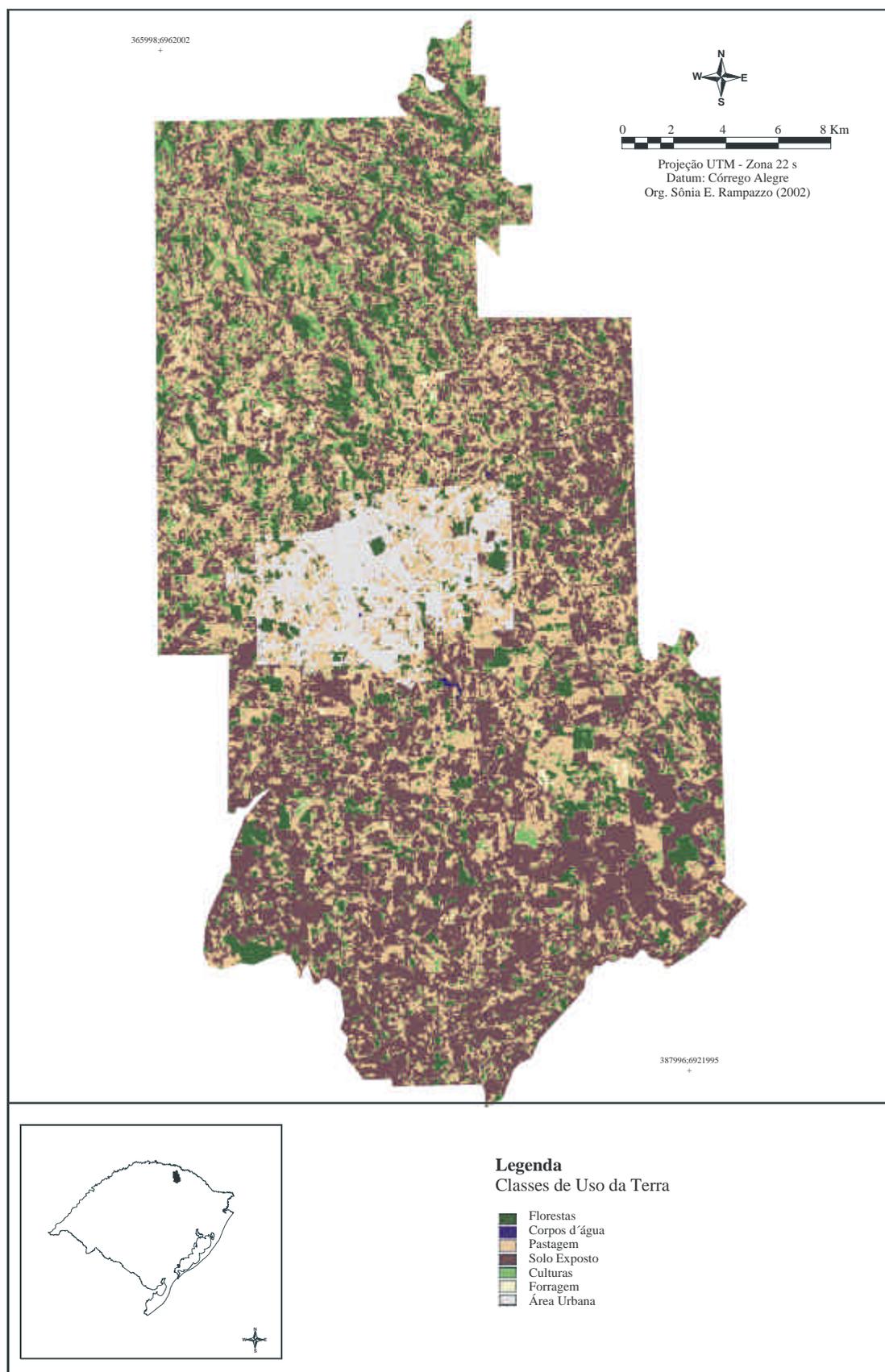


Figura 11: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1984

Os dados da Tabela 7 e da Figura 12 mostram para Erechim, em 1992, uma cobertura florestal de 17,36% (7.393,23 ha); 42,40% de pastagens naturais, isto é, poteiros (18.053,59 ha) e, aproximadamente, 9% da terra sendo utilizada com culturas e forragens. Mais de 9.000 hectares como solo exposto, muito provavelmente, sendo preparado para a plantação de trigo que acontece em setembro (mês da imagem).

#### IV – Erechim em 1998

Os dados da Tabela 8 e da Figura 13 mostram para Erechim, em 1998, 57% da terra utilizada para a agricultura (19.338,71), uma cobertura florestal de 28,69% (12.212,23 ha), 5,73% de campos (2.450,35 ha), 0,96% de corpos d'água e 9,85% de área urbana. No entanto, da área agricultável, no momento cerca de 14.000 hectares estão desnudos, pois é o período que antecede a colheita das culturas de soja e milho que acontece em maio (mês da imagem). Ressalta-se, significativa dificuldade nas análises devido à variação de reflectância dos pixels nos limites da cidade, nas culturas de forragem (principalmente milho) confundindo-se com as áreas de pastagem.

**Tabela 8: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em maio de 1998**

Classes de Uso	1998	
	Área (ha)	Área (%)
Floresta	12.212,23	28,68
Corpos d'água	409,96	0,96
Pastagem	2.450,35	5,73
Solo Exposto	13.960,55	32,78
Culturas	9.357,53	21,98
Área Urbana	4.195,00	9,85
<b>Total</b>	<b>42.585,62</b>	<b>100</b>

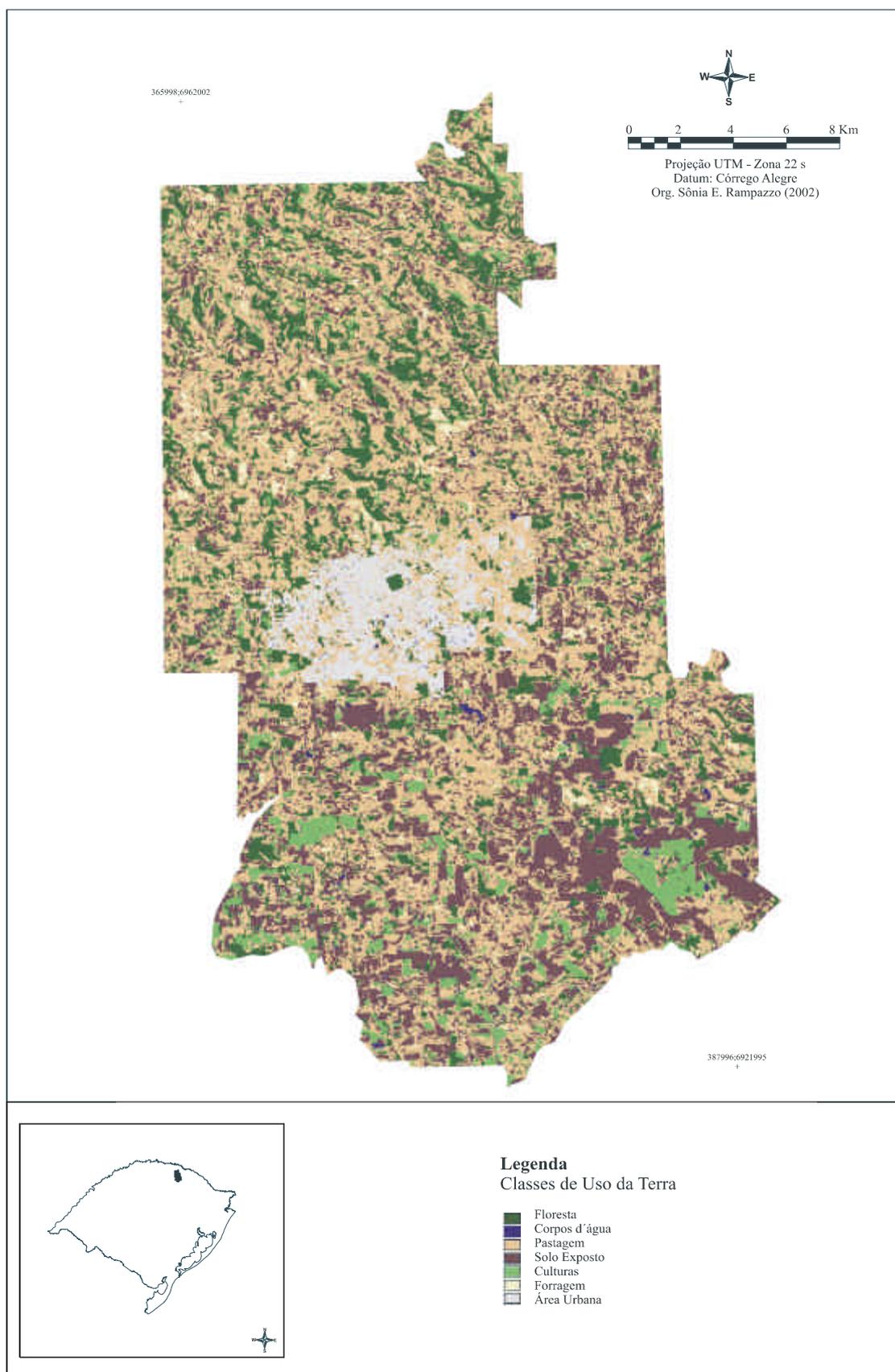


Figura 12: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1992

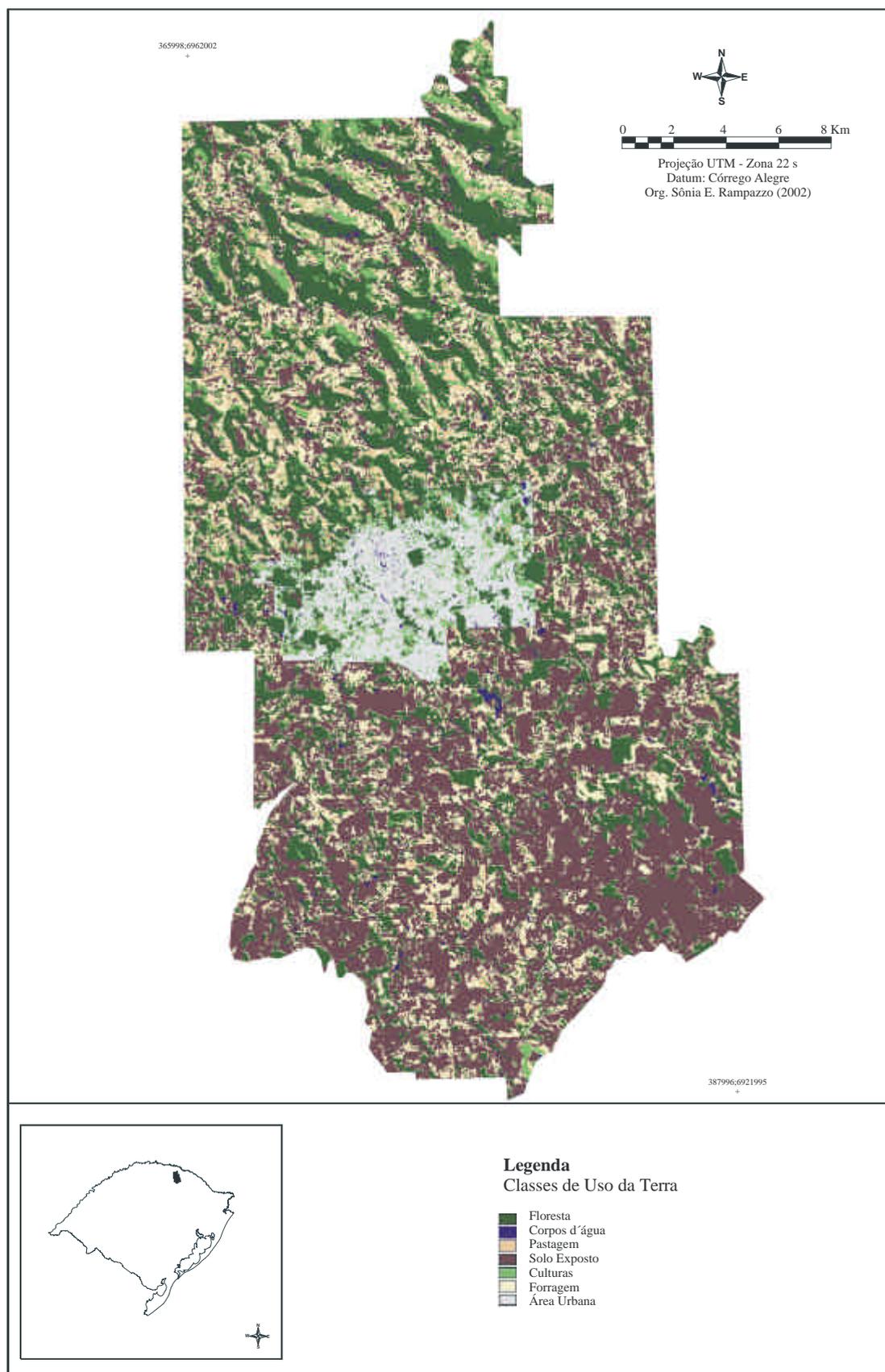


Figura 13: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 1998

## V – Erechim em 2000

A Tabela 9 apresenta as classes de uso e ocupação consideradas relevantes para a análise da paisagem estudada. Os dados mostram para Erechim, em 2000, 53,46% da terra sendo utilizada na agricultura (22.771,11 ha), uma cobertura florestal de 21,41% (9.114,16 ha), 16% de pastagem (6.805,82 ha), 0,81% de corpos d'água e 9,85% de área urbana. Visualmente estes dados podem ser observados através da Figura 14 que ilustra o uso da terra no município.

Tabela 9: Uso e ocupação da terra na área de estudo, em setembro de 2000

Classes de Uso	2000	
	Área (ha)	Área (%)
Floresta	9.114,16	21,41
Corpos d'água	343,50	0,81
Pastagem	6.805,82	15,98
Solo Exposto	11.932,70	28,02
Culturas	10.194,44	23,93
Área Urbana	4.195,00	9,85
<b>Total</b>	<b>42.585,62</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Os resultados visualizados na Figura 15 que focaliza a dinâmica dos usos da terra, no período compreendido entre 1964 e 2000, evidenciam uma queda de 60% da cobertura vegetal em Erechim, correspondendo cerca de 14.000 hectares. As florestas que cobriam 54% do município em 1964, correspondem, hoje, (2000) a 21% da superfície total do território.

Também as áreas de pastagens naturais foram significativamente reduzidas. Correspondem hoje (ano 2000) cerca de 7.000 hectares (16% da área total do município), metade do que existia há 36 anos (1964).

A área agrícola atual quadruplicou em relação àquela utilizada em 1964. Cerca de 50% da área total de Erechim, correspondendo a áreas naturais (florestas e pastagens) foram modificadas, sendo utilizadas na atividade agrícola que passou de 11% para 54% da superfície total.

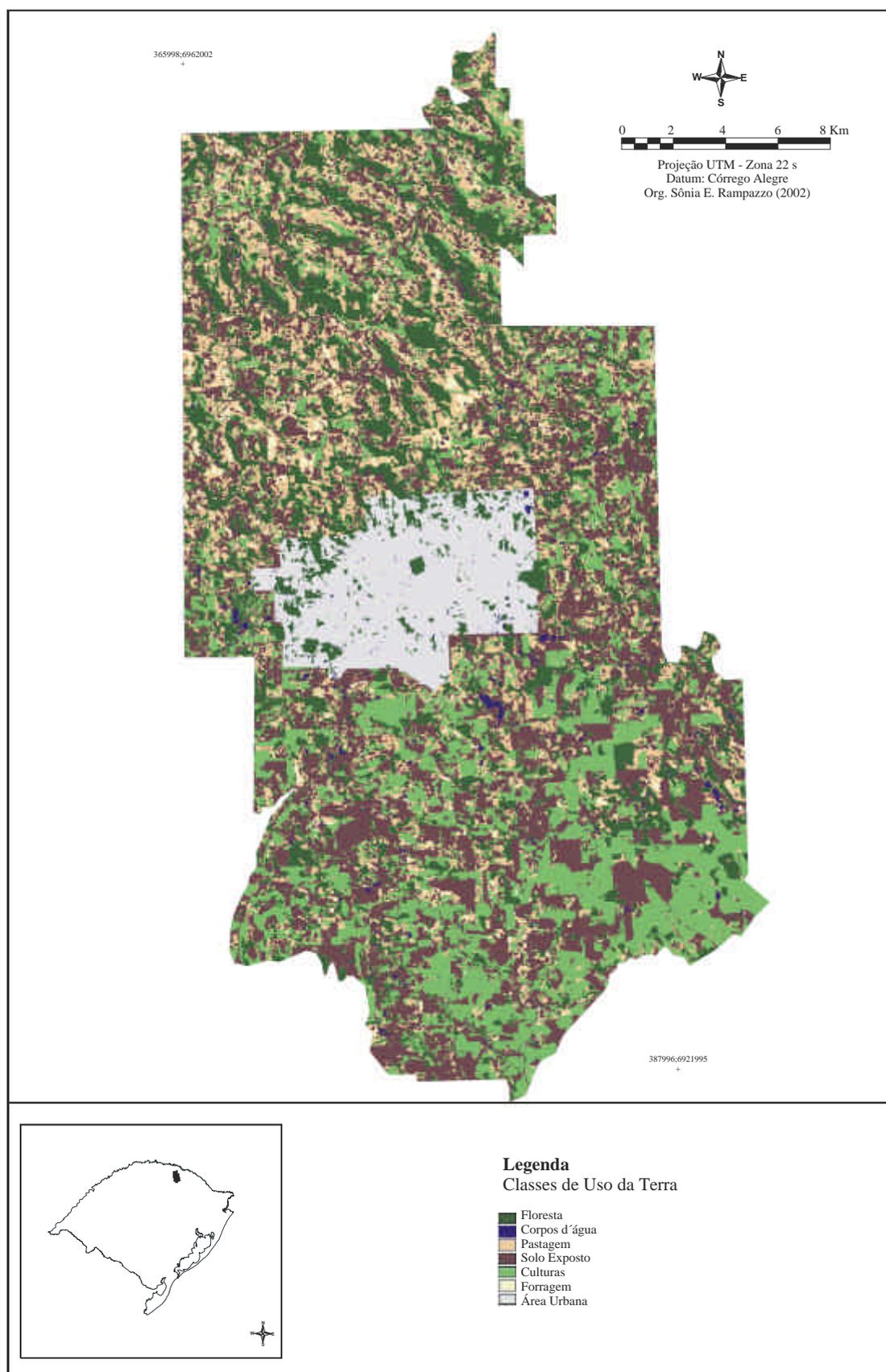


Figura 14: Classificação do uso da terra no município de Erechim (RS) em 2000

Acredita-se que, no início da década de 90, o percentual de vegetação era menor devido à atividade agrícola no município ter uma participação maior na economia de Erechim (entre 10 e 12% do total arrecadado). Atualmente, representa menos de 5% da economia do município, mesmo ocupando uma superfície territorial maior, cerca de 23.000 hectares. Há que se registrar a diminuição gradativa da população rural, evidenciada pelo forte deslocamento do homem do campo à zona urbana. Hoje muitas áreas rurais estão sendo abandonadas, possibilitando uma regeneração, mesmo que em estágio inicial, das florestas secundárias. Erechim, que em 1980 registrava 21% da população na zona rural, hoje apresenta 6,86%. Esse fluxo migratório (campo-cidade), pode ter influenciado no aumento do percentual de vegetação atual, analogamente ao que se observa na cobertura vegetal do Estado.

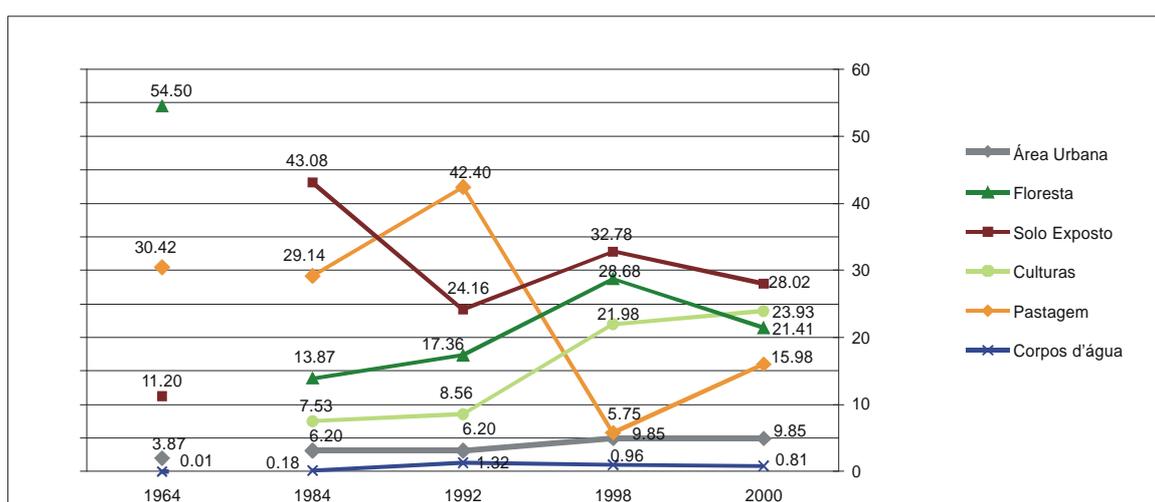


Figura 15: Evolução dos usos da terra no município de Erechim/RS (1964-2000)

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

A expansão urbana de Erechim é notável nesse período (1964-2000). Expandiu 46,3% em relação à área urbana de 1964. Passa de 1.644,42 hectares para 3.551,03 em 2000. Este processo iniciou-se na década de 80, quando a industrialização começa a substituir a agricultura, tida até então, como a principal ocupação do município na geração de emprego e renda. A direção da expansão é no sentido Leste/Sudeste, com estagnação para o Norte/Nordeste.

A mudança da paisagem de Erechim nesses 36 anos está evidente nos percentuais correspondentes às áreas naturais e agrícolas e à zona urbana,

observados na Figura 16. Os 84,92% de áreas naturais (florestas e pastagens) em 1964 – 36.136,33 hectares, foram reduzidos para 37,39% (15.920,01 hectares), o que representa uma diminuição de 44%. A ocupação antrópica das terras, alicerçada no aproveitamento da madeira, foi um dos fatores responsáveis pela queda no índice da vegetação tendo, conseqüentemente, um avanço das áreas de cultivo que, em 1964 correspondiam a 11,2% do município, para 53,46%. Caracteriza-se assim, o avanço das áreas agrícolas e urbana sobre as áreas naturais.

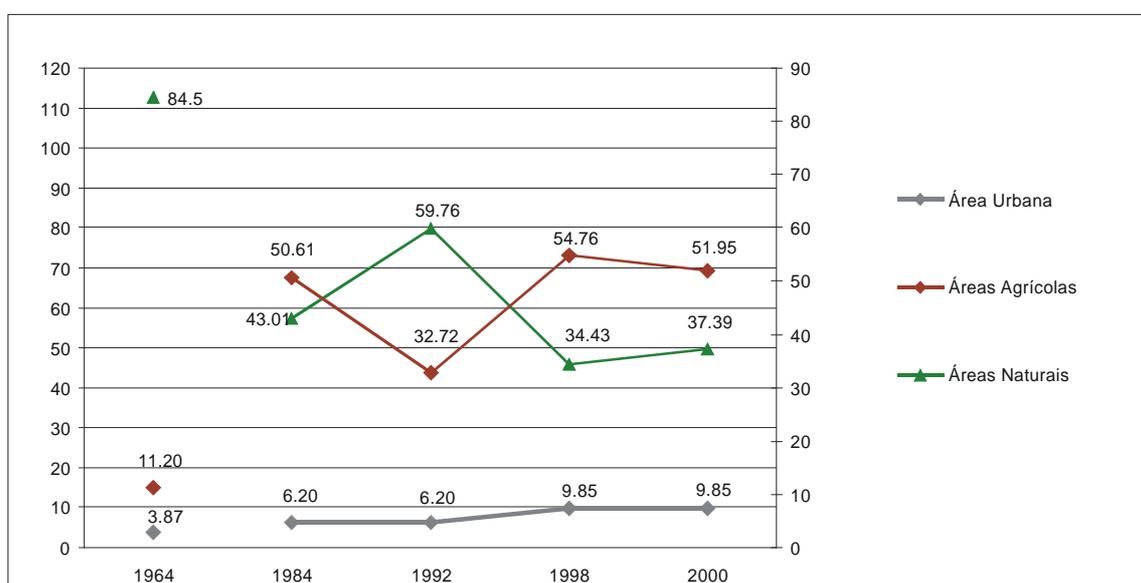


Figura 16: Evolução (%) da ocupação da terra com áreas agrícolas, naturais e urbanas em Erechim(RS), no período de 1964 a 2000  
Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

#### 4.2.6 – Análise da paisagem de Erechim(RS) no ano 2000

##### I - Áreas de vegetação natural e seminatural de Erechim(RS)

Dentro do contexto da ecologia da paisagem, as manchas constituem áreas restritas espalhadas em várias direções delimitando uma determinada categoria de ecossistema, formando um mosaico de sua disposição geral, havendo diferenças na escala espacial e no nível de complexidade (CHRISTOFOLETTI, 2000).

Entre as mensurações das características das manchas, o autor supra citado destaca a sua forma. Segundo FARINA, 1998 *apud* CHRISTOFOLETTI (2000)

supõe previamente o círculo como uma forma regular da mancha, enquanto que a irregular apresenta um maior número de segmentos laterais e menor área central. Portanto, ecologicamente, pode apresentar mais processos heterogêneos do que a de forma regular, implicando na adequabilidade do habitat, no risco da predação e no *stress* microclimático.

O número de manchas, a uniformidade (número de categorias de manchas e sua proporção na paisagem), a diversidade de Shannon (combina riqueza e uniformidade) e o índice de proximidade (representa o grau de isolamento das manchas) são alguns indicadores relacionados com o arranjo espacial das manchas (CHRISTOFOLETTI, 2000).

Esses fragmentos (manchas), segundo PIRES (1995), têm grande importância ecológica na medida em que são considerados remanescentes da biodiversidade e pontos de irradiação e colonização das áreas adjacentes. São importantes no aumento da biodiversidade da paisagem, contribuindo assim com a estabilidade de uma bacia hidrográfica.

Para esse trabalho foram consideradas manchas florestais para além de um hectare. No entanto, manchas com área menor que um hectare estão citadas, mas não foram consideradas na análise, apesar do reconhecimento da importância ecológica que as mesmas apresentam.

Em termos gerais, as transformações de ordem antrópica, ocorrentes na paisagem entre o mosaico de fotografias aéreas de 1964 e a imagem de satélite de 2000, no que se refere às áreas florestais, foram de grande expressão. Registrou-se o aumento da fragmentação vegetal, (de 478 fragmentos em 1964 para 1.919 fragmentos em 2000), sendo que, em 1964, 75% dos fragmentos eram maiores que um hectare. Já em 2000, esse percentual cai para 40%; apresentando apenas um (1) acima de 500 hectares (532 ha); oito (8) entre 100 e 500 hectares e 31,5% (241 fragmentos) com tamanho de até 2 hectares. Do total, são 25% (485 fragmentos) com área aquém de 5 hectares.

No ano de 64, os dados sinalizam seis (6) fragmentos florestais acima de 1000 hectares (destacando um com 7.500 e outro com 4.200 ha), um (1) com 983 hectares e onze (11) fragmentos com área entre 100 e 500 hectares. Registra-se 41% do total dos fragmentos com área entre 1 e 5 hectares.

Considerando a paisagem de Erechim, em 1964, a Tabela 10 evidencia que 99,7% eram ocupados por fragmentos florestais maiores que um hectare, sendo observados 1,5 fragmentos para cada 100 hectares de paisagem. No cenário atual (2000) esse percentual cai para 95,4% e o número de fragmentos observados em cada 100 ha de paisagem sobe para nove (9). Tanto a fragmentação como a redução de áreas de vegetação (florestas), ficam ainda mais evidentes quando, em 1964, o maior fragmento (ID = 27) ocupava 32,3% da paisagem. Atualmente, o percentual da paisagem ocupada pelo maior fragmento está em 6%.

As áreas que apresentam baixa diversidade de habitats interiores possuem, segundo PIRES (1995), menor chance de sustentar uma alta diversidade de espécies e populações e a sobrevivência das mesmas a longo termo, uma vez que o processo de fragmentação e diminuição das populações das espécies presentes no fragmento coloca-as em risco de extinção estocástica.

Na análise da sustentabilidade de fragmentos, é fundamental considerar o efeito de borda, o qual está relacionado ao efeito provocado por fatores ambientais e antrópicos atuando na zona de fronteira de cada área. *“Quanto maior a distância entre as extremidades (bordas) e o centro do fragmento, melhor a proteção das espécies do interior destas áreas em relação às ameaças externas”* (PIRES, 1995).

Para rodar o fragstats foi assumido o limite arbitrário de 50 metros como zona de efeito de borda sobre todos os fragmentos de floresta da paisagem de Erechim, uma vez que, em geral, a área de cada fragmento é baixa, especialmente para o ano mais recente (2000). A soma total das áreas de interior dos fragmentos podem fornecer informações sobre a disponibilidade de habitat para aquelas espécies que são afetadas negativamente pelo efeito de borda. Nesse sentido, a área de estudo conta atualmente com apenas 20% (2.576,81 ha) de áreas centrais, dos 13.240,78 hectares em 1964, evidenciando o forte impacto sofrido pela paisagem. Considerando todos os fragmentos (maiores que um hectare), a paisagem de Erechim apresenta uma área média de interior de 3,3 hectares contra 37 hectares em 1964. Pode-se dizer que a paisagem atual tem uma distribuição mais irregular. Dos 80 metros em 1964, hoje os fragmentos florestais estão distantes, em média, 136 m. A distância média entre os fragmentos aumentou em 70%. Este parâmetro é importante porque tem sido sugerido que a dinâmica de populações locais (em um fragmento), em paisagens fragmentadas, pode ser influenciada pela sua proximidade e a de

outras sub-populações da mesma espécie que, no caso, também estariam localizadas em manchas de mata. Esses dados estão destacados na Tabela 10.

As modificações do uso da terra provocaram a redução e a fragmentação das áreas naturais, como também a perda da diversidade biológica que a paisagem de Erechim sofreu desde o início do século passado, mais especificamente no período analisado.

**Tabela 10: Parâmetros métricos para os fragmentos florestais do município de Erechim (RS), em 1964 e 2000**

Descrição	A N O S				
	1964		2000		
	fragmentos < 1 ha	fragmentos > 1 ha	fragmentos < 1 ha	fragmentos > 1 ha	
Área	66,41	23.129,21	384,7	8.108,64	
Percentual da Paisagem ocupada por fragmentos florestais	0,28	99,71	4,52	95,47	
Número de Fragmentos existentes na paisagem	-	120	358	1,15	765
Número de Fragmentos em 100 hectares de paisagem (densidade)	-	0,51	1,54	13,58	9
Índice de Forma dos fragmentos da paisagem (comparação de formas)	-	40,58	40,587	53,51	53,51
Percentual da Paisagem ocupada pelo maior fragmento	-	-	32,49	-	6,12
Raio de Revolução	-	28,59	184,07	21,2	126,19
Índice de Forma (médio) dos fragmentos da paisagem (complexidade de forma e alongamento)	=	1,19	1,7	1,2	1,69
Dimensão Fractal (complexidade de formas)	-	1,04	1,07	1,04	1,08
Área-Núcleo Total (soma das áreas de interior dos fragmentos) núcleo = 50 metros	-	-	13.240,78	-	2.576,81
Número de Áreas-Núcleo em toda a paisagem	-	-	786	-	950
Densidade de Áreas Núcleo em 100 hectares de paisagem	-	-	3,38	-	11,18
Área média de Interior (núcleo) considerando todos os fragmentos	-	-	36,98	-	3,36
Índice de Áreas-Núcleo	-	-	19,99	-	11,85
Distância média entre os fragmentos (em metros)	-	769,14	80,18	223,06	136,2

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002).

Os símbolos (↑; ↓; =) indicam o aumento ou a diminuição dos parâmetros de 1964 a 2000.

A significativa mudança na paisagem de Erechim, registrada pela taxa de conversão de áreas naturais em usos antrópicos (cerca de 56% - Tabela 11 – 62% se consideramos que toda área era natural antes da intervenção humana), é ilustrada e melhor avaliada através de um conjunto de índices de estatística espacial

que é utilizado para quantificar as formações de floresta natural na paisagem como um todo. Pretende-se sugerir a adição dos resultados deste estudo no planejamento das ações futuras relativas à restauração da floresta.

Os ciclos do trigo e da soja, até a década de 70 e 72-80, determinaram a conversão de grandes áreas naturais em áreas agrícolas, como pode ser observado na Tabela 11 e Figura 17.

**Tabela 11: Conversão de áreas naturais em usos antrópicos de 1964 a 2000, no município de Erechim(RS)**

Área Natural em 1964 (ha)	Área Natural em 2000 (ha)	Conversão de Áreas Naturais (ha)	Conversão de Áreas Naturais (%)
36.132,81	15.919,98	20.212,83	55,94

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

As atividades agrícolas, durante os diferentes ciclos econômicos, sempre ocuparam lugar de destaque na economia, sendo responsáveis pela construção de paisagens regionais. Ao mesmo tempo em que essas atividades contribuíram com o processo de desenvolvimento de Erechim, geraram fortes impactos ambientais decorrentes da grande modificação da paisagem, semelhante ao que ocorreu em diferentes municípios brasileiros. Com relação aos impactos sócio-culturais, ocorridos no processo de incorporação do Alto Uruguai à produção capitalista e, observados na exclusão dos nativos (índios) e caboclos e na eliminação do ordenamento territorial, PIRAN (2001) assim se expressa:

**com a eliminação (violenta ou não) gradativa de índios e caboclos, elimina-se também o ordenamento territorial por eles implantado. Ordenamento construído pela cultura de um povo nômade ou seminômade, cuja sobrevivência provinha em grande parte da caça, pesca, coleta e pequenas roças de subsistência. As edificações simples muito pouco marcam ou interferem na paisagem natural com a qual viviam harmoniosamente. (...) Destroem-se o ordenamento, a paisagem, o território por eles construídos, e constrói-se uma nova territorialidade com empresários rurais e agricultores familiares. (p.59)**

A chegada dos colonos, a construção da ferrovia e das estradas vicinais e municipais, juntamente com a produção agrícola, na opinião do autor supra-citado, secundarizou a caça, a pesca e a coleta, trazendo alterações na paisagem, via camponeses segundo os interesses do capital, uma vez que a subordinação ao mercado e o esgotamento da fertilidade do solo impuseram a adoção de novas tecnologias.

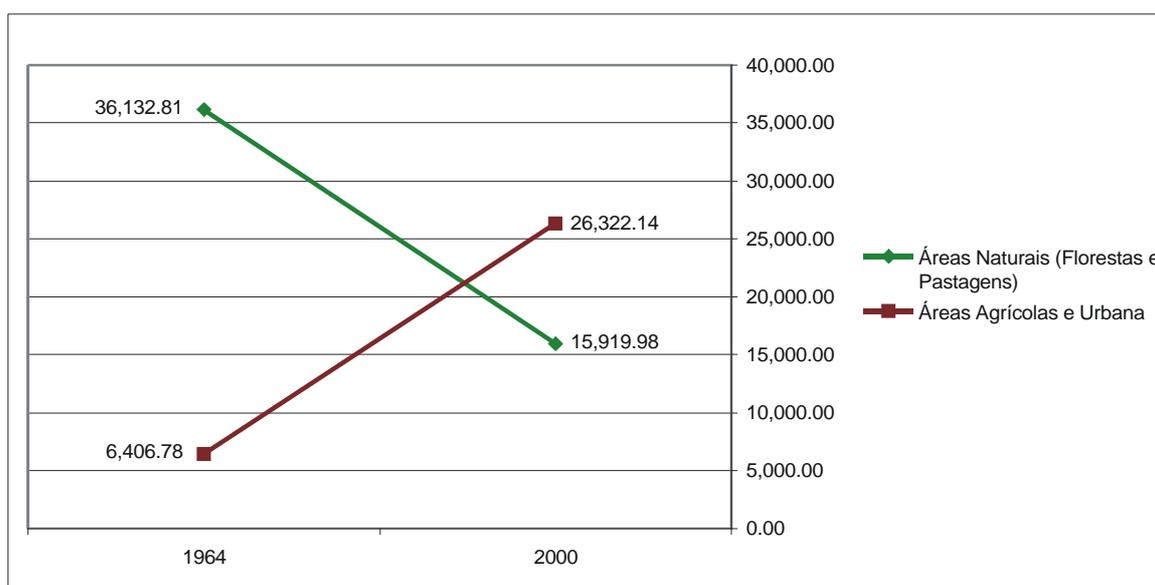
PIRAN (2001) identifica na agricultura da região (da qual Erechim foi município origem) duas fases: a tradicional que compreende o período do início da colonização até a Segunda Guerra Mundial, e a moderna do pós-guerra até os dias atuais. Em Erechim, o desenvolvimento da atividade rural ocorreu a partir do início do século XIX, quando da chegada de agricultores familiares vindos de colônias velhas ou diretamente da Europa, com uma agricultura de subsistência inicialmente. Até a década de 50, além da preponderância do cultivo do milho, houve uma intensa extração de madeira, especialmente da *Araucaria angustifolia*, a qual foi responsável por grande parte da devastação da vegetação nativa.

Segundo depoimento do Engenheiro Agrônomo Celestino Dal Molin, assistente técnico para área agrícola do Banco do Brasil, agência de Erechim-RS, outro fator relevante na modificação da paisagem local foi a implantação da “Operação Tatu”, a qual consistia na transformação de áreas de pastagem em áreas agrícolas. Para tanto, toda “barba-de-bode” era arrancada e o solo revolvido para posterior correção (adição de calcário e fósforo).

As áreas naturais aqui consideradas, referem-se à superfície de áreas de vegetação natural (matas, capoeiras, banhados, mata de encosta) e pastagem (potreiro em denominação regional) de tamanho e forma variados, em diversos graus de conservação que diferem da área de entorno, normalmente agrícola, e estão sob constante pressão impactante da mesma.

Na análise da Figura 17 observa-se a expressiva redução (47,53%) das áreas de floresta e pastagem e, conseqüentemente, um aumento dessa ordem de áreas transformadas para uso agrícola em urbano-industrial. Florestas e pastagens representavam, em 1964, 85% da área passando no ano 2000 a representar somente 37% do total da área. Atualmente Erechim apresenta menos da metade das áreas

naturais que constituíam sua paisagem. Em contrapartida, as áreas antropizadas representam hoje quatro vezes maior daquela que representavam há 36 anos. Esses números, de certa forma, são resultado, especialmente, do crescimento populacional, apesar da perda de área do município quando da emancipação dos seus distritos, da pavimentação de estradas federais, estaduais e municipais e do desenvolvimento agro-pecuário e processo extrativista ao longo da história de Erechim, como mostra o Quadro 1.



**Figura 17: Conversão de áreas naturais (florestas e pastagens) em usos antrópicos, de 1964 a 2000, no município de Erechim(RS)**

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002).

Quadro 1: Taxa de conversão de áreas florestais e indicadores da mudança na paisagem de Erechim (RS)

Taxa de Conversão de Áreas Florestais (TC)	Extrativismo	Pecuária	Agricultura	População	Área Municipal (km <sup>2</sup> )	Pavimentação das Estradas	Indicadores Sociais <sup>1</sup>	Período
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrubada da floresta no processo de colonização</li> <li>Aproveitamento local e exportação de madeira</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1925 – Abertura do Frigorífico Boavistense</li> <li>1932 – Abertura do Frigorífico Erechim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subsistência</li> </ul>	36	6.134,50	-- x --		1918
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrubada da floresta no processo de colonização</li> <li>Aproveitamento local e exportação de madeira</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1952 - Abertura do escritório municipal da EMATER</li> <li>1957 – Instalação da COTREL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1952 – Surgimento da 1ª envateira</li> <li>Ciclo do Trigo (até a década de 70)</li> </ul>	119.529	4.843,50	-- x --		1950
		<ul style="list-style-type: none"> <li>1960 - Instalação do Colégio Agrícola</li> </ul>		65.972	1.789,87	-- x --		1960
				65.972	1.494,41	BR 153 Erechim/Ponte Rio Uruguai		1963
		<ul style="list-style-type: none"> <li>1964 - Instalação da CELASA (leite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1964 – Inauguração de Fábrica de Trilhadeiras</li> </ul>	65.972	959,91	-- x --		1964
		<ul style="list-style-type: none"> <li>COTREL compra o Frigorífico Erechim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra de Produtos e Venda de Insumos pela COTREL</li> </ul>	48.677	959,91	-- x --	ICV(%) 49,57 IDH 0,590	1970
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo do Soja 70 /72-80</li> </ul>					1972-1973

<sup>1</sup>ICV (Índice de Condições de Vida) Indica o percentual da população que vive com renda familiar per capita inferior a meio salário mínimo. É uma extensão do IDH. Resulta da combinação de vinte indicadores básicos agregados em cinco grupos: renda, educação, infância, habitação e longevidade.

IDH (Índice Municipal de Desenvolvimento Humano) Transformação de três dimensões por ele contempladas (longevidade, educação e renda) em índice que variam entre 0 (pior) e 1 (melhor). Quanto mais próximo de 1 o valor deste indicador, maior será o nível de desenvolvimento humano do município ou região.

ISMA (Índice Social Municipal Ampliado) É uma medida das diferenças de condições de vida dos municípios do Rio Grande do Sul. É a média ponderada de 15 índices agrupadas em quatro blocos: condições de domicílio e saneamento, educação, saúde e renda. Fonte: FEE (2001)

Continuação									
1975 = 47,3 %								RS 135 Passo Fundo/Get. Vargas	1975-1976
								RS 331 Erechim/Viadutos	1978-1983
						64.114	959,91	_ x _	ICV(%) 23,53 IDH 0,760
1984 = 51,6 %							810,91	RS 211 Campinas/Erechim	1984-1989
							810,91	_ x _	1987
1992 + 20,1 %						72.318	810,91	_ x _	ICV(%) 28,90 IDH 0,790 ISMA 0,54
								RST 480 Ervai Grande/São Valentim RS 420 Aratiba/Erechim	1990-1998 1990-1999
								RS 331 Viadutos/Marcelino Ramos	1993-1995
1998 + 65,1 %								VRS 802 Áurea/Erechim	1994-1998
						81.396	409,06	_ x _	1996
2000 = 25,3 %								_ x _	2000
						87.351	409,06 <sup>1</sup>	RST 480 São Valentim/Barão de Cot. (em obras)	2002

<sup>2</sup> Essa é área considerada pela prefeitura. Nós trabalhamos com a área de 425,86 km<sup>2</sup> totalizada no processo de digitalização.  
Org. RAMPAZZO, S.E. (2002).

A mudança na paisagem de Erechim é evidenciada também pela taxa de conversão de áreas florestais ao longo desses 36 anos de análise (Figura 17) e de alguns indicadores da mudança apresentados no Quadro 1. Erechim, mesmo perdendo área superficial devido às emancipações de diferentes comunidades, aumenta sua população, apresentando um crescimento urbano de 44,41 hectares/ano. O avanço da agropecuária sobre as áreas naturais, em seu processo de desenvolvimento, está registrada nos diferentes fatos destacados na agricultura, pecuária e extrativismo, bem como a pavimentação das estradas iniciada pela BR 153 em 1963, a qual ligou Erechim ao Estado de SC, e, mais tarde, em 1972-76 a outros municípios do RS, no sentido Porto Alegre, no Quadro 1.

A taxa de conversão de áreas florestais mostra perdas significativas de vegetação nos períodos 1964-1984 (51,6%) e 1998-2000 (25%). Os dados de 1984-1998 registram um acréscimo de áreas verdes que, acredita-se, seja decorrente de um programa de reflorestamento implantado pela cooperativa local (COTREL), através do seu departamento florestal, em 1992. RAMPAZZO (2001) elaborou um estudo do referido plano de reflorestamento que objetivava, inicialmente, aproveitar terras ociosas e sem perspectivas de rendimento econômico (abandonadas) e ser mais uma alternativa de renda para o produtor rural, além de produzir lenha para abastecer a demanda da própria cooperativa. Como ponto positivo a autora destaca o estímulo ao aumento da cobertura vegetal da região, uma vez que sua distribuição regional é resultado da reserva florestal existente e mantida em cada propriedade. Entretanto, faz crítica ao mesmo, pela pequena quantidade (quase insignificante) de espécies florestais e frutíferas nativas, plantadas em contrapartida ao percentual (97%) de espécies exóticas (pinus e eucalipto em sua maioria). Diante disso, supõe-se que o aumento da cobertura verde na paisagem foi significativo sob o aspecto quantitativo, porém não em relação ao aspecto qualitativo considerando-se os processos ecológicos e a biodiversidade, uma vez que representou apenas uma pequena diminuição na pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa.

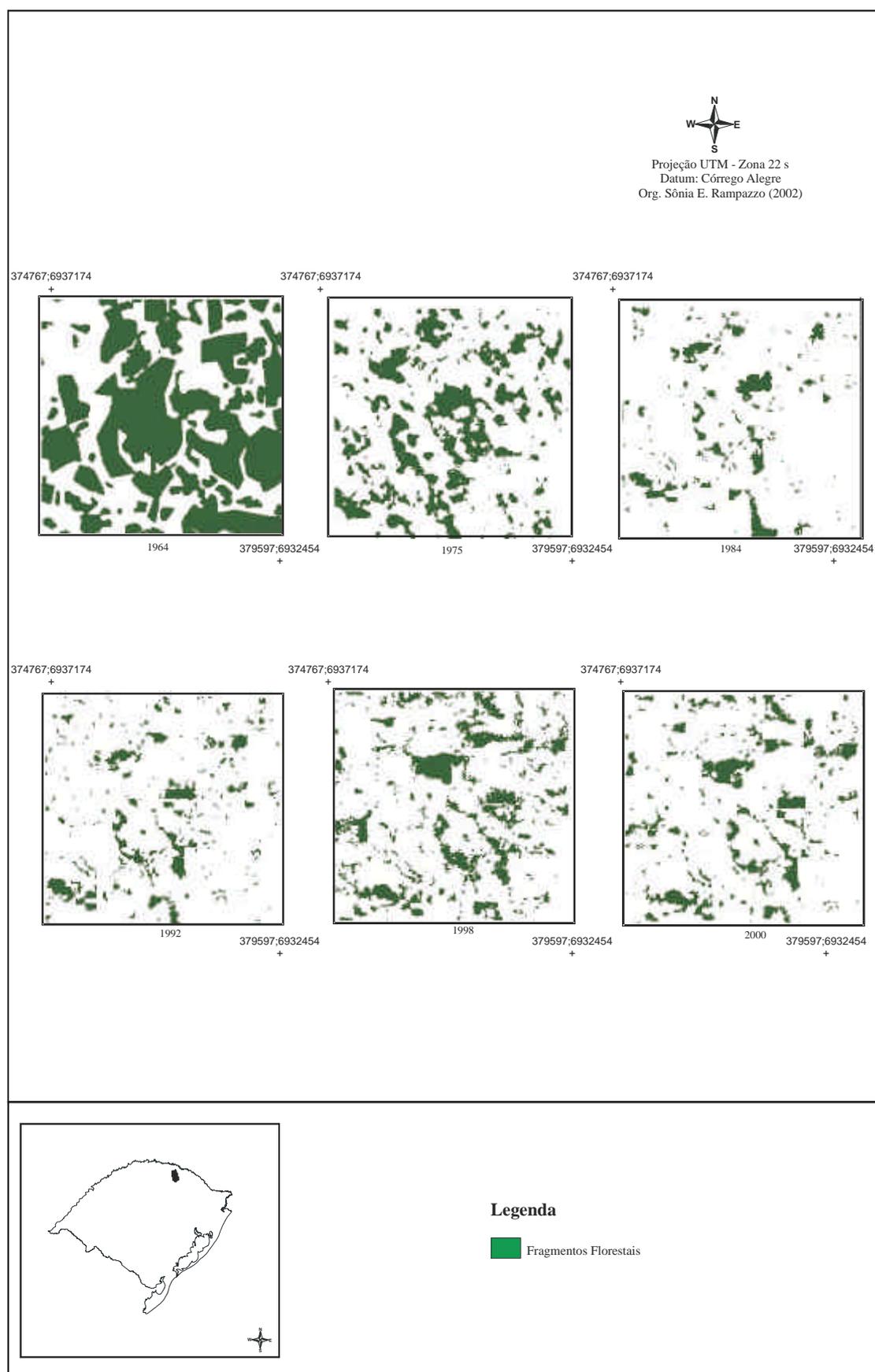
Os números levantados sinalizam forte fragmentação da vegetação ao longo de 36 anos, o que pode ser observado também na Figura 18, que representa um recorte (janela) na paisagem da área de estudo, localizada no Centro-Sul de Erechim, englobando as unidades de análise Tigre e Campo. Dos 675 hectares de

florestas visualizados em 1964, restam 78 hectares (nesta “janela”). Em termos quantitativos, representa uma perda de 88,44% de habitats naturais e da biodiversidade associada.

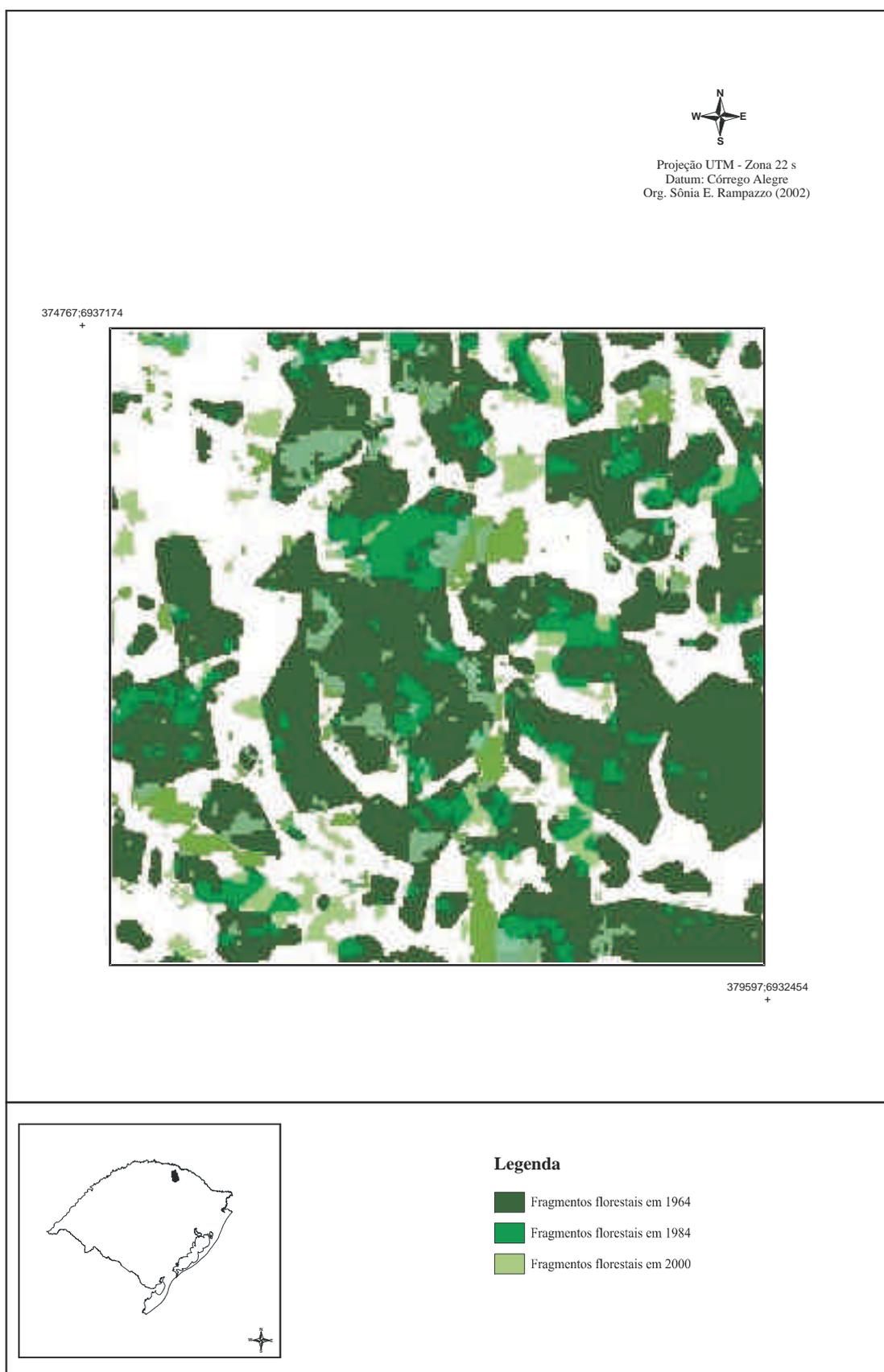
A grande mudança da paisagem pode ser visualizada nos primeiros 20 anos. Foram cerca de 90% da área convertidos, muito provavelmente, em áreas agrícolas, mais especificamente em cultura de soja, pois corresponde ao período de introdução da mecanização e intenso cultivo da mesma na área de estudo.

Além disso, perde-se muito com relação aos aspectos qualitativos da área no que se refere à fragmentação de habitats e a falta de conectividade dos mesmos. Porém, considera-se significativa e importante a presença (dentro do contexto da conectividade e do movimento de corredores) dos fragmentos menores que um hectare. A Figura 19 evidencia a perda de vegetação nos três anos analisados (1964, 1984, 2000), com um intervalo de 20 e 16 anos, respectivamente, entre os mesmos. Após 20 anos (1984), identifica-se forte redução (91,5%) e fragmentação da vegetação remanescente (de 675 ha para 57 ha). Em 2000 esse percentual diminui para 88,4% com a presença de algumas áreas dos anos anteriores. Isso significa que praticamente toda a floresta foi alterada nesses 36 anos, pois diversos fragmentos aparecem em locais que, anteriormente, apresentavam-se com outros usos da terra. Provavelmente, correspondam à vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, de áreas antes utilizadas para cultivo agrícola, caracterizando-se com biodiversidade baixa.

Com base na análise dessa “janela/paisagem” pode-se extrapolar a evolução das modificações impostas à mesma para o município como um todo. Apesar da degradação da vegetação original, não se percebe uma atuação da geomorfogênese expressiva. Nas pesquisas de campo observou-se que a presença de curvas de nível e a prática do plantio direto em muitas propriedades com declives mais acentuados tem protegido, mesmo que parcialmente, dos efeitos da erosão.



**Figura 18: Mudanças quanti-qualitativas nos fragmentos florestais do município de Erechim (RS) de 1964 a 2000**



**Figura 19: Sobreposição de fragmentos florestais em diferentes anos (1964/1984/2000) no município de Erechim (RS)**



Foto 4: Intercalação entre áreas de pecuária (pastagem), agricultura e florestas  
Fonte: RAMPAZZO, S.E. (2002)

Verifica-se que há uma constante intercalação entre pastagens (potreiro), agricultura e fragmentos florestais (Foto 4) em muitas porções das unidades de análise. Na maioria dos casos houve uma retirada total da vegetação para a implantação da agricultura e da atividade pastoril com a utilização da prática da queimada. Simultaneamente observa-se a regeneração da floresta e a queima da mesma (Foto 5).



Foto 5: Queimada em encosta de morro  
Fonte: RAMPAZZO, S.E. (2002)

A análise das imagens, juntamente com as comprovações de campo, mostrou uma concentração de áreas agrícolas nas imediações das nascentes dos rios e seus afluentes (Foto 6). Geralmente, a agricultura na região de estudo é praticada nos vales aplainados, interrompidos pelos morros. O milho tem sido o principal produto cultivado na região, em grande escala, seguido da soja, trigo, erva-mate e feijão. Em geral, a atividade agrícola revela perigo potencial para os mananciais. A cobertura vegetal temporária não funciona como proteção dos solos e da emissão de resíduos sólidos aos córregos e rios.



Foto 6: Cultivo agrícola nas margens de rios, assoreamento e embalagens de agrotóxicos  
Fonte: RAMPAZZO, S.E. (2002)

## II - Áreas de Preservação Permanente (APPs) de Erechim/RS

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) - são áreas reservadas à manutenção dos ecossistemas, legalmente protegidas nos termos dos artigos 2º e 3º do Código Florestal, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (LEI 4.771/65).

O mapa das áreas de preservação permanente (Figura 20) de Erechim foi elaborado com base na rede de drenagem e na análise da declividade, uma vez que a Lei Federal 4.771/65 (Código Florestal) estabelece a observância de faixa contínua de 30 metros de mata ciliar para os cursos d'água de até 10 metros de largura e nas encostas cuja inclinação seja superior a 47% (25°). As APPs, somando as áreas referentes a 30 metros ao longo da rede de drenagem e as declividades superiores a 47% (25°), perfazem 5.687,52 hectares, representando 13,35 % da área total do município, conforme dados Tabela 12. Com relação à drenagem, a sua distribuição espacial ocorre em toda a área municipal, pois Erechim apresenta uma rede fluvial rica de distribuição homogênea; mas quando associa-se drenagem e declividade, percebe-se que está concentrada na porção Norte, a qual se estende no sentido centro-norte do município.

**Tabela 12: Área e percentual das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Erechim (RS)**

<b>Áreas de Preservação Permanente</b>	<b>Hectares (ha)</b>	<b>Percentagem (%)</b>
Áreas com declive superior a 47 % (25°)	2.273,35	39,97
Áreas em margem de rios - 30 metros	3.414,17	60,03
<b>Total</b>	<b>5.687,52</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

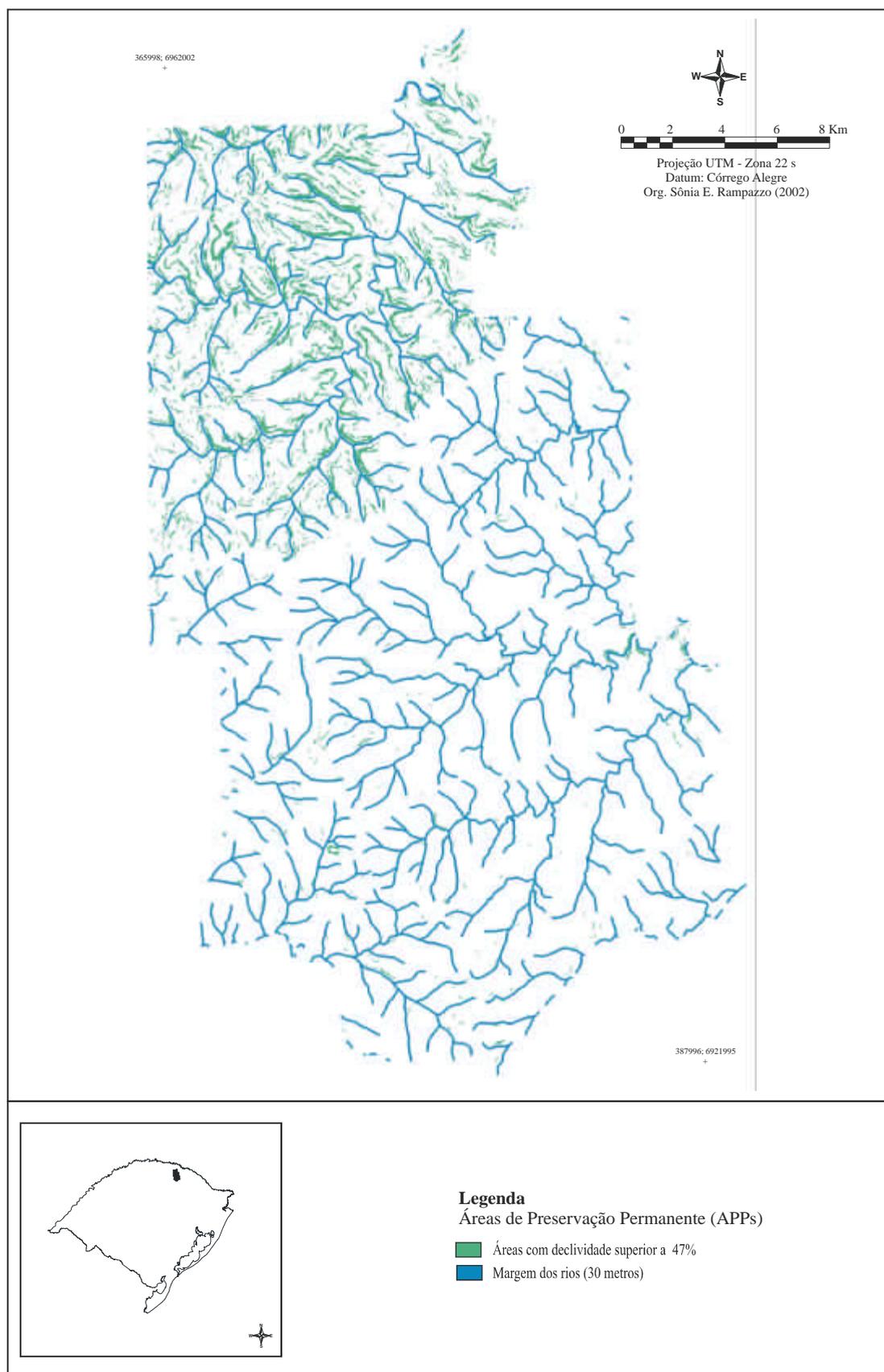


Figura 20: Carta das Áreas de Preservação Permanente no município de Erechim (RS)

### **4.3 – Análise ambiental: cenário atual de Erechim (RS)**

BLACK *et al.*(1998) consideram que o entendimento da interação das mudanças sociais e biofísicas que têm ocorrido na paisagem fornece um ponto de partida no estabelecimento de metas de conservação, no direcionamento da restauração ecológica, podendo também ser utilizado imediatamente para direcionar o planejamento do uso da terra local, além de avaliar necessidades de pesquisa.

Neste sentido, diversas escalas espaciais e temporais, incorporando dados tanto sociológicos quanto ecológicos, foram utilizados para analisar as mudanças na paisagem como um resultado do desenvolvimento agrícola e da colonização humana. Para tanto, cruzou-se informações de diferentes temas, especialmente declividade com os usos da terra da imagem de 2000, na perspectiva de identificar conflitos de uso e ocupação.

#### **4.3.1 - Usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente**

Com relação aos cerca de 6 mil hectares considerados Áreas de Preservação Permanente (APPs), apenas 3,78 % (1.613,23 ha) do município (Tabela 13) atendem aos dispositivos legais. Os usos da terra nas APPS de Erechim podem ser visualizados nas Figuras 21 e 22. A porção Norte do município – UA Dourado, se destaca das demais unidades da paisagem em relação à sua compatibilidade legal (APPs respeitadas). Isto ocorre devido à alta declividade que dificulta o acesso e, conseqüentemente, a retirada da vegetação para fins comerciais e a posterior utilização da área para agricultura. Na maioria dos casos, somente em alguns trechos ao longo de alguns rios pode ser observada a presença de vegetação natural ou seminatural (Fotos 7 e 8). Mais de 6 % das APPs são utilizadas no processo agrícola através do cultivo de diferentes produtos que obedecem a um calendário agrícola específico. Além disso, por determinados períodos, pré e pós safras, algumas áreas apresentam-se com solo exposto. Observa-se também áreas utilizadas com pastagens naturais (potreiros) na atividade pecuária e algumas dentro do perímetro urbano, sofrendo direta e mais intensamente a influência antrópica.

**Tabela 13: Usos e ocupação da terra nas Áreas de Preservação Permanente do município de Erechim(RS), em 2000**

<b>Classes (áreas)</b>	<b>Situação de compatibilidade com a legislação</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Percentagem (%)</b>
<b>Declive superior a 47 %</b>			
com floresta	Compatível	744,56	1,75
com pastagem	Incompatível	509,69	1,20
com culturas	Incompatível	939,59	2,21
em área urbana	Incompatível	60,95	0,14
<b>Margem de rios(30 m)</b>			
com floresta	Compatível	868,67	2,03
com pastagem	Incompatível	494,17	1,16
com culturas	Incompatível	1.747,53	4,10
em área urbana	Incompatível	231,97	0,54

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)



Foto 7: Rio Verde (Dourado)  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

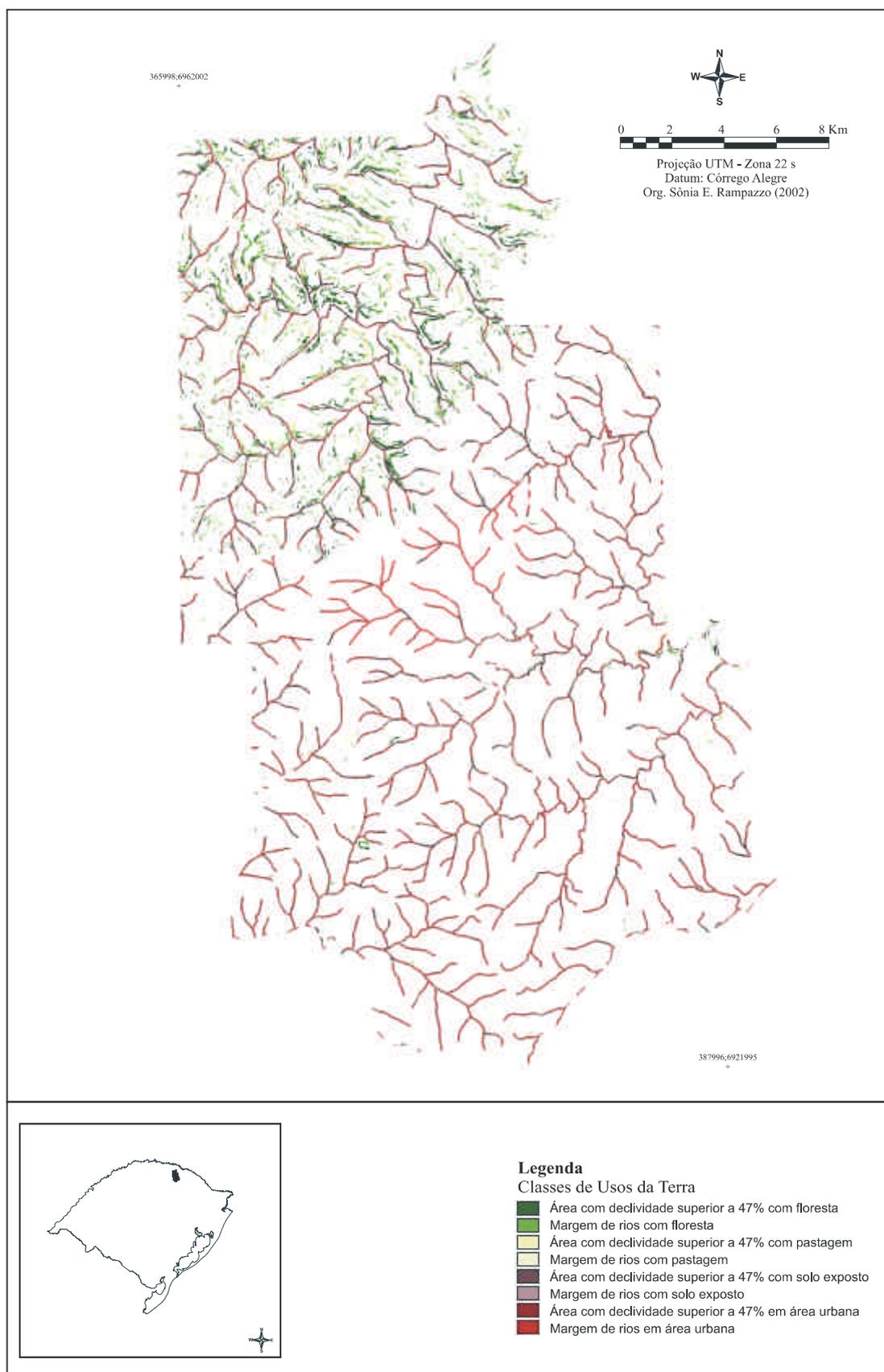


Figura 21: Carta dos usos da terra nas APPs do município de Erechim (RS) em 2000

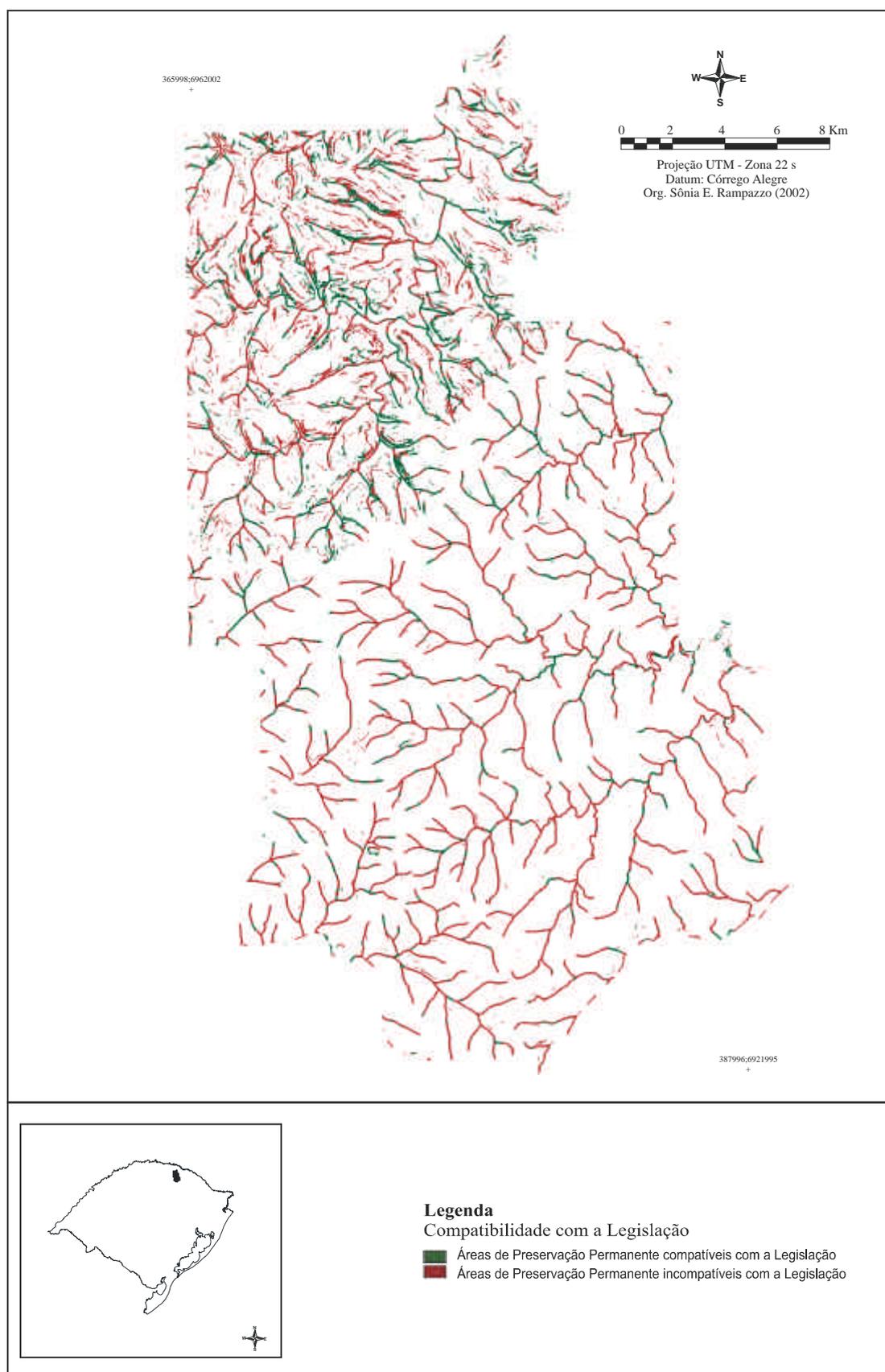


Figura 22: Compatibilidade das APPs de Erechim (RS) com a legislação ambiental em 2000



Fotos 8: Rio Verde (Dourado) após um período de chuvas  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

#### 4.3.2 - Conflitos do uso da terra

A expansão e a intensificação do cultivo foram, entre outras coisas, as principais mudanças do século passado. A intensificação da agricultura, através do uso de diferentes terras altamente cultiváveis, fertilização, irrigação e pesticidas tem contribuído substancialmente para o grande crescimento da produção de alimentos durante os últimos 50 anos. No entanto, essa intensificação e conversão da terra também alteram a interação biótica e os recursos disponíveis nos ecossistemas e podem trazer sérias conseqüências ambientais, locais, regionais e globais, tais como: crescimento da erosão, baixa fertilidade do solo, redução da biodiversidade, poluição do lençol freático, eutrofização de rios e lagos, impacto nos componentes atmosféricos e clima (MATSON *et al.*, 1997).

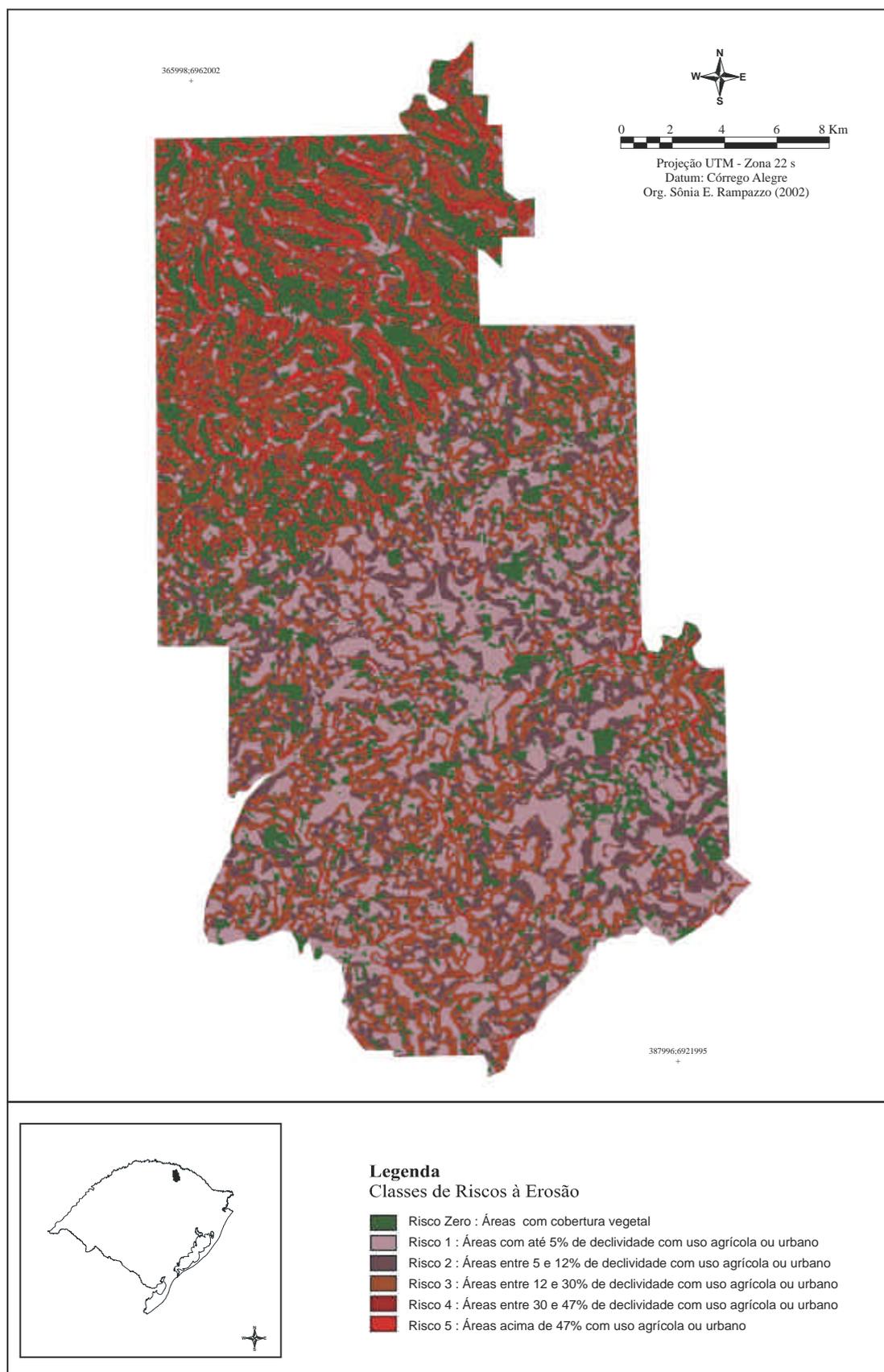
A Tabela 14 ilustra a relação entre os usos da terra e as declividades na área de estudo. GRANELL-PÉREZ (2001) ressalta que a morfologia desde 15º de declividade configura-se como encostas serranas, escarpas de falha e de terraços, apresentando um processo de erosão linear muito forte, destruição de solos, escorregamentos e quedas de blocos. As atividades sugeridas nestas áreas são pecuária e uso florestal. Os solos não são aptos para urbanização e infra-estruturas.

Em 6% do território analisado, os usos da terra são inadequados, uma vez que não se apresentam cobertos com vegetação (floresta e/ou pastagem). Outros 20%, localizados entre 7 e 17° de declive, devem ser observados com cuidado, uma vez que são, segundo a autora supra citada, encostas de morros podendo apresentar movimentos de massa, escoamento laminar, escorregamentos, sulcos e ravinas. Portanto, o processo agrícola exige conservação moderada a intensiva, não apresentando condições de mecanização e pouco apto para a urbanização e infraestrutura.

**Tabela 14: Área e Percentagem dos Usos da Terra em função das classes de declividade no município de Erechim(RS)**

Tipos de Uso da Terra	Declividades do Solo									
	0%  — 5%		5%  — 12%		12%  — 30%		30%  — 47%		47%	
	0 a 3°		3 a 7°		7 a 17°		17 a 25°		acima de 25°	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Vegetação (floresta e pastagem)	4.077,69	9,57	2.664,11	6,25	5.832,35	13,69	2.308,52	5,42	1.037,29	2,43
Outros Usos	9.402,07	22,08	6.453,47	15,15	8.281,92	19,44	1.841,91	4,33	686,29	1,61
<b>Total</b>	<b>13.479,76</b>	<b>31,65</b>	<b>9.117,58</b>	<b>21,40</b>	<b>14.114,27</b>	<b>33,14</b>	<b>4.150,43</b>	<b>9,75</b>	<b>1.723,58</b>	<b>4,05</b>

Na Figura 23 cruzou-se a declividade do terreno com os usos da terra reclassificados em duas categorias (classes: floresta e agropecuária-urbana), visando identificar e classificar os riscos ambientais referentes ao processo de erosão. Determinou-se seis níveis conforme sua declividade e utilização, do risco nulo até o nível cinco. Considerou-se risco nulo todas as áreas, independente da sua declividade, cobertas com floresta que não sejam pastagens ou culturas anuais, totalizando 15.919,96 hectares (37,38% do município), uma vez que a presença da vegetação evita a perda de solo. O restante da área de estudo distribui-se entre a suscetibilidade a processos erosivos mínimos (risco 1) a mais preocupantes (risco 4 e 5). Estes totalizam 2.503,48 hectares (6% da área de estudo). Inclui terras que devem ser manejadas objetivando restabelecer a cobertura vegetal nativa e, quando



**Figura 23: Suscetibilidade à erosão de diferentes áreas do município de Erechim (RS)**

utilizadas para cultivo, devem ser aplicadas técnicas sofisticadas de controle de erosão, uma vez que estão em declividade acima de 30%, localizadas em áreas de risco médio, podendo apresentar escoamento superficial difuso e localmente semiconcentrado que pode conduzir à remoção parcial do horizonte superficial dos solos e o surgimento de sulcos rasos. Aquelas com declive acima de 47% devem ser manejadas apenas para uso florestal, localizadas em áreas de risco muito alto, onde a ação generalizada sob a forma de enxurrada e do escoamento concentrado pode provocar a remoção total do horizonte A, atingindo diretamente o horizonte B dos solos, provocando a formações de sulcos profundos. Outras, localizadas em áreas de até 30% de declive, totalizando mais da metade da área de estudo (56%), quando utilizadas para agricultura e pecuária faz necessário atentar para a conservação que pode ir de leve a intensiva.

Segundo MATSON *et al.* (1997), a conversão inicial de uma floresta natural (remoção ou queima da biomassa) e o subsequente cultivo, é a maior perturbação do ambiente do solo, com efeitos imediatos na sua biota e composição. O renovado interesse na agrofloresta e na mistura de sistemas aráveis e de criação animal é uma indicação do interesse em sistemas ecologicamente projetados. Abordagens de planejamento e gerenciamento do ambiente têm recebido crescente atenção como caminhos para a alta produção agrícola sustentável e redução dos seus efeitos colaterais. Porém, a implementação de tais estratégias vai necessitar da contribuição e interação de cientistas sociais e naturais, industriais, políticos, proprietários de terras e instituições de pesquisas agrícolas.

#### **4.3.3 – Caracterização de riscos sobre os fragmentos florestais**

Ações antrópicas sobre diferentes ecossistemas vêm provocando grandes alterações no meio natural, sem considerar a sustentabilidade a curto, médio e longo prazos. A evolução quantitativa do grau de antropismo e, da redução dos remanescentes da cobertura vegetal, merece atenção do governo para evitar grandes conseqüências no futuro. A expansão das fronteiras agrícolas, pecuárias e urbanas tem representado para os governos altos custos ambientais e sociais, o que vem ocasionando uma preocupação crescente com a proteção, conservação e preservação ambiental (BRITO & CÂMARA, 1999).

A expansão da agricultura durante as décadas passadas tem direcionado para uma redução da cobertura de florestas em regiões tropicais e sub-tropicais do Brasil. Esta redução causou um processo de fragmentação, onde as formações de florestas contíguas anteriores foram perturbadas e separadas pelos homens. Tal processo influenciou um aumento de manchas de florestas de diferentes áreas, aspectos, níveis de isolamento, tipos de vizinhança e história de perturbação (JORGE & GARCIA, 1997). A redução na riqueza de espécie de plantas acompanha a intensificação agrícola, a expansão urbana e industrial, direcionando mudanças na composição e abundância da biota associada (MATSON *et al.*, 1997).

Com base na premissa de que o estudo da diversidade de habitats ou ecossistemas naturais (SOULÉ, 1991 *apud* PIRES, 1995) é a mais aconselhada à análise ambiental voltada ao planejamento, foi realizada uma avaliação dos riscos sobre os fragmentos vegetais a partir da diversidade de paisagens naturais existentes, uma vez que estas estão relacionadas à diversidade de espécies presentes. O conhecimento dos riscos a que estão submetidas as áreas naturais e os corpos hídricos pode auxiliar na formulação de medidas para o controle dos mesmos.

Baseando-se nos operadores de distância do SIG-Idrisi, foram cruzadas as informações visando identificar os principais riscos a que estão submetidas as áreas/fragmentos de floresta em Erechim. Fez-se uma análise quantitativa e lógico-intuitiva baseando-se nas inter-relações de eventos passados/futuros de impactos e na distância entre os mesmos fragmentos de floresta, pois esta desempenha papel fundamental na análise dos riscos genéricos às áreas naturais remanescentes. A classificação dos fragmentos florestais quanto a sua vulnerabilidade aos riscos, foi realizada segundo a proximidade dos mesmos em relação às estradas e ao perímetro urbano. As cartas-síntese apresentam 6 níveis de risco: risco zero ou nulo, risco dois, risco quatro, risco seis, risco oito, risco dez ou maior.

A pouca diversidade de habitats de interior dos fragmentos vegetais, conferem menor chance de sustentar uma alta diversidade de espécies e populações. Ao mesmo tempo, as perturbações crônicas diminuem as chances de resguardar parte da diversidade local, significando, então, a necessidade de atuar no sentido de diminuir o impacto externo sobre os fragmentos de áreas naturais, como também assegurar o efetivo manejo dos mesmos de forma a ampliar suas áreas e/ou conectá-

los, aumentando as possibilidades de trocas gênicas e a disponibilidade de habitats às espécies. (PIRES, 1995) A redundância funcional aumenta a estabilidade do ecossistema, porém o grau dessa estabilidade depende da história evolutiva, da eficiência dos controles internos, da natureza do ambiente de entrada e da complexidade (ODUM, 1988).

Sendo assim, preservar a diversidade biótica representa um grande desafio contínuo e multifacetado. Restaurar parte da biodiversidade perdida e proteger o que resta são apenas alguns elementos desse desafio (FRANKLIN, 1997) que começa com a conscientização de que a implementação de algum projeto poderá determinar conseqüências sociais ou ambientais positivas e/ou negativas, de fácil harmonização ou muito difícil correção. Nesse sentido, *“prever impactos e um ato de tomada de precauções para garantir a harmonia e compatibilizar funções no interior do espaço total no futuro, é um ato de bom senso, em que se procura harmonizar o desenvolvimento com uma correta postura de proteção ambiental e ecológica”* (Ab'SÁBER, 1998).

As Figuras 24 e 25 ilustram os riscos aos fragmentos florestais remanescentes do município em relação à distância que os mesmos se encontram das principais estradas (BR 153; RS 135, 211, 331, 420, 480, VRS 802; Via Férrea) e do perímetro urbano. Os atuais fragmentos cobrem uma área de 8.491,71 hectares. Destes 1.904,52 (22,43%) localizam-se a uma distância superior a 2km das estradas mais próximas, não sendo, aparentemente, influenciados direta ou indiretamente pelos materiais nelas transportados. Por outro lado, 18,95% dos fragmentos estão localizados numa zona de alto risco, até 400 metros da estrada, totalizando 1.608,85 hectares. Outros 18,26% (1.550,79 ha) localizam-se na faixa de 400 a 800 metros de distância, integrando uma zona que pode sofrer um forte impacto (risco 8).

Em relação ao perímetro urbano (Tabela 15), 6,63% dos fragmentos florestais (562,67 ha) estão localizados na própria zona urbana, que se caracteriza como risco máximo (10), sofrendo toda a pressão e impactos que uma cidade impõe a esses sistemas. Outros 3,41% dos fragmentos (289,56 ha) localizam-se a até uma distância máxima de 800 metros (entre 400 e 800), sendo, portanto, alvo de fortes impactos ambientais.

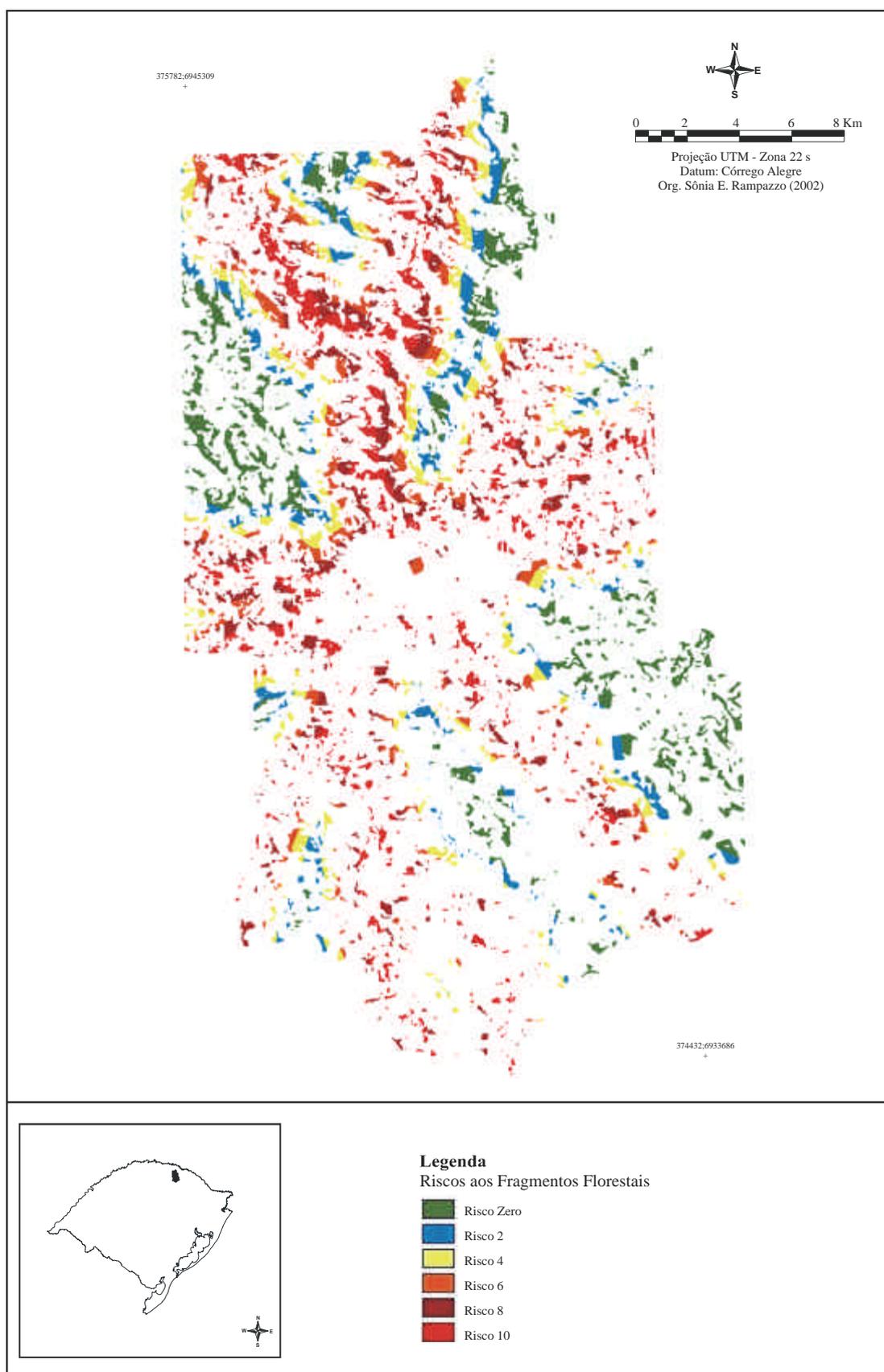


Figura 24: Carta síntese dos riscos aos fragmentos florestais de Erechim (RS) em relação às estradas

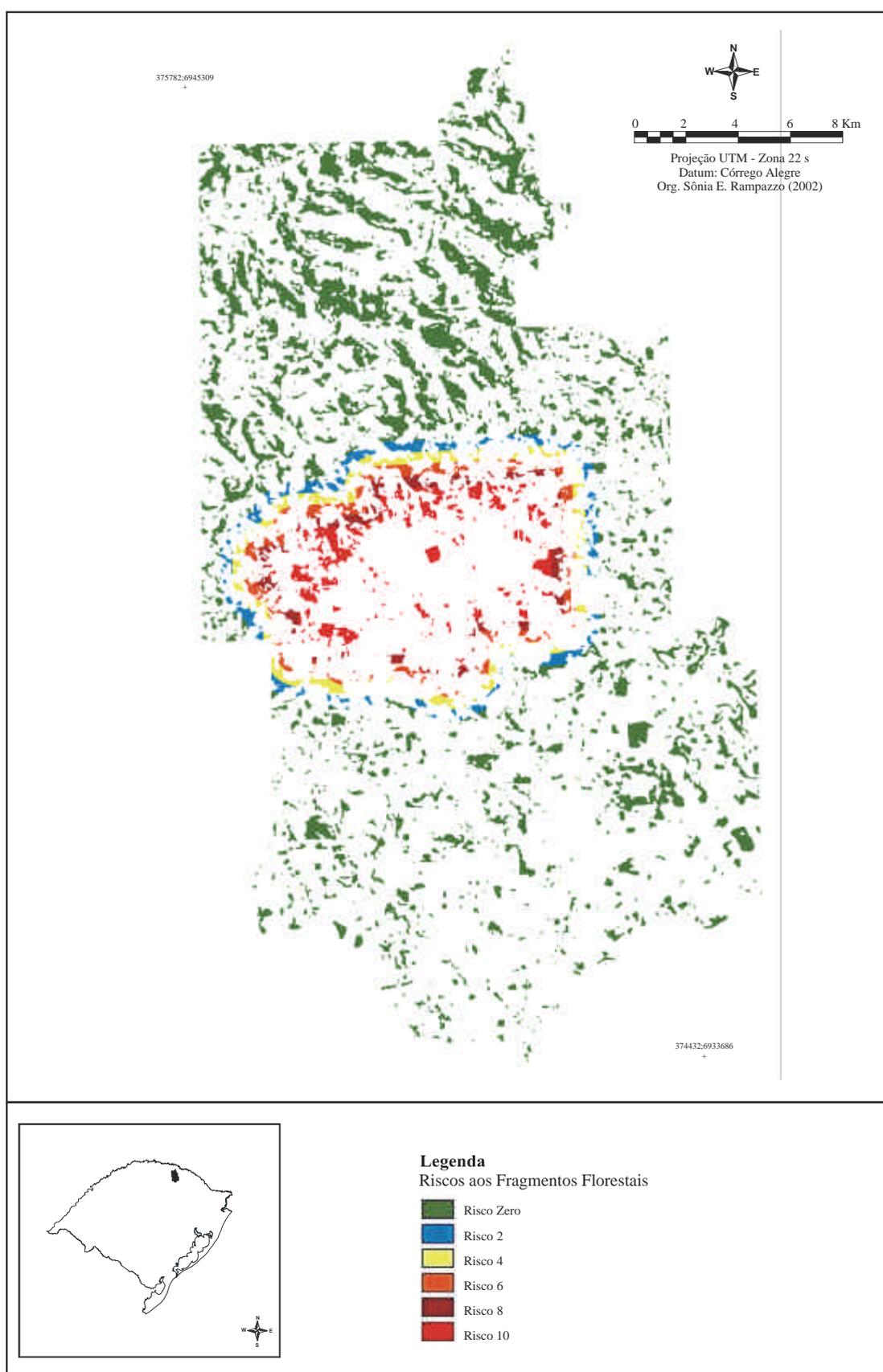


Figura 25: Carta síntese dos riscos aos fragmentos florestais de Erechim (RS) em relação ao perímetro urbano

**Tabela 15: Riscos dos fragmentos florestais remanescentes no município de Erechim(RS) em relação às estradas e ao perímetro urbano**

RISCOS AOS FRAGMENTOS FLORESTAIS	ESTRADAS		PERÍMETRO URBANO	
	Área (hectares)	% de fragtos	Área (hectares)	% de fragtos
<b>Risco Zero ou nulo:</b> fragmentos florestais localizados acima de 2.000 metros de distância	1.904,52	22,43	6.579,59	77,48
<b>Risco dois:</b> fragmentos florestais localizados entre 1.600 e 2.000 metros de distância	1.050,30	12,37	400,61	4,72
<b>Risco quatro:</b> fragmentos florestais localizados entre 1.200 e 1.600 metros de distância	1.138,25	13,40	350,68	4,13
<b>Risco seis:</b> fragmentos florestais localizados entre 800 e 1.200 metros de distância	1.239,00	14,59	308,60	3,63
<b>Risco oito:</b> fragmentos florestais localizados entre 400 e 800 metros de distância	1.550,79	18,26	289,56	3,41
<b>Risco dez ou maior:</b> fragmentos florestais localizados até 400 metros de distância da estrada ou no perímetro urbano	1.608,85	18,95	562,67	6,63
<b>Total</b>	<b>8.491,71</b>	<b>100</b>	<b>8.491,71</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Cerca de 77% dos fragmentos florestais de Erechim, por estarem a uma distância acima de 2 km do perímetro urbano, estão teoricamente mais “protegidos”. Os fragmentos florestais mais vulneráveis aos impactos que as estradas podem oferecer localizam-se na porção Norte do município. Algumas áreas, com atividades agrícolas e pecuárias, influenciam diretamente as florestas. No total são 282 hectares de agricultura e 222 hectares de pecuária.

Esses dados aliados aos diferentes exemplos de poluição do meio ambiente e sua degradação, evidenciam a urgência de se adotarem estratégias ambientais para compatibilizar o processo social e a gestão ambiental além de prudência na adoção de modelos desenvolvimentistas para assegurar um desenvolvimento em harmonia com a natureza. Daí a necessidade de se valer dos EIA/RIMA e de outros instrumentos que melhor avaliem as conseqüências ambientais e sua magnitude, e reflitam as medidas certas a serem tomadas, seus custos e benefícios.

#### 4.3.4 – Caracterização de riscos sobre os corpos d’água

A intensificação da agricultura tem também afetado tanto a quantidade quanto a qualidade da água. A substituição de pastagens perenes com cultivos

agrícolas anuais tem propiciado um aumento do escoamento superficial, resultando numa menor infiltração. O resultado é uma erosão mais intensa e o assoreamento de corpos d'água. Rios anteriormente considerados perenes, freqüentemente estão secos no verão; substâncias químicas como nitratos oriundos de fertilizantes agrícolas têm sido encontrados em aquíferos (RAMPAZZO & HEPP, 2003).

Mudanças na cobertura do solo e no modelo de colonização descrito por PIRAN (2001) são responsáveis por alterações na freqüência, tamanho e o padrão dos distúrbios ligados a água, em Erechim.

Um efeito bem conhecido da fertilização agrícola com nitrogênio é a penetração do nitrato desde o solo até os sistemas aquáticos, direcionando para um crescimento da sua concentração na água potável e na corrente dos sistemas aquáticos (rios). Altas concentrações de nitrato representam uma preocupação para a saúde humana e dos sistemas naturais (MATSON *et al.*, 1997).

Dentre as preocupações atuais sobre o meio ambiente, BRITO & CÂMARA (1999) sinalizam a qualidade da água para consumo humano, para os animais e para a irrigação. Cada vez mais busca-se alternativas de gestão da água. Há uma necessidade emergente em mudar hábitos e costumes, buscar caminhos e ações concretas para um gerenciamento dos recursos hídricos, antes que o caos seja instalado.

Baseando-se na utilização dos operadores de distância do SIG-Idrisi e na sobreposição dos mapas temáticos das floresta, das estradas, das áreas agrícolas e pecuária e corpos d'água buscou-se identificar, localizar e caracterizar os principais riscos aos corpos d'água de Erechim. Com relação ao *buffer* rodado sobre a rede de drenagem do município, tem-se um total de 5.291,65 hectares distribuídos de 0 a 200 divididos em faixas de 50 metros.

A imagem de 2000 registra 8.491,73 hectares cobertos por fragmentos florestais em Erechim (Tabela 16 e Figura 26). Destes 19% estão localizados a uma distância de até 50 metros da margem dos rios que drenam o município, totalizando 1.574,94 hectares. Um total de 1.361,23 hectares (16,03%) localizam-se na faixa entre 50 e 100 metros; outros 15% (1.252,87 ha) estão entre 100 e 150 metros e 1.102,61 hectares (23%) localizam-se na faixa estabelecida entre 150 e 200 metros

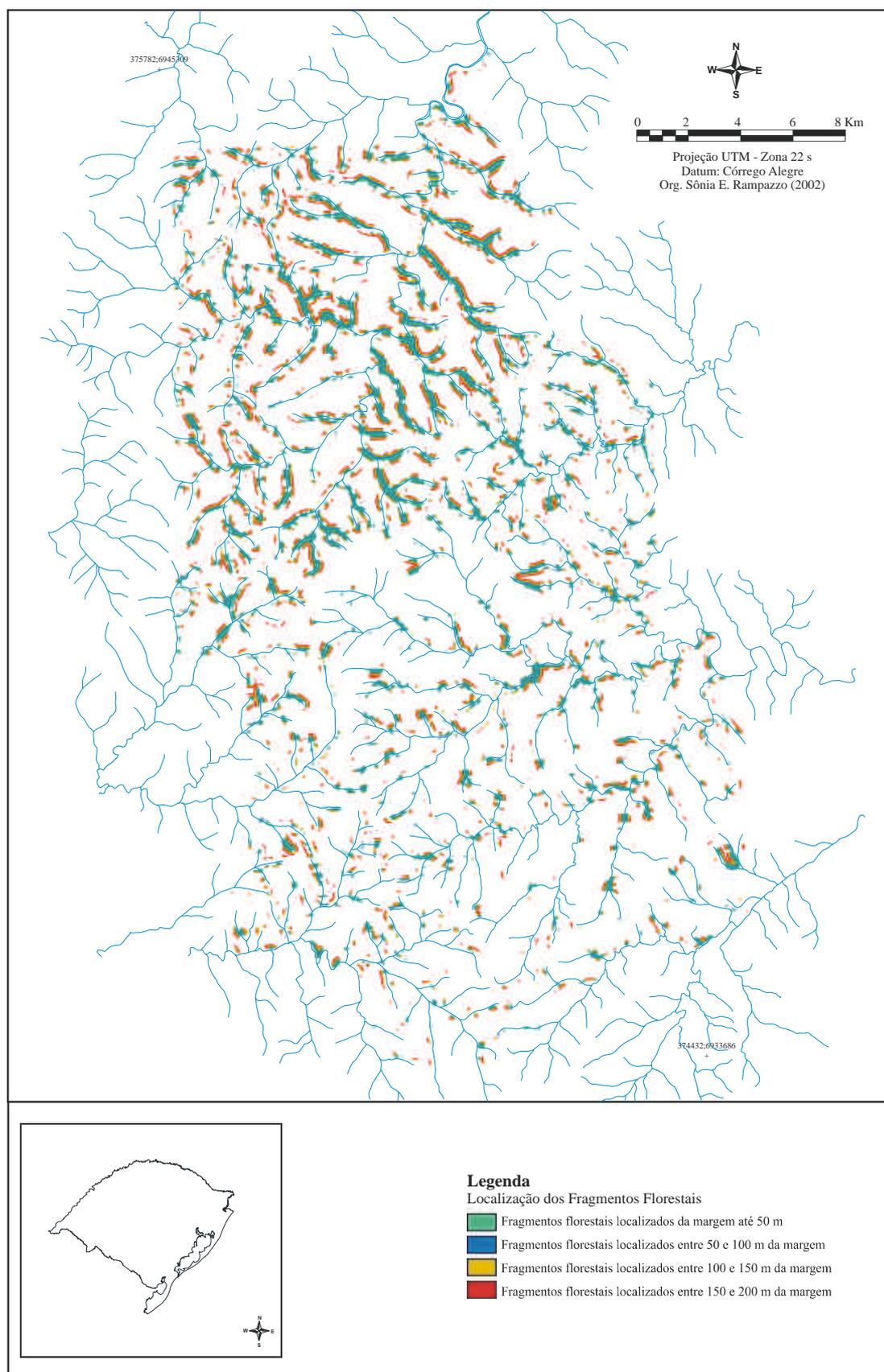
de distância da margem. Dos cerca de 24 mil hectares correspondentes a faixa (*buffer*) de até 200 metros de distância da drenagem, apenas 5.291,65 hectares apresentam cobertura florestal. Destes há uma ligeira predominância dos que estão mais próximos a água: 30% estão na faixa de 0 a 50 metros, 26% estão entre 50 e 100 metros, 24% estão entre 100 e 150 metros, 20% entre 150 e 200 metros, o que pode ser visualizado na Figura 26, indicando que apenas 22% do total dos fragmentos florestais do território estão próximos da rede de drenagem, distando até 200 metros.

**Tabela 16: Riscos aos corpos d'água do município de Erechim(RS) em relação às estradas e ao perímetro urbano**

RISCOS AOS CORPOS D'ÁGUA	ESTRADAS		PERÍMETRO URBANO	
	Área (hectares)	% da drenagem	Área (hectares)	% da drenagem
<b>Risco Zero ou nulo:</b> corpos d'água localizados acima de 2.000 metros de distância	5.599,78	16,44	18.050,61	74,35
<b>Risco dois:</b> corpos d'água localizados entre 1.600 e 2.000 metros de distância	8.524,58	25,04	857,42	3,53
<b>Risco quatro:</b> corpos d'água localizados entre 1.200 e 1.600 metros de distância	6.335,75	18,61	761,87	3,14
<b>Risco seis:</b> corpos d'água localizados entre 800 e 1.200 metros de distância	3.433,63	10,08	849,27	3,50
<b>Risco oito:</b> corpos d'água localizados entre 400 e 800 metros de distância	4.496,05	13,21	807,55	3,33
<b>Risco dez ou maior:</b> corpos d'água localizados até 400 metros de distância	5.656,93	16,62	747,29	3,08
<b>Risco doze ou máximo:</b> corpos d'água localizados no perímetro urbano	- x -	- x -	2.203,28	9,07
<b>Total</b>	<b>34.046,72</b>	<b>100</b>	<b>24.277,29</b>	<b>100</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Em relação a distância das estradas, do total da drenagem, 16,61% estão sob risco de impacto maior (10) e mais 13,21% sob risco 8. Apenas 16,44% estão localizados a uma distância acima de 2 km. Considerando o perímetro urbano, tem-se 26% dos 24 mil hectares sofrendo algum risco de impacto. Destes 3.758,12 hectares (correspondendo a 15,48%) estão sob risco máximo (12), uma vez que estão localizados ou na zona urbana ou muito próximos a ela (distantes até 800 m). As nascentes dos rios Dourado, Suzana, Tigre, Leãozinho, Poço e Lajeado Henrique, juntamente com seus afluentes, sofrem um impacto maior.



**Figura 26: Fragmentos florestais localizados na rede de drenagem de Erechim(RS) (da sua margem até 200 metros)**

Pelos cruzamentos realizados, 12.144 hectares de área agrícola influenciam direta ou indiretamente tanto na qualidade como na quantidade das águas dos rios de Erechim. No total, são 37% de área do município utilizados (ano 2000) com agricultura ou pecuária, localizados até 200 metros de distância da rede de drenagem. Desse percentual, 3.550 hectares são de áreas utilizadas com pecuária influenciando os rios mais diretamente, uma vez que estão localizados entre a rede de drenagem até 200 metros de distância da mesma. Destas, apenas 27% localizam-se junto ao rio, distante até 50 metros, indicando a ausência da mata ciliar em muitas áreas.

A degradação ambiental decorrente dessas atividades antrópicas pode ser visualizada pelas Fotos 9, 10 e 11.



Foto 9: Inexistência de mata ciliar (margens do rio Campo)  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)



Foto 10: Resíduos sólidos nas margens do rio Tigre  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)



Foto 11: Embalagens de agrotóxicos próximo às nascentes de rios  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

O efeito concentrador, provocado pelo regime social industrial, tem colocado em questão a capacidade dos recursos naturais em equilibrar-se frente às agressões do mundo moderno. O monitoramento da água é fator imprescindível para determinação da qualidade e do tratamento a ser dispensado, visando atender às condições ambientais, às necessidades sócio-econômicas e à legislação vigente. Estando a qualidade da água ligada diretamente à proteção da saúde pública, torna-se essencial adaptar critérios ambientais para assegurar essa qualidade objetivando fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que poderão garantir a segurança do fornecimento de água através da manutenção dos parâmetros aceitáveis de potabilidade. Em estudos paralelos aos da tese, desenvolveu-se uma análise hídrica das bacias hidrográficas de Erechim (RS), com o uso de técnicas de sensoriamento remoto, visando identificar quanti-qualitativamente a potabilidade da água nos mananciais superficiais do município, na perspectiva de subsidiar projetos multitemporais de planejamento ambiental. A Figura 27 mostra a distribuição dos pontos de coleta nas diferentes unidades de análise.

O número de pontos de coleta d'água em cada microbacia hidrográfica foi escolhido de acordo com o tamanho da mesma e sua influência nos processos produtivos e em atividades antrópicas. Após a escolha, localização, caracterização e registro fotográfico de cada ponto de amostragem, seguiram-se as coletas e análises realizadas bimestralmente nos meses de outubro/2001; janeiro, abril e julho/2002, abrangendo as quatro estações do ano. A qualidade da água foi calculada e classificada de acordo com os valores do IQA da CETESB (1979)<sup>19</sup>, já que o Índice de Qualidade de Água (IQA) configura-se numa das ferramentas existentes para a análise da qualidade da água dos mais variados corpos hídricos.

As análises demonstraram que alguns corpos d'água do município chamam a atenção para sua quase total degradação. Os índices de oxigênio dissolvido de alguns PA's são relativamente baixos quando se considera o mesmo como gás vital para a dinâmica dos ecossistemas aquáticos, uma vez que participa efetivamente na decomposição da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos e reações de oxidações. Salienta-se que os pontos 6, 7 e 13 (na coleta da primavera) e o ponto 11 (na coleta de outono), enquadraram-se na classificação ruim, apresentando altos índices de contaminação fecal.

---

<sup>3</sup> Valores do IQA da CETESB: 80-100 = ótima; 52-79 = boa; 37-51 = aceitável; 20-36 = ruim; 0-19 = péssima.

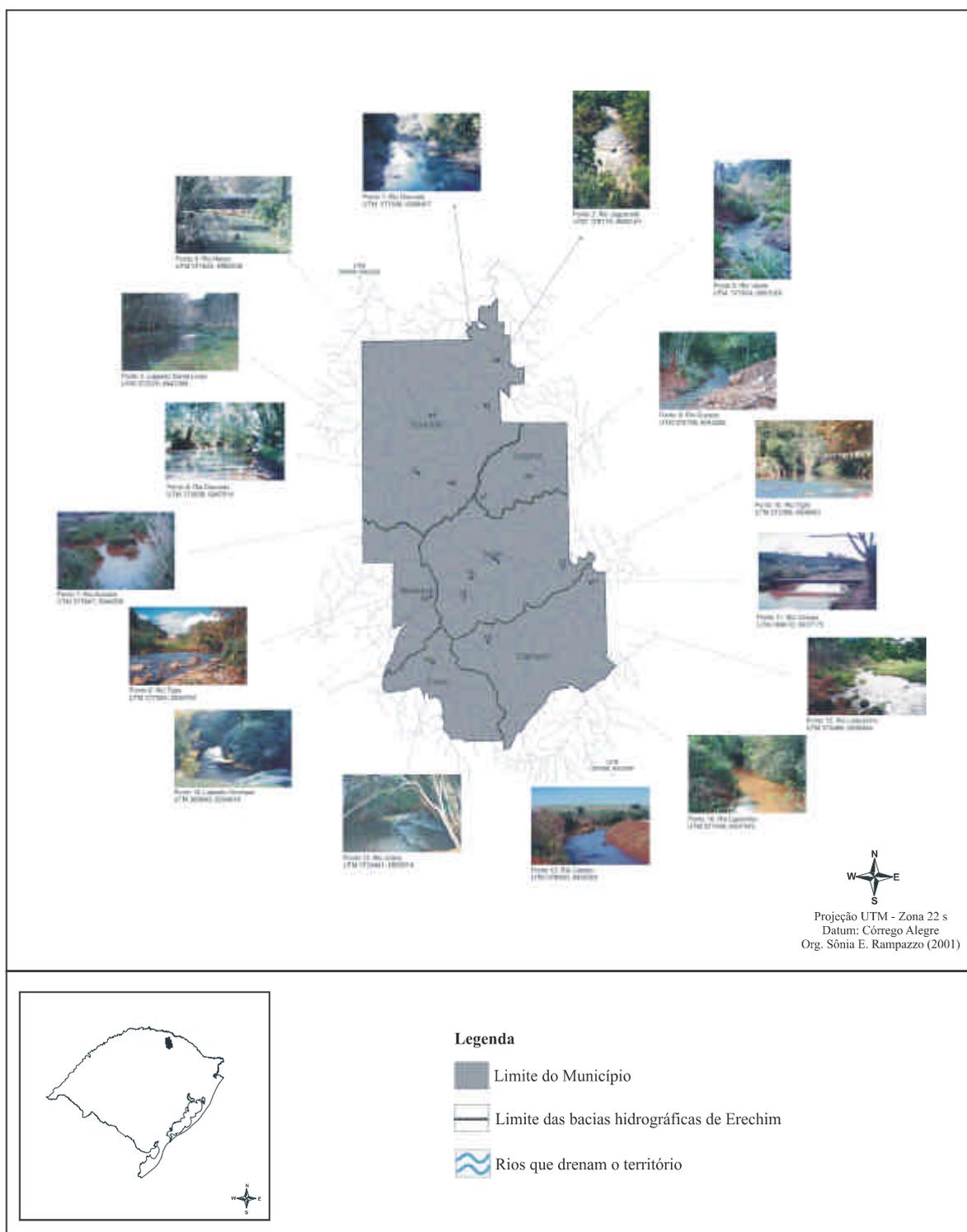


Figura 27: Pontos de Amostragem (PAs) de coleta de água dos rios de Erechim (RS)

O ponto 11, apresentou alto valor de DBO, o que indica presença de significativa quantidade de matéria orgânica, determinando forte utilização de oxigênio dissolvido para sua estabilização, podendo levar a uma situação de eutrofização deste ambiente. Com exceção dos pontos e períodos citados anteriormente, a análise hídrica das bacias hidrográficas (UAs) de Erechim evidencia um IQA que classifica a água como aceitável. Porém, registra-se a informação de que os valores médios do IQA nas diferentes estações foi de 41 pontos. Isso significa que a qualidade das águas dos rios do município encontra-se muito mais próxima da classificação ruim.

Os resultados obtidos nos 16 PAs (conforme Figura 27) não tiveram grandes variações nas diferentes estações do ano, podendo ser classificados como de qualidade aceitável. Entretanto, demonstram a necessidade da implementação de ações que visem garantir a melhoria da qualidade da água para a manutenção e/ou recuperação da biota existente nos ecossistemas aquáticos, como também na perspectiva de suprir a demanda de água para consumo da população erechinense.

#### **4.4 – Unidades de Análise (UAs) da paisagem de Erechim (RS)**

A área de estudo foi dividida em seis Unidades de Análise (UAs) (considerando as bacias hidrográficas) refletindo porções do espaço que, com exceção da UA Dourado, apresentam características intrínsecas semelhantes. Para esta classificação foi considerada a conformação do terreno (relevo) e a rede de drenagem (rios, córregos, lajeados). A divisão foi feita seguindo os divisores de água e os nomes atribuídos são decorrentes da nomenclatura dos rios de maior vazão para cada unidade (Figura 28). O detalhamento dos números em termos de área e perímetro de cada UA podem ser observados na Tabela 17.

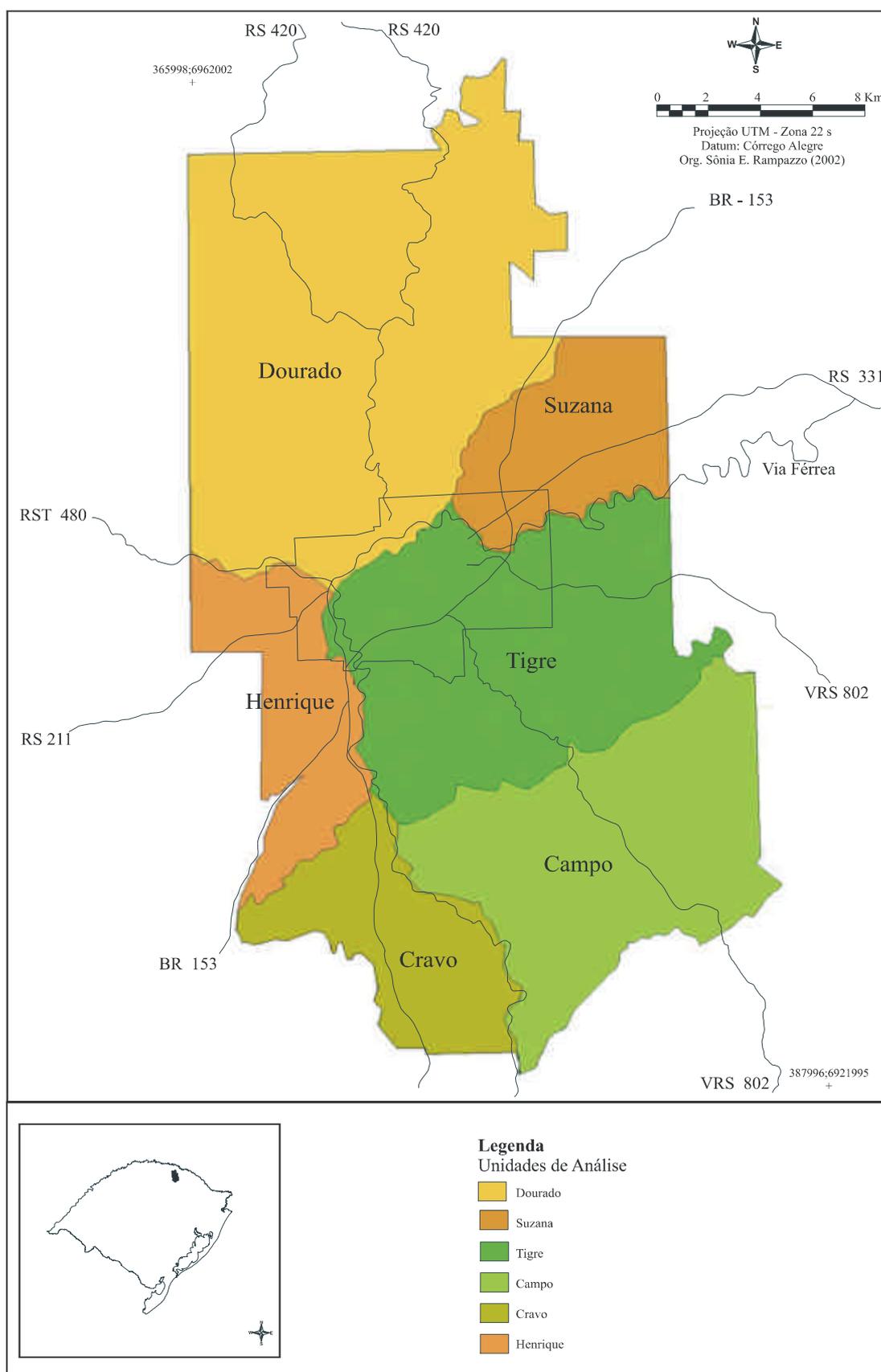


Figura 28: Carta Unidades de Análise (UAs) da paisagem do município de Erechim (RS)

**Tabela 17: Área e perímetro das Unidades de Análise de Erechim(RS) em Km, km<sup>2</sup> e percentual**

<b>Unidades de Análise</b>	<b>Perímetro (km)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentagem (%)</b>
Dourado	62,71	148,52	34,88
Suzana	26,49	34,33	8,06
Tigre	48,53	90,71	21,30
Campo	47,03	80,35	18,87
Cravo	34,85	37,42	8,79
Henrique	38,94	34,51	8,10

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Como a imagem do ano 2000 representa a configuração mais atual de Erechim, optou-se também por caracterizar cada Unidade de Análise (UA) da paisagem, uma vez que as observações de campo foram realizadas mais recentemente (2001/2002). Assim, os números citados acima são detalhados em cada uma das seis Unidades de Análise da paisagem da área de estudo.

#### **4.4.1 - Caracterização geral das Unidades de Análise (UAs)**

##### **A) DOURADO**

Localiza-se no extremo Noroeste do município de Erechim (Foto 12) com perímetro de 62,71 km<sup>2</sup> e área de 148,52 km<sup>2</sup>, cujas cotas hipsométricas variam de 420 a 840 metros, o que corresponde a declividade de 0 a 100% (Figuras 29 e 30). A tipologia agrária é formada por pequenas propriedades com ênfase às atividades não especializadas no setor agropecuário de subsistência. O milho é o principal produto cultivado, justamente para suprir a demanda existente com a criação de suínos e aves.

A rede de drenagem é composta por sete canais principais, sendo o Dourado (rio de 5<sup>a</sup> ordem) o de maior representatividade fluvial, apresentando uma densidade de 12,64 m/ha.

Três dos quatro tipos de solo estão presentes, com predominância para o Charrua (Tabela 18).

**Tabela 18: Área e percentual dos tipos de solo na unidade de análise Dourado, Erechim (RS)**

<b>Unidade de Análise</b>	<b>Tipos de Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>( % )</b>
<b>Dourado</b>	C-Ch: Ciríaco Charrua	2.297,93	5,40
	Ec: Erechim Latosol Roxo Distrófico	5.979,03	14,04
	Ch: Charrua Solo Litólico Eutrófico	6.575,62	15,44
	<b>Total</b>	<b>14.852,58</b>	<b>34,88</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Provavelmente, a dificuldade de exploração da área tem sido o principal fator para manutenção da cobertura vegetal, que segundo o produtor rural “acaba funcionando como um obstáculo” a outros de tipos de uso da terra. Isto é comprovado através dos dados das tabelas 18 e 19 que, no período analisado, perdeu 46,63% de suas florestas, tendo aumentado 76,34% sua área agrícola e perdido cerca de 300 hectares para a expansão urbana, o que representa um aumento de 57%. Dentre as UAs, a Dourado apresenta a menor taxa de conversão de áreas naturais: 35,36%.



Foto 12: Vista parcial da UA Dourado  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

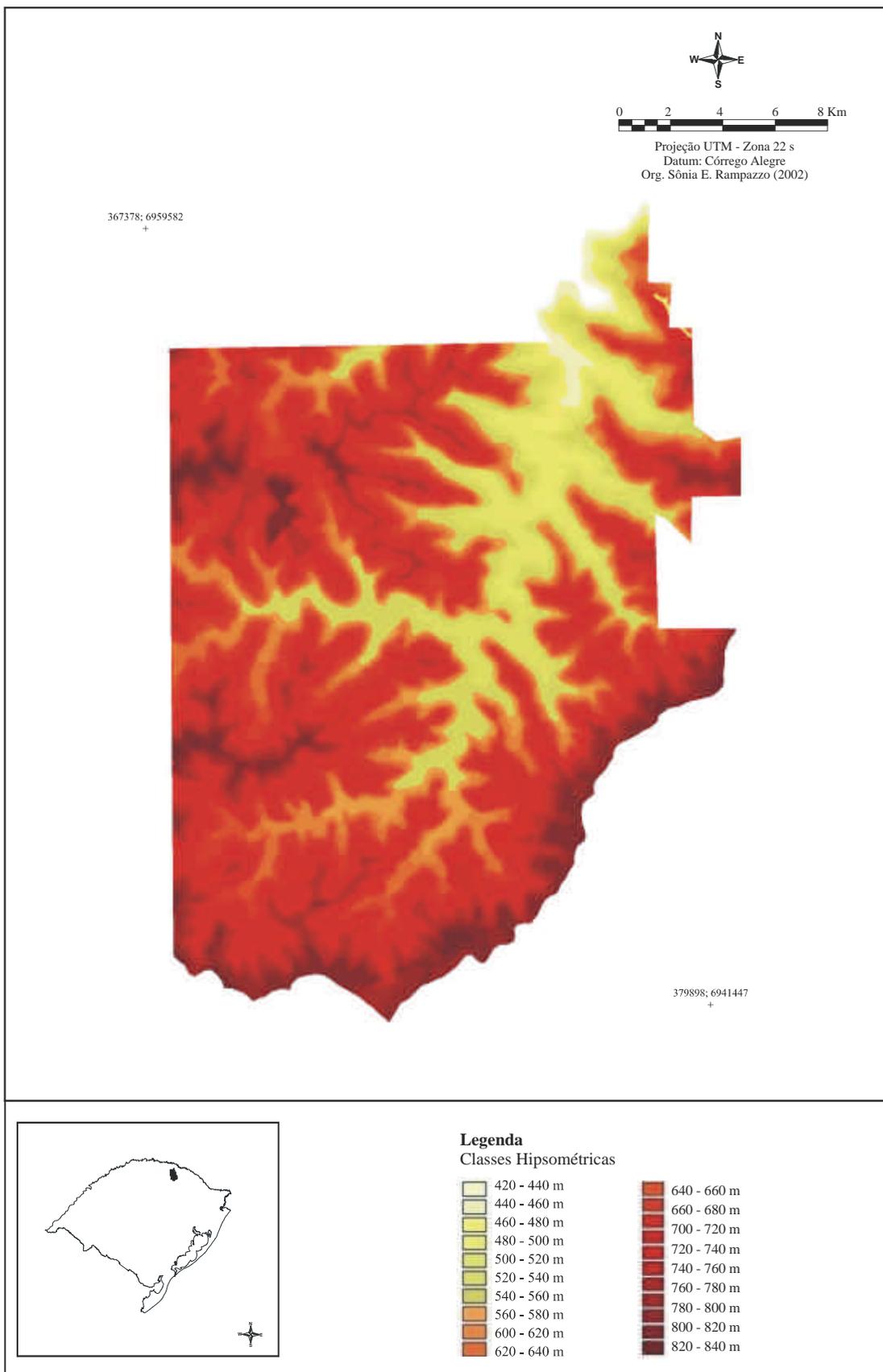


Figura 29: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Dourado - Erechim (RS)

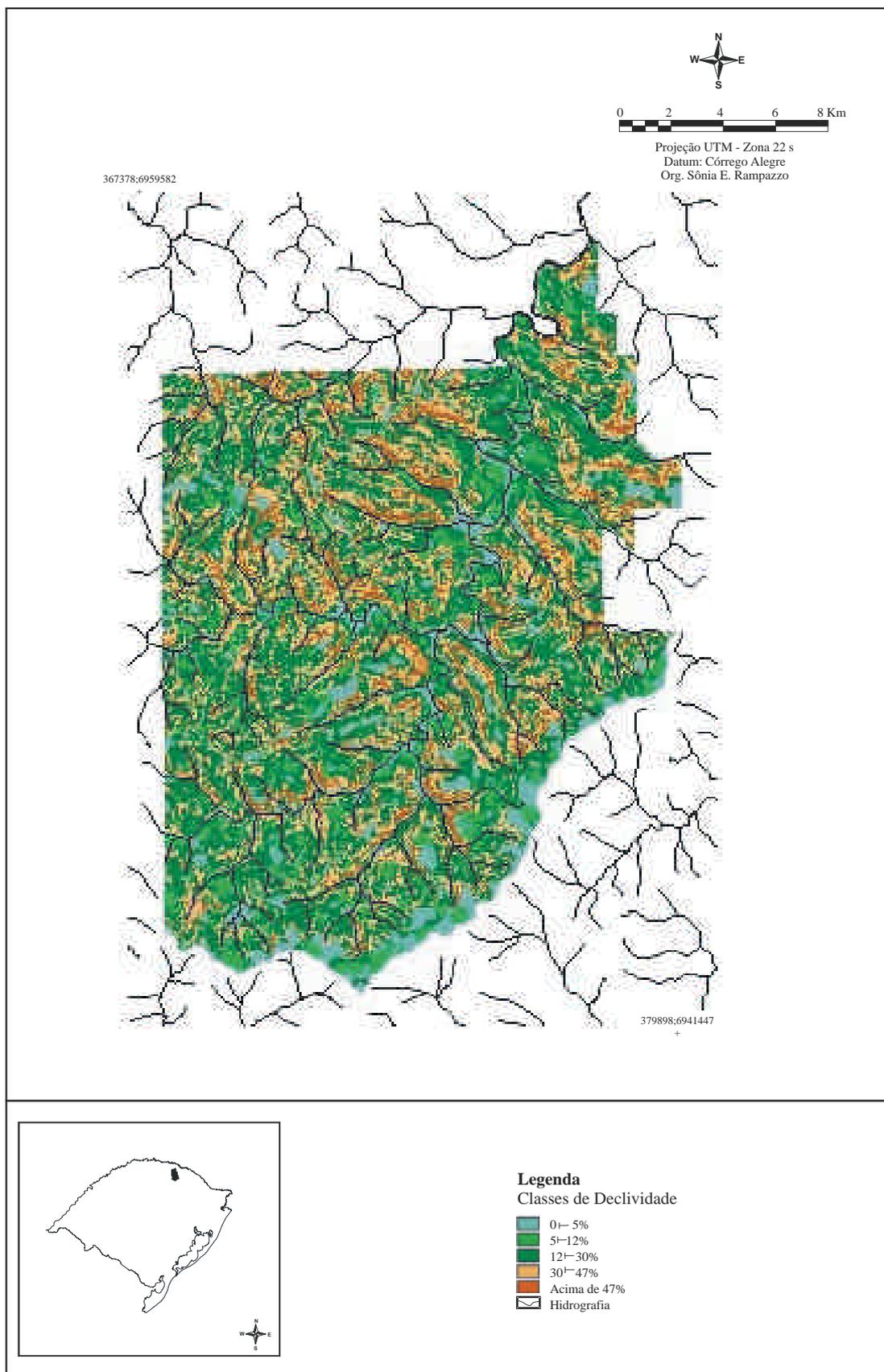


Figura 30: Carta clinográfica da Unidade de Análise Dourado - Erechim (RS)

O elemento fisionômico utilizado para a definição desta unidade foi a irregularidade da topografia, representada por morros, bem como vegetação que se manifesta em pequenas porções isoladas uma das outras, justamente sobre as áreas mais declivosas. A topografia íngreme da área, de acentuada declividade, associada ao manejo inadequado do solo realizado por algumas das atividades agrícolas tradicionais como o milho, feijão, soja, trigo (plantio em encostas e margens de rios), facilita a erodibilidade, apresentando-se como um dos vetores de ameaça mais importantes para esta microbacia.

## **B) SUZANA**

Localiza-se na porção Nordeste (Foto 13) com perímetro de 26,49 km<sup>2</sup> e área de 34,33 km<sup>2</sup>. Embora as maiores cotas hipsométricas estejam presentes nesta unidade de paisagem, a conformação do seu relevo não apresenta seccionamentos abruptos, apresentando uma hipsometria entre 660 a 820 metros (Figuras 31 e 32).



Foto 13: Vista parcial da UA Suzana  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

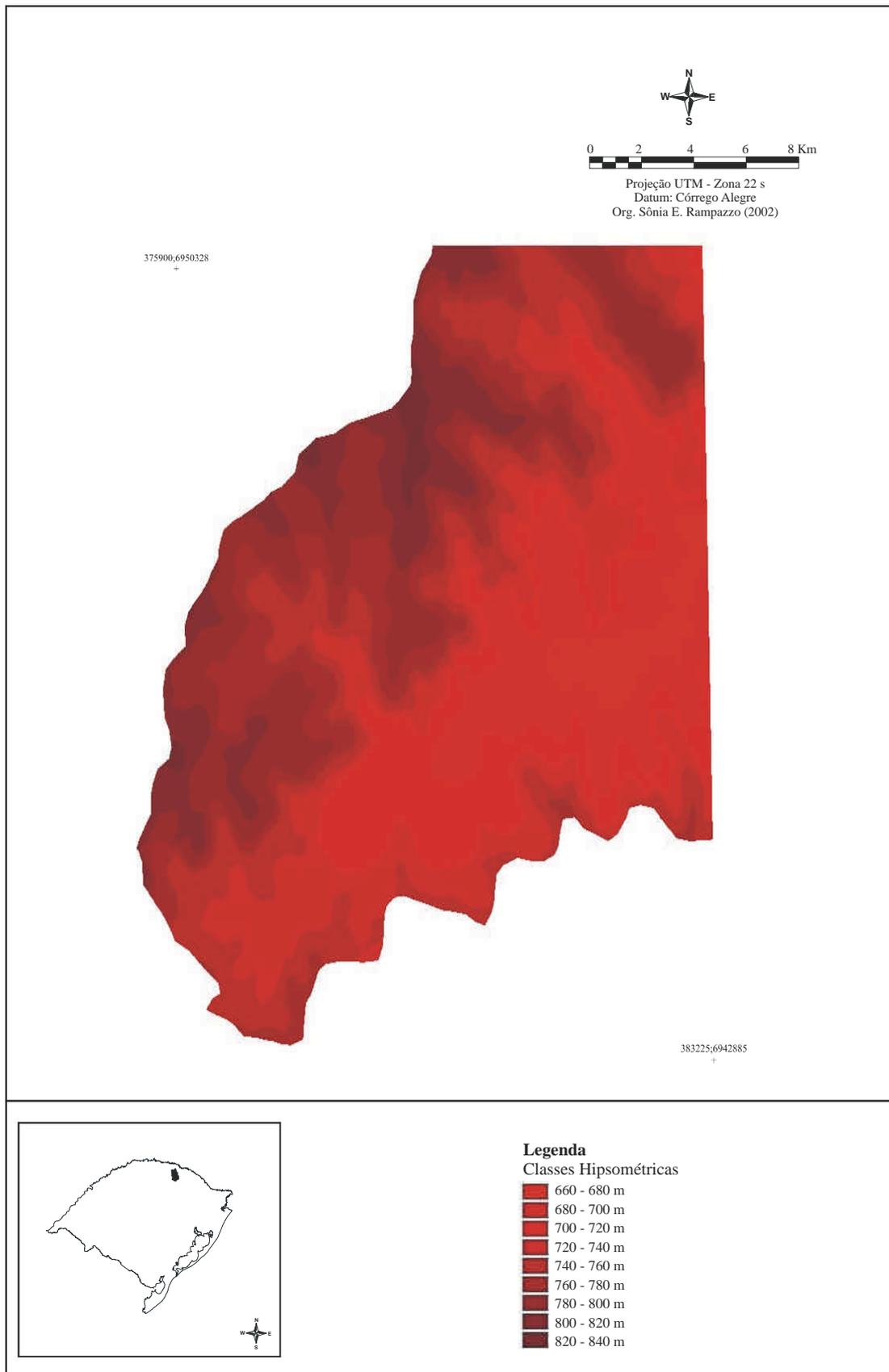
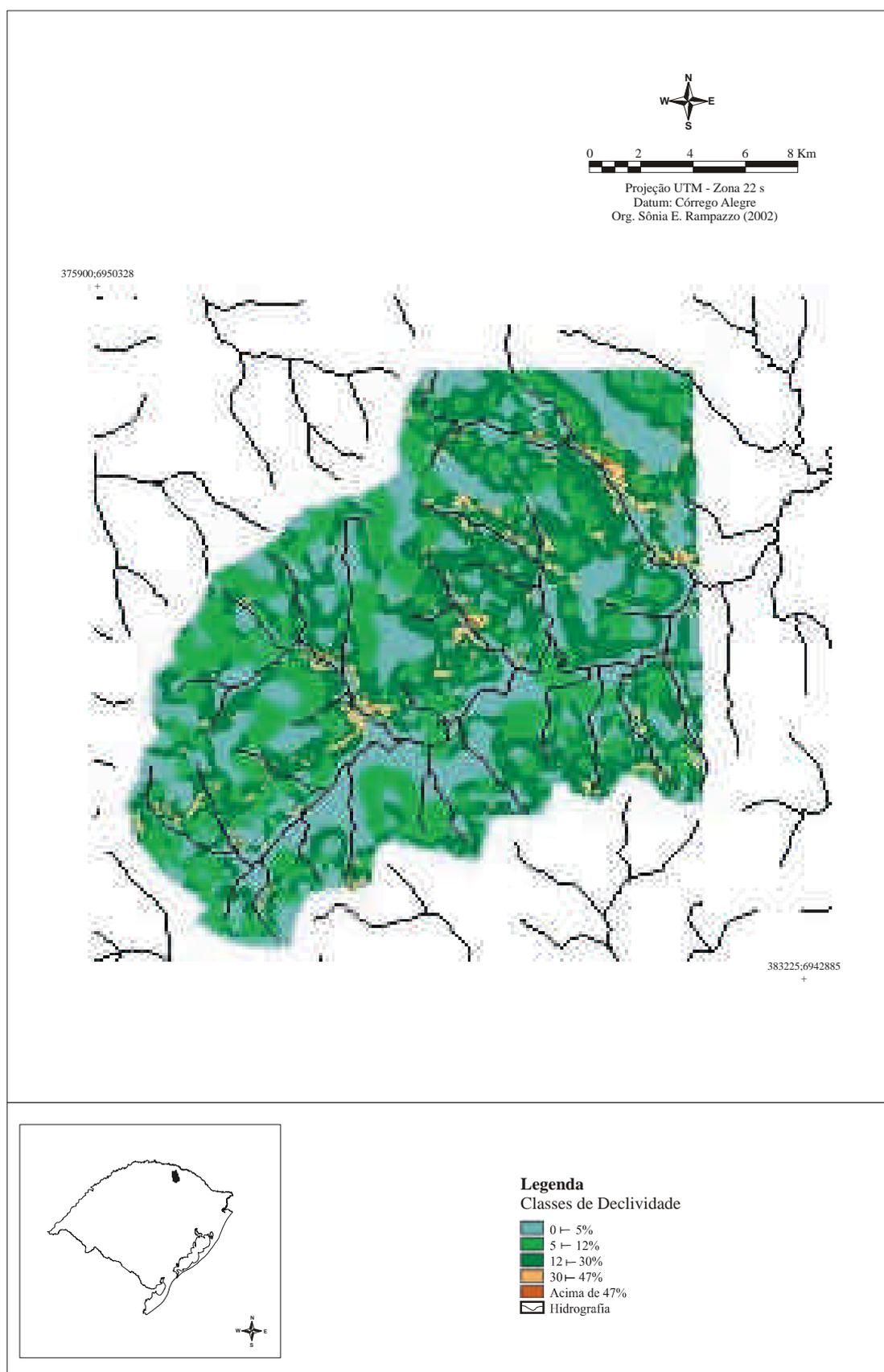


Figura 31: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Suzana - Erechim (RS)



**Figura 32: Carta clinográfica da Unidade de Análise Suzana - Erechim (RS)**

Há uma certa homogeneidade na hipsometria desta área. A pouca amplitude nas cotas altimétricas permite o uso de grande porção desta microbacia para a produção de culturas agrícolas (milho, soja, feijão e trigo), em solos preponderantemente tipo latossolo Erechim (Tabela 19).

**Tabela 19: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Suzana, Erechim (RS)**

Unidade de Análise	Tipos de Solo	Área (ha)	( % )
Suzana	C-Ch: Ciríaco Charrua	128,36	0,30
	Ec: Erechim Latosol Roxo Distrófico	3.304,95	7,76
	<b>Total</b>	<b>3.433,31</b>	<b>8,06</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Esta UA desde 1964 perdeu 62% de suas florestas, apresentando 54,9% de taxa de conversão de áreas naturais em usos antrópicos. Sua área agrícola aumentou em 69%, além dos 330 hectares incorporados ao perímetro urbano.

### C) TIGRE

Localiza-se na porção centro-ocidental (Foto 14). As áreas desta microbacia (perímetro de 48,53 km<sup>2</sup> ; área de 90,71 km<sup>2</sup>) acompanham o rio Tigre (rio de 4<sup>a</sup> ordem)<sup>20</sup>, o qual recebe 5 bacias contribuintes, dentre as quais destacam-se os rios Ligeirinho e Leãozinho (rios de 2<sup>a</sup> ordem) que abastecem o reservatório da CORSAN. As cotas altimétricas variam de 580 a 820 metros (Figura 33).

Considerada a segunda maior microbacia do município, possui um diferencial peculiar pois abriga mais de 90% do perímetro urbano de Erechim. Os 1.426,98 hectares foram aumentados em cerca de 67%, totalizando hoje 2.378,71 hectares. É responsável também pelo fornecimento e manutenção do abastecimento de água potável à população domiciliada na área urbana.

Aproximadamente seis diferentes vias de drenagem alimentam esta microbacia; quatro delas possuindo sua parte inicial nas proximidades do perímetro urbano, fator que representa forte ameaça de deterioração hidrográfica desta área.

<sup>20</sup> Esse rio pode ser classificado como de 5<sup>a</sup> ordem, quando recebe as águas dos rios Poço e Campo no sentido Leste, na fronteira com o município de Áurea.

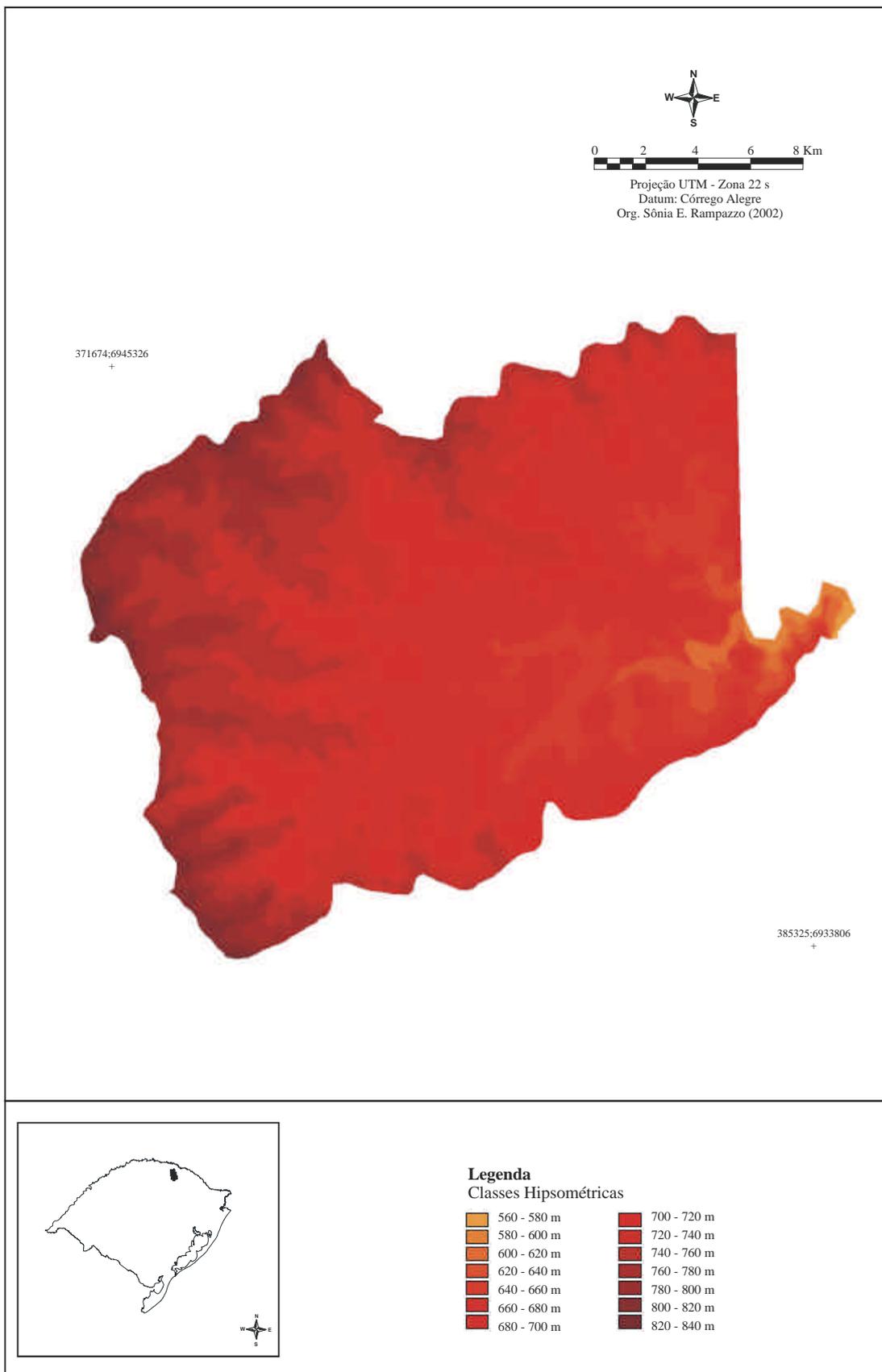


Figura 33: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Tigre - Erechim (RS)

Apresentando irregularidades em sua topografia (Figura 34), agrega em sua área a prática de policultura (milho, soja), priorizando a mecanização agrícola de tração animal. Conforme Tabela 20, o solo do tipo Erechim prepondera nessa UA. Perdeu, no período analisado, 2.185,78 hectares de florestas e 2.094,38 de pastagens, totalizando 64,49% de taxa de conversão de áreas naturais em usos antrópicos.

**Tabela 20: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Tigre, Erechim (RS)**

Unidade de Análise	Tipos de Solo	Área (ha)	( % )
Tigre	C-Ch: Ciríaco Charrua	124,82	0,29
	Ec: Erechim Latosol Roxo Distrófico	6.839,06	16,06
	Ch: Charrua Solo Litólico Eutrófico	2.107,36	4,95
	<b>Total</b>	<b>9.071,24</b>	<b>21,30</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)



Foto 14: Vista parcial da UA Tigre

Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

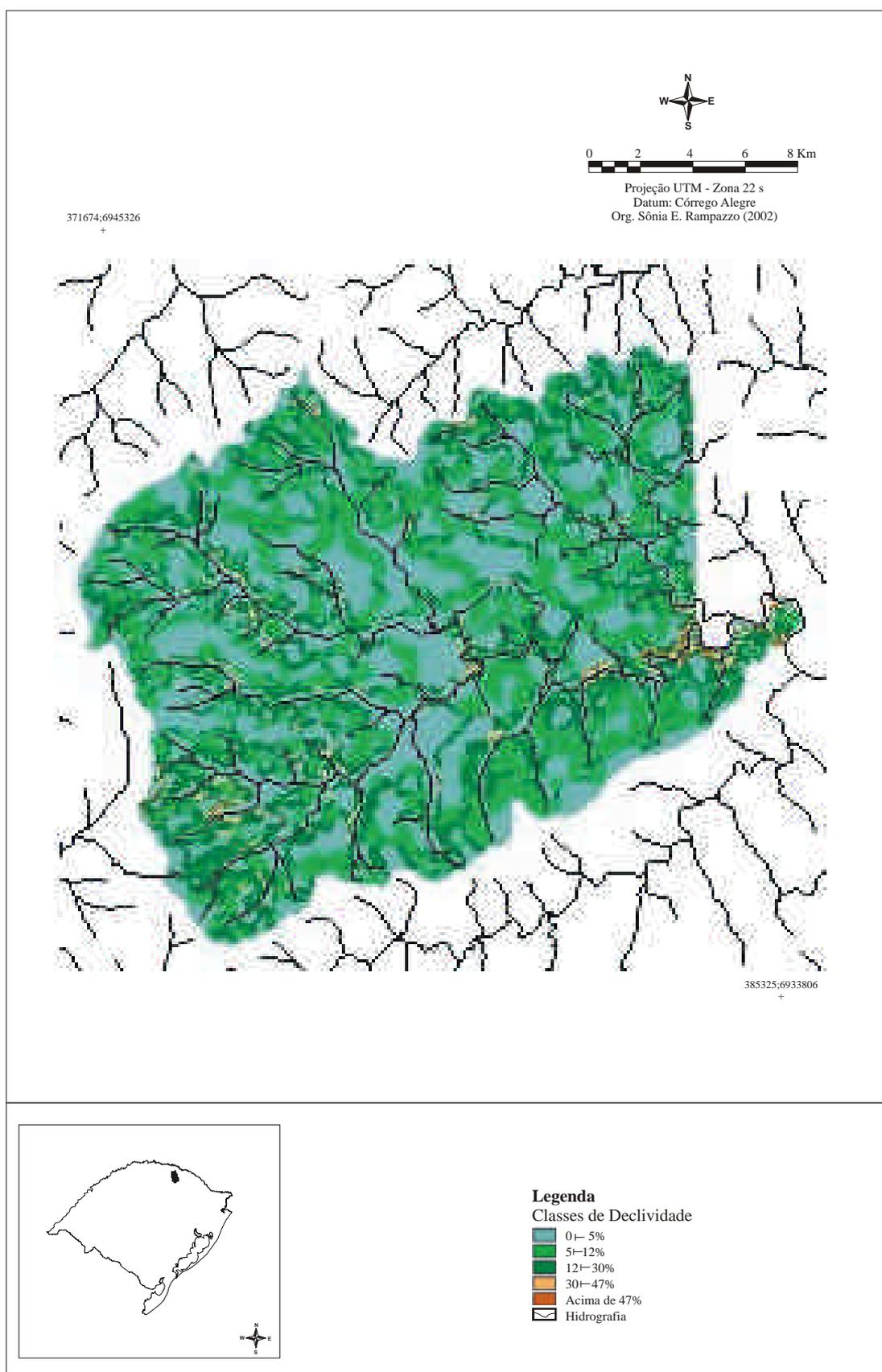


Figura 34: Carta clinográfica da Unidade de Análise Tigre - Erechim (RS)

## D) CAMPO

Localiza-se na porção Sudeste (Foto 15) com perímetro de 47,03 km<sup>2</sup> e área de 80,35 km<sup>2</sup>. Observa-se o predomínio de cotas altimétricas que variam de 550 a 820 metros (Figura 35). Caracteriza-se pela presença do rio de 4ª ordem (rio Campo) que dá nome a UA e, em períodos de estiagem fornece água ao reservatório da CORSAN.

Cercada por área de forte atividade agrícola mecanizada devido a sua topografia (Figura 36), esta microbacia tem como elemento vulnerável a sua rede de drenagem, ameaçada pelo assoreamento. Há elevada incidência de devastação florestal, com visível desflorestamento, ocasionando sulcos de erosão (Foto 16) devido à ausência de cobertura vegetal nativa (4.737,73 ha de florestas e 2.463,01 ha de pastagens), retirada para a prática da intensiva ocupação da terra no cultivo de leguminosas (soja, milho) em quase 80% da área desta unidade. A predominância do solo é do tipo Erechim, seguido do tipo Charrua (Tabela 21). Tem uma das maiores taxas de conversão de áreas naturais em usos antrópicos (74,84%).

**Tabela 21: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Campo, Erechim (RS)**

Unidade de Análise	Tipos de Solo	Área (ha)	( % )
Campo	Ec: Erechim Latosol Roxo Distrófico	4.526,06	10,63
	E: Estação Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico	22,60	0,05
	Ch: Charrua Solo Litólico Eutrófico	3.486,22	8,19
	<b>Total</b>	<b>8.034,88</b>	<b>18,87</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)



Foto 15: Vista parcial da UA Campo  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

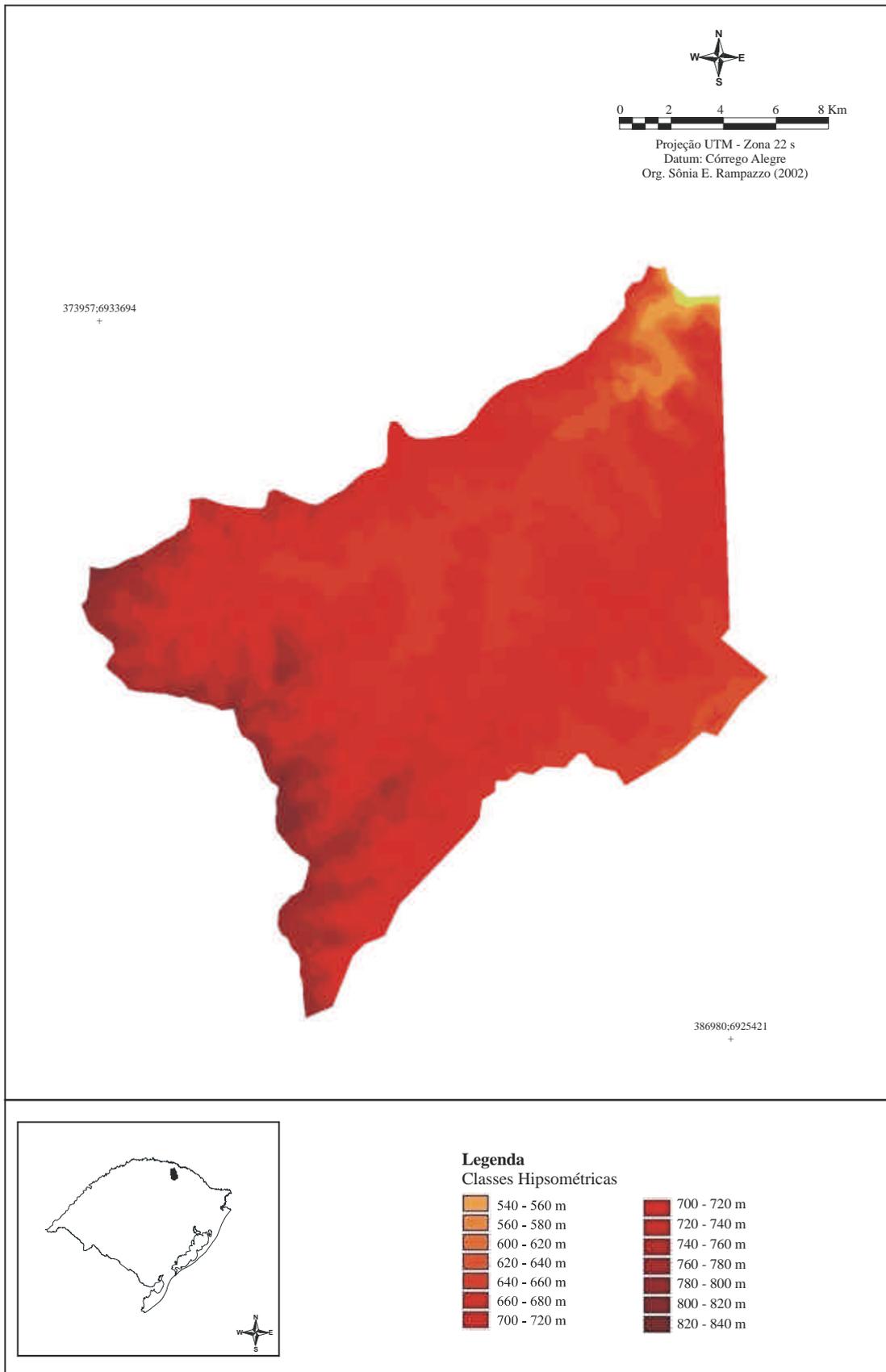


Figura 35: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Campo - Erechim (RS)

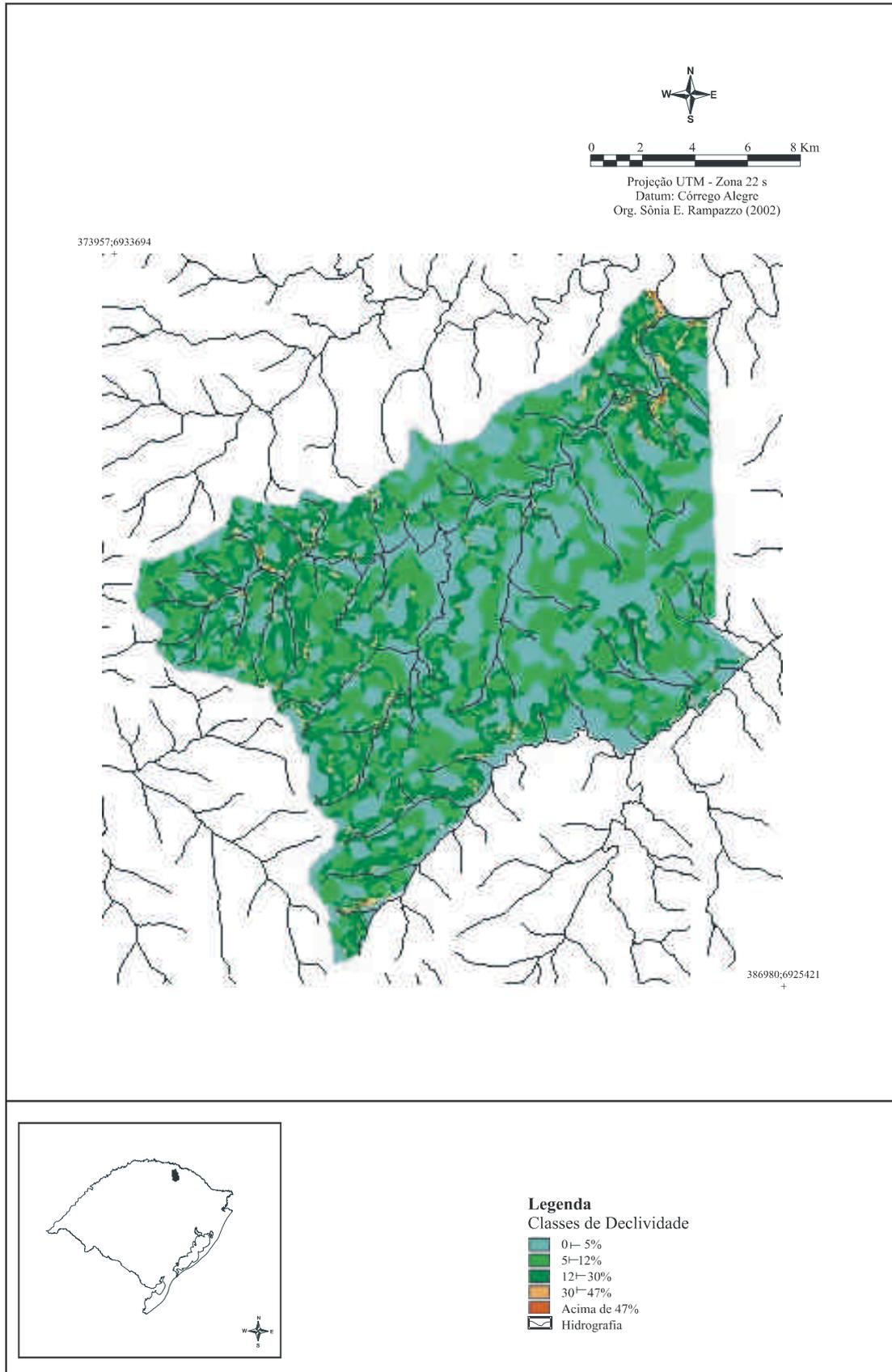


Figura 36: Carta clinográfica da Unidade de Análise Campo - Erechim (RS)



Foto 16: Sulcos de erosão na UA Campo  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

## E) CRAVO

Localiza-se na porção Sudoeste (Foto 17) com perímetro de 34,85 km<sup>2</sup> e área de 37,42 km<sup>2</sup>. Alimentada fluvialmente por dois corpos d'água contribuintes: lajeado Ventara (3<sup>a</sup> ordem) e rio Cravo (rio de 4<sup>a</sup> ordem já na fronteira com o município de Erebango, a Sudeste). A hipsometria varia de 680 a 820m, não apresentando topografia irregular (Figuras 37 e 38). Composta por solos do tipo Erechim e Estação, conforme Tabela 22.

**Tabela 22: Área e percentual dos tipos de solo na Unidade de Análise Cravo, Erechim (RS)**

Unidade de Análise	Tipos de Solo	Área (ha)	( % )
Cravo	Ec: Erechim Latosol Roxo Distrófico	2.037,21	4,79
	E: Estação Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico	1.705,09	4,00
	<b>Total</b>	<b>3.742,30</b>	<b>8,79</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Apresenta pequena variabilidade na sua composição hipsométrica (140 m – Figura 37) em relação às outras UAs, com pequena presença de áreas declivosas consideráveis, sendo praticamente similar na presença de fragmentos florestais e no uso da terra com a unidade Campo, cultivando, predominantemente, soja e milho em aproximadamente 80% da área total. Perdeu 78% e 71% de suas florestas e pastagens, respectivamente, apresentando, dentre UPs, a maior taxa de conversão de áreas naturais em usos antrópicos (75,44%). O fluxo da drenagem está direcionado para o lado Sudoeste do município, direção seguida pelas microbacias do lajeado Henrique e rio Dourado, respectivamente. Não está entalhada em nenhum vale muito profundo, uma vez que a amplitude da declividade é relativamente baixa (Figura 38).



Foto 17: Vista parcial da UA Cravo  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

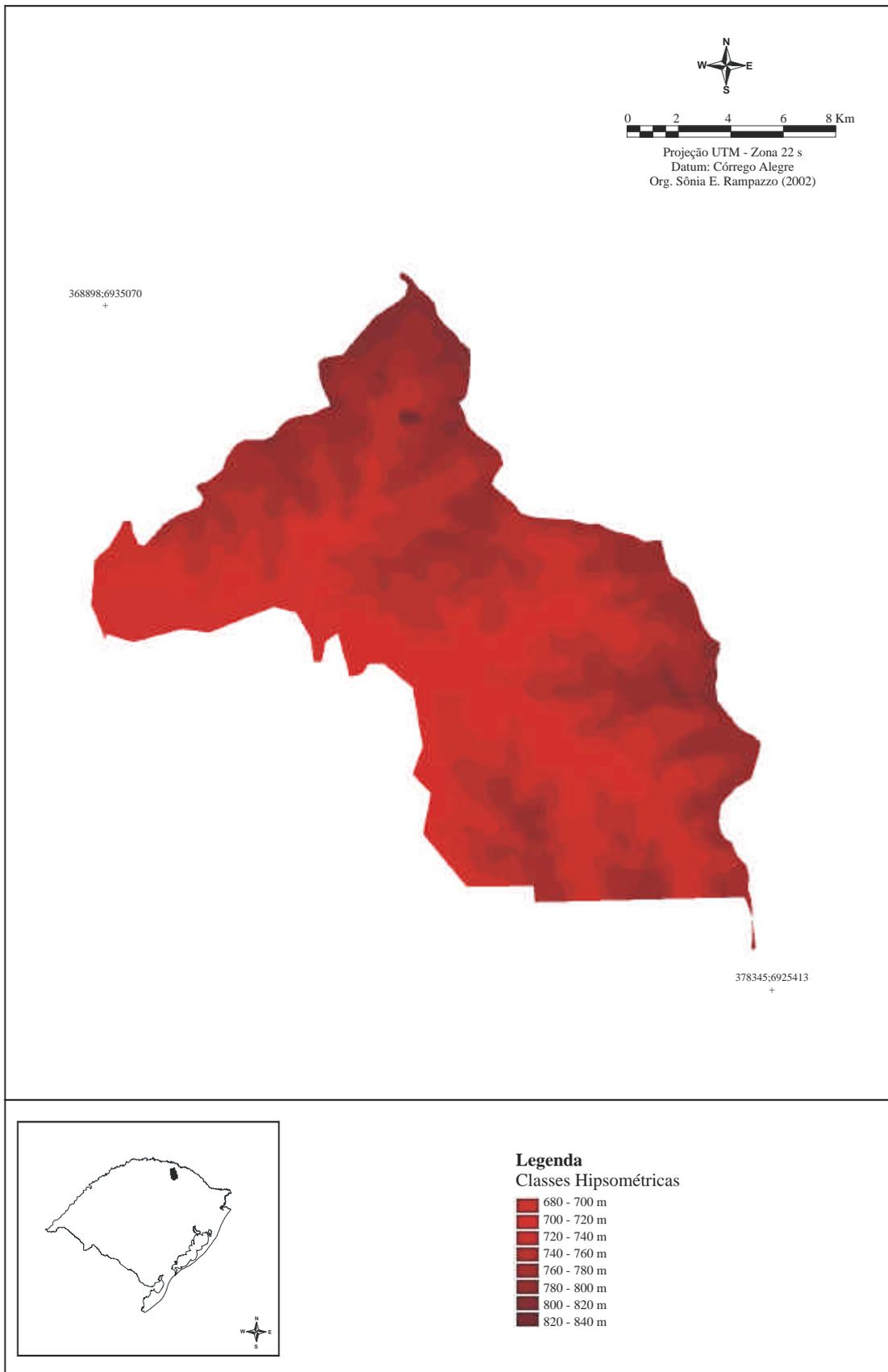


Figura 37: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Cravo - Erechim (RS)

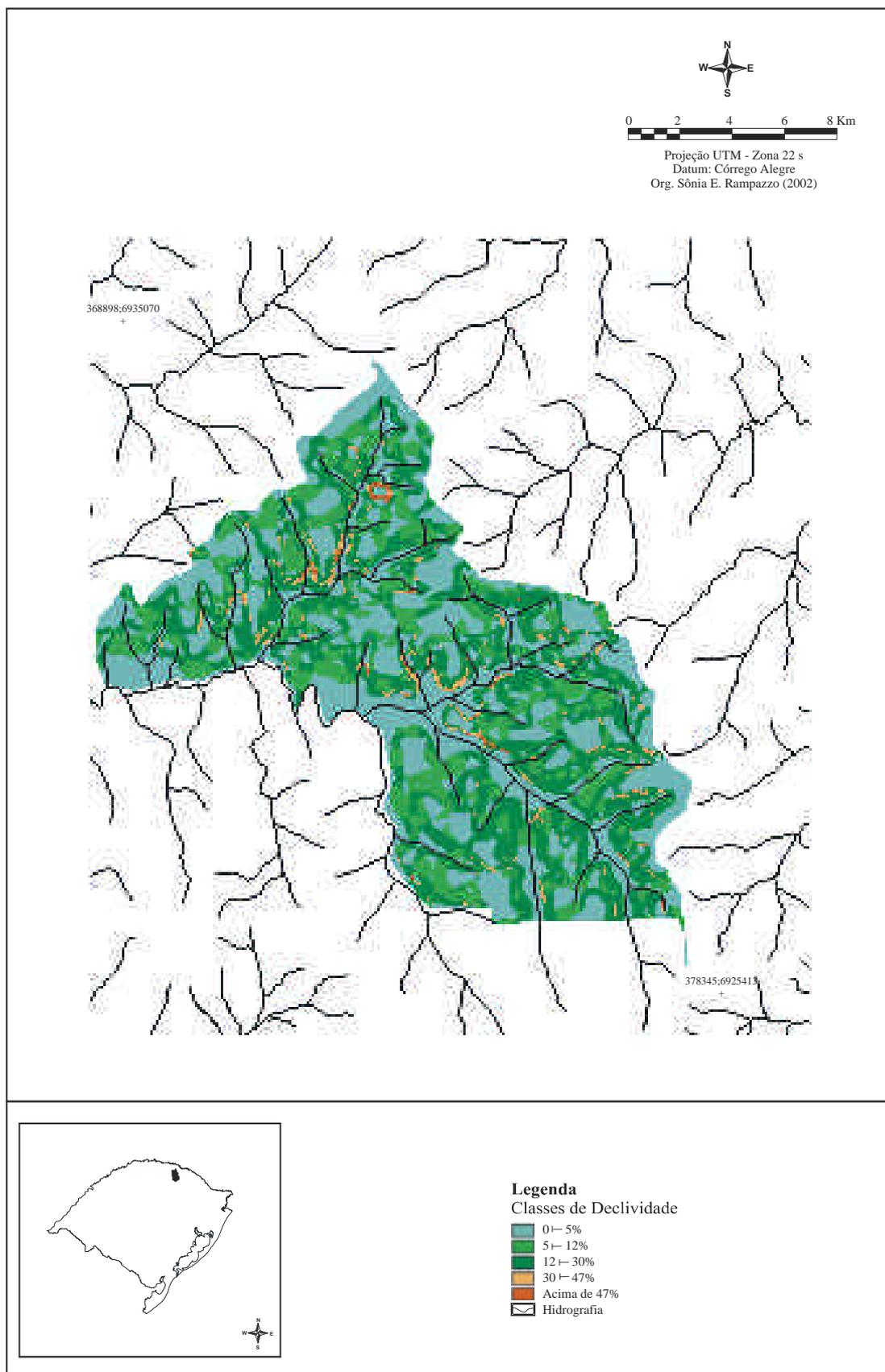


Figura 38: Carta clinográfica da Unidade de Análise Cravo - Erechim (RS)

## F) HENRIQUE

Está localizada na parte centro–oriental do município com perímetro de 38,94 km<sup>2</sup> e área de 34,51 km<sup>2</sup> (Foto 18). Observa-se a presença de cotas hipsométricas acima dos 680 metros, apresentando a menor variação altimétrica - amplitude (120 m) de todas as unidades da paisagem de Erechim (Figura 39). O Erechim Latosol Roxo Distrófico é o tipo de Solo encontrado nessa unidade de análise (Tabela 23).

**Tabela 23: Área e percentual dos tipos de solo na Unidades de Análise Henrique, Erechim (RS)**

Unidade de Análise	Tipos de Solo	Área (ha)	( % )
Henrique	Ec: Erechim Latosol Roxo Distrófico	3.451,31	8,10
	<b>Total</b>	<b>3.451,31</b>	<b>8,10</b>

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)



Foto 18: Vista parcial da UA Henrique  
Foto: RAMPAZZO, S.E. (2002)

No seu conjunto, esta microbacia mescla a conformação suave do relevo com áreas de declividade (Figura 40). No mosaico de sua compartimentação encontram-se áreas de matas com porções da prática agrícola tradicional comumente

presente nas demais unidades. Na sua parte Norte merecem destaque áreas declivosas com matas, enquanto que na parte mais ao Sul encontram-se áreas com prática de atividades agrícolas mecanizadas, totalizando 56,52%. A drenagem é composta pelas ramificações iniciais de pequenos riachos que deságuam no Lajeado Henrique (rio de 3ª ordem que dá nome à UA), não possuindo um denominador principal a esta drenagem. Mais de 60% da terra é utilizada para o cultivo de milho e trigo em solo exclusivamente do tipo Erechim.

Parte da sua área (339,90 ha) foi incorporada ao perímetro urbano, apresentando uma taxa de conversão de áreas naturais de 63,76%. Dos 2.036,57 hectares de florestas, restam 742,50 representando uma perda de 64%.

A tabela 24 e as Figuras 41 e 42 mostram os usos da terra nas diferentes Unidades de Análise (UAs) desde 1964 até 2000. Evidenciam o aumento das áreas agrícola e urbana sobre as florestas e pastagens naturais, ocorrido nesse período.

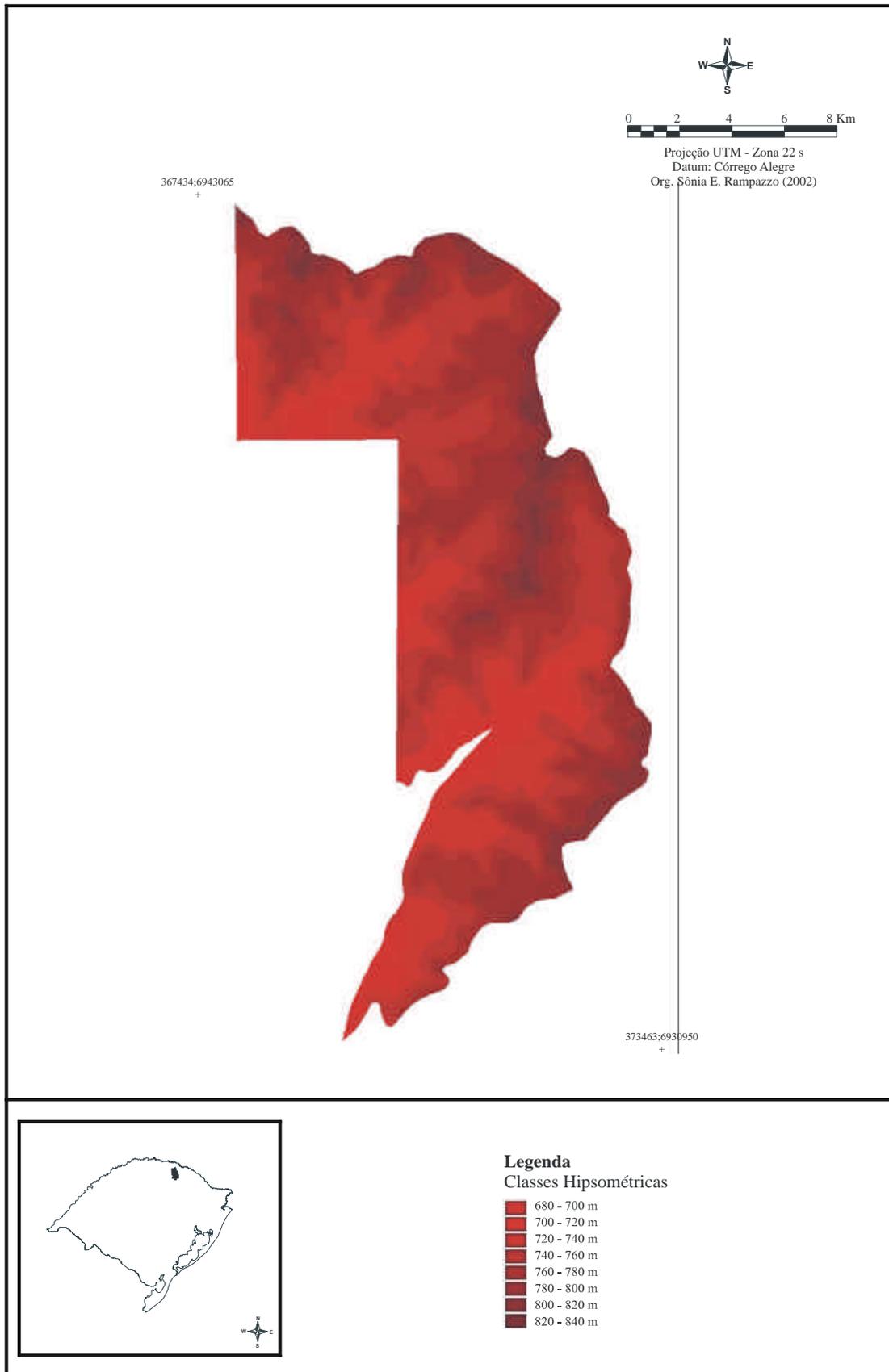


Figura 39: Carta hipsométrica da Unidade de Análise Henrique - Erechim (RS)

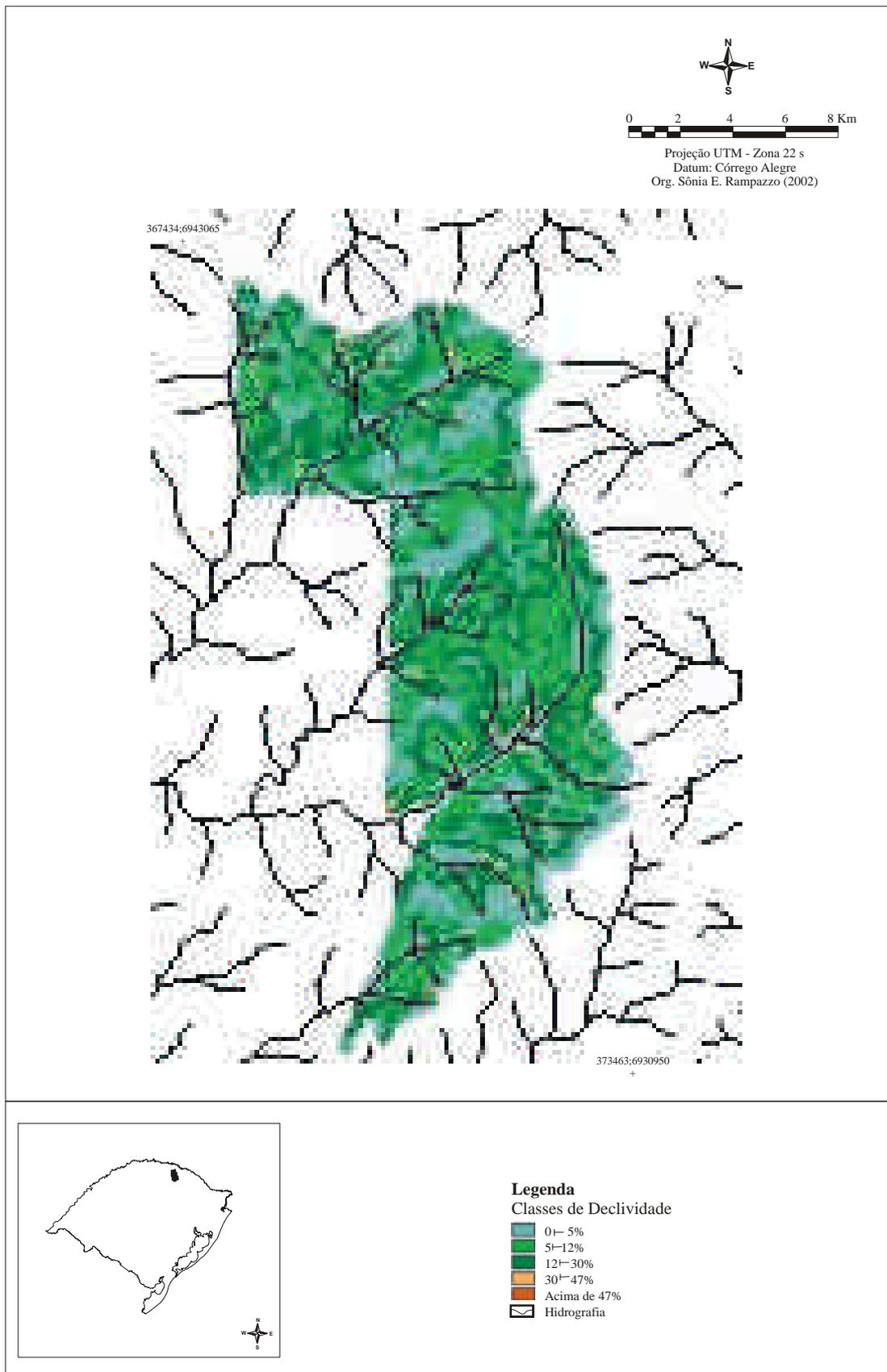


Figura 40: Carta clinográfica da Unidade de Análise Henrique - Erechim (RS)

**Tabela 24: Usos da Terra por Unidades de Análise no município de Erechim-RS em 1964 e 2000 (em hectares)**

Período	1964					2000				
	Florestas	Pastagem	Agrícola	Urbano		Florestas	Pastagem	Agrícola	Urbano	
UAs										
Dourado	9.170,69	4.101,37	1.353,12	213,85		4.893,97	3.685,37	5.719,50	497,73	
Suzana	1.800,10	1.076,82	547,12	3,60		678,06	619,36	1.762,44	334,70	
Tigre	3.490,92	3.145,62	1.003,75	1.426,98		1.305,14	1.051,24	4.232,90	2.378,71	
Campo	4.737,73	2.463,01	825,52	-		1.062,71	748,58	6.167,54	-	
Cravo	1.954,95	1.058,12	723,83	-		431,78	308,15	2.970,36	-	
Henrique	2.036,57	1.096,91	308,47	-		742,50	393,12	1.918,75	339,90	
Área de Estudo	3.190,96	12.491,85	4.761,81	1.644,43		9.114,16	6.805,12	22.771,49	3.551,07	

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

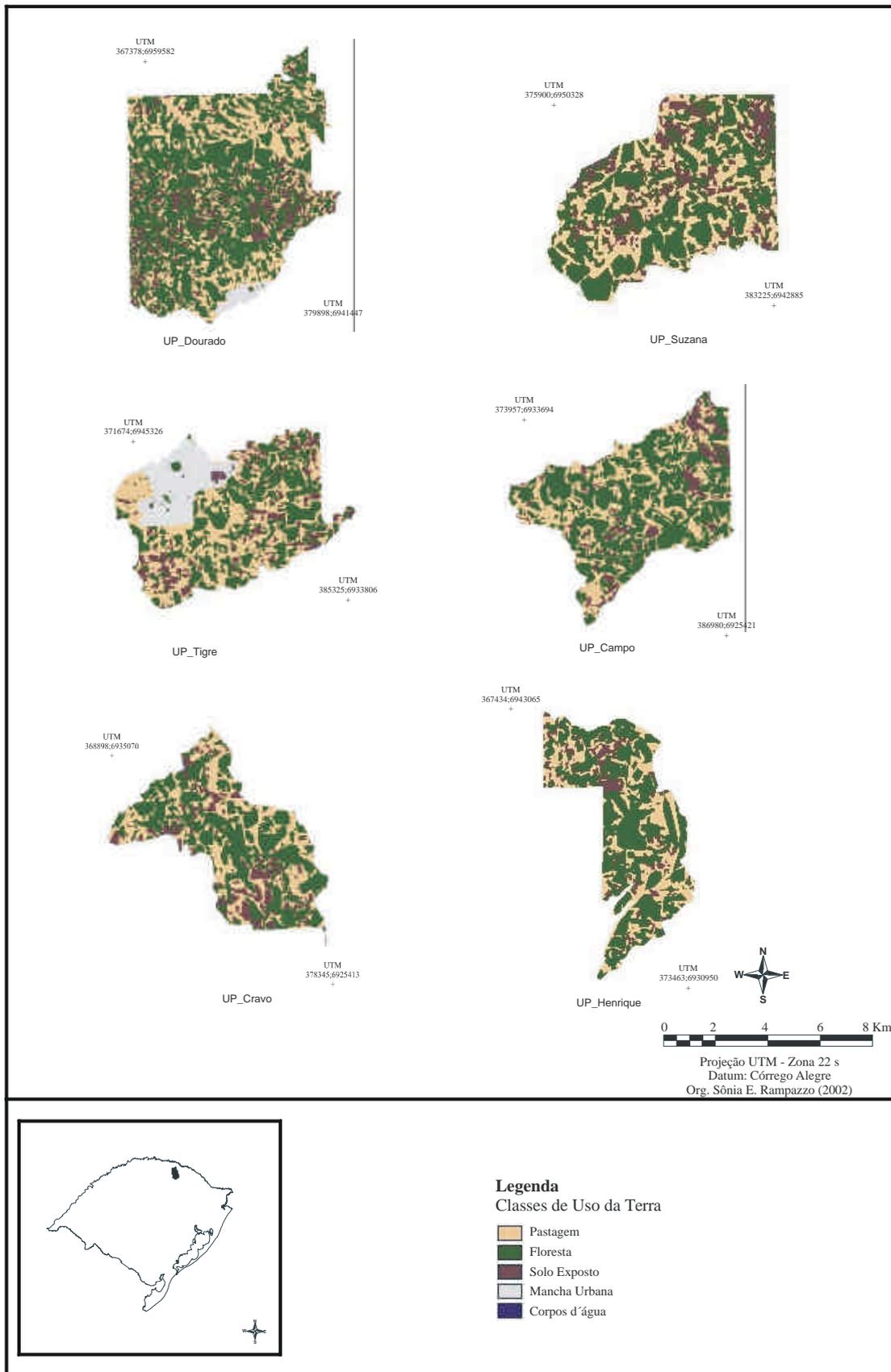


Figura 41: Usos da terra nas Unidades de Análise da paisagem de Erechim(RS) em 1964

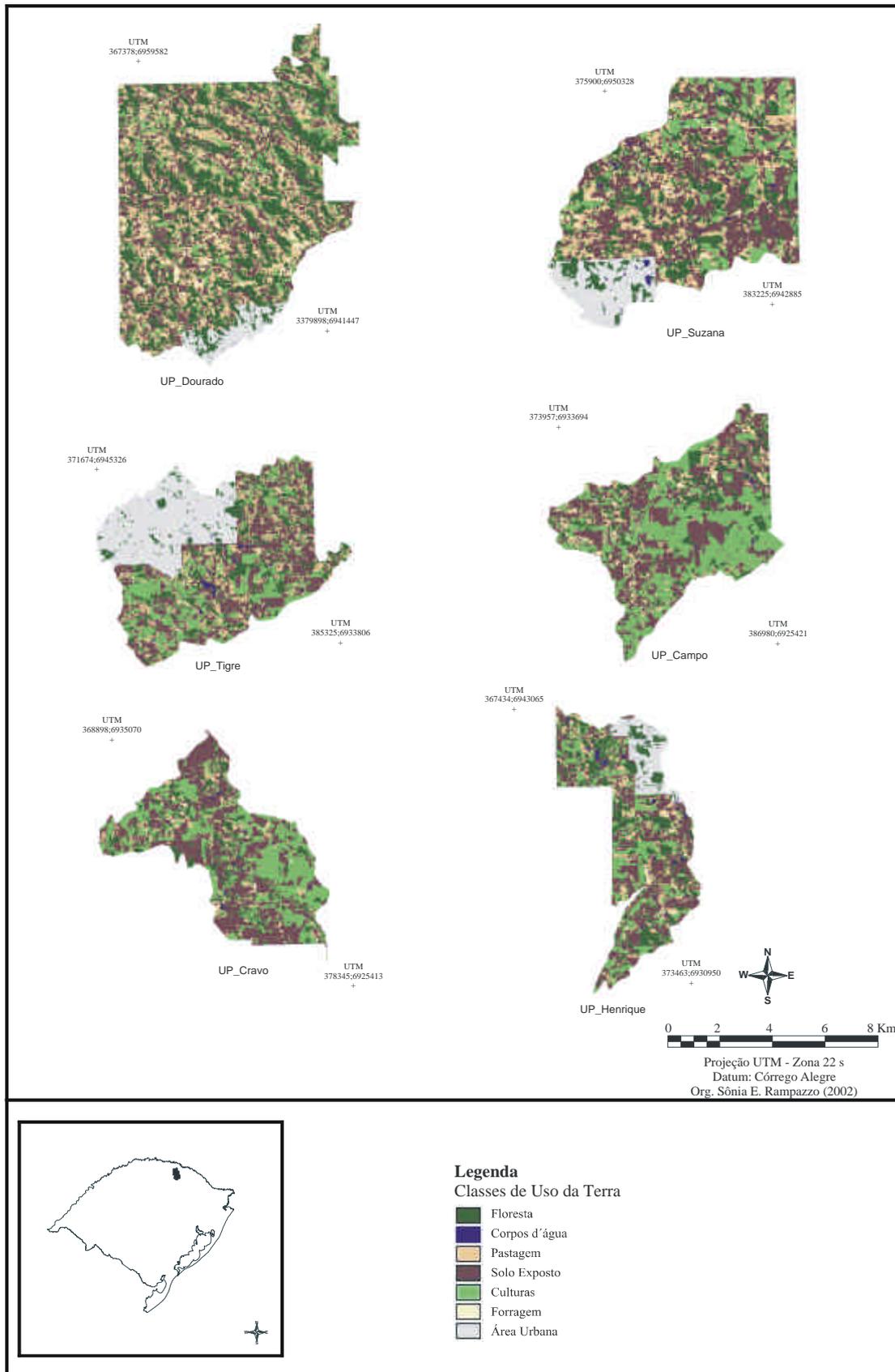


Figura 42: Usos da terra nas Unidades de Análise da paisagem de Erechim(RS) em 2000

A tabela 25 mostra a conversão de áreas de floresta e pastagem em usos antrópicos no período 1964-2000. Os números evidenciam (em hectares e percentuais) as UAs mais modificadas. Cravo, Campo e Tigre apresentam as maiores taxas de conversão (80,22; 77,46 e 74,02 respectivamente) e, conseqüentemente, um comprometimento ambiental maior ao longo do tempo. Por localizarem-se na porção de Erechim que apresenta relevo plano a ondulado, tiveram suas áreas de floresta e pastagem convertidas em áreas agrícolas e urbanas, conforme Tabela 24. São constituídas por propriedades de porte médio a grande que tem na agricultura mecanizada sua principal característica.

**Tabela 25: Conversão de Áreas Naturais<sup>22</sup> em usos antrópicos por Unidades de Análise (UAs)**

UAs	Área Natural em 1964 (ha)	Área Natural em 2000 (ha)	Conversão de Áreas Naturais (ha)	Conversão (%) 64-2000	Conversão total (%) (do início da colonização)
Dourado	13.272,06	8.579,34	4.692,72	35,36	42,40
Suzana	2.876,92	1.297,42	1.579,50	54,90	62,21
Tigre	6.636,54	2.356,38	4.280,16	64,49	74,02
Campo	7.200,74	1.811,29	5.389,45	74,84	77,46
Cravo	3.013,07	739,93	2.273,14	75,44	80,22
Henrique	3.133,48	1.135,62	1.997,86	63,76	67,09
Área de Estudo	36.132,81	15.919,98	20.212,83	55,94	62,65

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

Dourado é a UA com menor taxa de conversão (35,36%) devido ao relevo acidentado que dificultou(a) o acesso às áreas, constituída de pequenas propriedades rurais que tem na diversidade de culturas sua base econômica.

Os parâmetros gerados pelo fragstats (Tabela 26) evidenciam e detalham as UAs com gradiente maior de comprometimento ambiental ao longo de 36 anos, conseqüentemente, uma menor qualidade ambiental.

Desta forma, há indícios da forte alteração temporal na paisagem, a qual reflete uma diminuição na diversidade de habitats, decorrente da expansão da agricultura, uma progressiva perda de corredores de áreas naturais e semi-naturais (diminuição do GYRATE\_MN) e uma menor complexidade das formas das manchas (diminuição do SHAPE\_MN), decorrente da fusão de manchas de mesmo tipo ou pelo desaparecimento de algumas delas.

<sup>22</sup> As áreas naturais aqui consideradas referem-se às áreas de floresta e pastagem.

A relação entre o tempo (36 anos) e a densidade de manchas (PD) é direta. A alteração ao longo dos anos (foco de análise) expressa-se pelo aumento do número de fragmentos, o que não significa uma elevação da qualidade do habitat. Em todas as Uas observa-se significativo aumento de fragmentos florestais que, no mínimo, triplicaram em quantidade. Também o número de fragmentos em cada 100 hectares aumentou em todas as unidades de análise, mas especialmente nas UAs Henrique, Cravo e Campo na ordem de 16 vezes. Com exceção da UA Dourado; a distância média entre os fragmentos, no mínimo, duplicou.

Além disso, sendo a UA de maior área com terreno mais declivoso, apresenta uma quantidade bem maior de florestas. Levando-se em conta a influência do perímetro urbano, as unidades de análise da paisagem com um maior risco são, em ordem decrescente, a Tigre, a Dourado, a Suzana e a Henrique. Os fragmentos das demais UAs (Campo e Cravo) não são afetados pelo ecossistema urbano.

**Tabela 26: Parâmetros métricos para os fragmentos florestais por Unidade de Análise da Paisagem do município de Erechim (RS) nos anos de 1964 e 2000**

Ano	ID	CA	PLAND	NP	PD	LSI	LPI	GYRATE_MN	SHAPE_MN
2000	DOURADO	131,46	2,79	398	8,45	34,08	0,02	21,27	1,21
	DOURADO	4.574.750,00	97,2	230	4,88	34,08	11,05	171,84	1,93
	SUZANA	41.650,00	6,80	129	21,07	18,00	0,15	20,42	1,18
	SUZANA	570.460,00	93,19	98	16,01	18,00	5,69	100,04	1,61
	TIGRE	72.130,00	6,16	225	19,23	23,19	0,08	20,72	1,21
	TIGRE	1.097.780,00	93,83	184	15,72	23,19	6,56	97,13	1,56
	CAMPO	65.950,00	6,86	194	20,18	20,22	0,10	21,54	1,21
	CAMPO	895.140,00	93,13	119	12,38	20,22	16,19	111,26	1,59
	CRAVO	28.680,00	7,82	101	27,56	16,36	0,27	19,13	1,20
	CRAVO	337.670,00	92,17	89	24,29	16,36	5,12	84,74	1,53
	HENRIQUE	44.830,00	6,61	127	18,74	17,24	0,15	21,79	1,19
	HENRIQUE	632.620,00	93,38	99	14,61	17,24	8,82	96,76	1,57
	DOURADO	15,92	0,17	26	0,28	24,53	0,01	30,61	1,22
	DOURADO	9.152.410	99,83	104	1,13	24,53	61,97	185,57	1,76
1964	SUZANA	4,17	0,23	7	0,39	14,70	0,05	30,66	1,23
	SUZANA	1.796.290,00	99,77	62	3,44	14,70	27,52	183,06	1,76
	TIGRE	20.770,00	0,59	40	1,14	18,13	0,03	27,72	1,19
	TIGRE	3.470.850,00	99,40	128	3,66	18,13	32,32	154,43	1,63
	CAMPO	8.820,00	0,18	18	0,38	17,38	0,02	26,12	1,16
	CAMPO	4.729.860,00	99,81	77	1,62	17,38	75,36	168,84	1,69
	CRAVO	9,42	0,48	15	0,77	13,37	0,05	31,32	1,19
	CRAVO	1.945.920,00	99,52	46	2,35	13,37	32,24	196,24	1,77
	HENRIQUE	7,31	0,36	15	0,74	12,57	0,05	25,50	1,13
	HENRIQUE	2.029.670,00	99,64	34	1,67	12,57	68,72	186,35	1,78

Continua

Ano	ID	FRAC_MN	TCA	NDCA	DCAD	CORE_MN	CAI_MN	ENN_MN	COHESION
2000	DOURADO	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	236,13	0,84
	DOURADO	1,10	1.667,57	422	8,97	7,25	13,81	99,73	0,99
	SUZANA	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	199,80	0,85
	SUZANA	1,08	123.850,00	86	14,05	1,26	9,91	124,21	0,97
	TIGRE	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	236,87	0,84
	TIGRE	1,08	295.470,00	164	14,01	1,60	10,41	150,33	0,97
	CAMPO	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	237,92	0,85
	CAMPO	1,08	251.420,00	128	13,31	2,11	11,91	210,89	0,98
	CRAVO	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	245,43	0,83
	CRAVO	1,07	50.420,00	62	16,92	0,56	7,01	180,90	0,96
	HENRIQUE	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	202,09	0,85
	HENRIQUE	1,08	181.880,00	86	12,69	1,83	10,09	130,60	0,98
	DOURADO	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	973,24	0,88
	DOURADO	1,07	5.287.440,00	273	2,97	50,84	17,83	70,83	1,00
1964	SUZANA	1,05	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.289,67	0,88
	SUZANA	1,08	847.620,00	120	6,66	13,67	20,09	62,52	0,99
	TIGRE	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	556,19	0,87
	TIGRE	1,07	1.888.530,00	169	4,84	14,75	18,84	106,16	1,00
	CAMPO	1,03	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.274,67	0,87
	CAMPO	1,07	2.838.490,00	136	2,87	36,86	19,75	80,59	1,00
	CRAVO	1,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	689,38	0,88
	CRAVO	1,08	1.027.340,00	89	4,55	22,33	22,46	69,31	1,00
	HENRIQUE	1,03	0,00	0	0,00	0,00	0,00	714,26	0,87
	HENRIQUE	1,07	1.141.270,00	61	2,99	33,56	16,53	73,61	1,00

Org. RAMPAZZO, S.E. (2002)

#### 4.5 – Propostas de intervenção: zoneamento ambiental de Erechim (RS)

O impacto das sociedades no ambiente natural ocorre em diferentes escalas temporais e espaciais. Mudanças na paisagem, como a poluição industrial, o desmatamento e a conversão do habitat em terras agrícolas e industriais, ocorrem habitualmente em diferentes regiões de cada continente. Essas rápidas mudanças tem sido causadas por forças políticas e econômicas dirigidas por um grande crescimento na densidade da população humana<sup>6</sup>. Todas essas mudanças antropogênicas impactam a biodiversidade instantaneamente, tendo também efeitos residuais por muitos anos (DOBSON et al., 1997). Os referidos autores condideram: “a conversão de habitats naturais em paisagens agrícolas e industriais, e por fim em terra degradada, é o maior impacto humano no ambiente natural, ocasionando uma grande ameaça à biodiversidade” (p. 518).

A expansão das terras agrícolas é mundialmente reconhecida como uma das mais significantes alterações humanas no ambiente global. A área total de terras cultivadas no mundo cresceu 466% de 1700 a 1980. (MEYER & TUMER *apud* MATSON *et al.* (1997) Tem surgido, deste modo, uma preocupação sobre as conseqüências ambientais e da sustentabilidade a longo prazo da intensificação dos sistemas agrícolas (MATSON *et al.*, 1997), industriais e urbanos.

Os processos pelos quais a conversão de ambientes naturais em agrícolas ocorreu, decorrentes das interações entre cultura e ambiente, influenciam a extensão e o padrão espacial das mudanças na paisagem, e também, a dinâmica e a viabilidade de populações silvestres. Relacionando esses processos implícitos a padrões de mudança da paisagem, a ecologia de paisagem e a biologia da conservação podem fazer significantes contribuições para a ciência e a política (BLACK *et al.*, 1998).

Desta forma, o entendimento das mudanças da paisagem fornece informações críticas para decisões políticas de uso da terra, na busca da identificação de áreas para conservação, áreas para a restauração e áreas de conflitos. O manejo correto dessas áreas pode ser atingido através de regulamentações de zoneamento, baseado num processo de planejamento de uso da terra.

---

<sup>23</sup> Segundo MATSON *et al.* (1997), a intensificação e o crescimento de terras cultiváveis tem sido evidenciado tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento.

Tais regulamentações devem limitar construções próximas a rios e áreas úmidas, regular a densidade de casas em tipos-chave de habitats ou estabelecer regras pelas quais desenvolvimento e proteção sigam objetivando uma relação sociedade-natureza mais harmônica, ou melhor, menos crítica. Isso pode ocorrer através da proteção voluntária ou por benefícios advindos de impostos. A idéia é desenvolver programas de melhoria do estado do habitat, através da informação e conscientização dos proprietários de terras da importância dos recursos naturais, tanto econômica quanto social e ecológica.

Áreas em condições predominantemente natural são prioridade para conservação e proteção. Áreas que estão altamente modificadas e dentro de áreas de expansão também começam a ser objetivo para restauração ou desenvolvimento adequado dependendo da sua localização. Alta erosão ou áreas planas que sofrem periodicamente alagamento na agricultura podem ser selecionadas para a conservação de solos ou direcionadas para restauração das terras planas alagáveis.

O território de Erechim, como centro regional do Norte do Estado do RS, aumenta sua população a cada ano sendo alvo de diferentes interesses comerciais e industriais. O avanço sobre a área e a intensificação de alguns usos da terra têm aumentado os riscos quanto à degradação ambiental e à dilapidação do patrimônio natural. Visando contribuir com um processo de desenvolvimento que contemple o equilíbrio ecológico compatibilizando as esferas econômica, social e ambiental, está sendo proposto um zoneamento ambiental.

Foram estabelecidas as seguintes zonas: zona urbana (áreas 1 e 2); zona de expansão urbana; zona de produção agrícola; zona agroflorestal/ conservação (áreas 1 e 2); zona de proteção hídrica. Enfatiza-se, no entanto, que a proposta de zoneamento para o território de estudo constitui-se como de caráter preliminar, uma vez que a intenção é, inicialmente, provocar discussões e a participação da comunidade local para que se torne um instrumento de planejamento legal, fornecendo subsídios técnico-científicos para a elaboração da política ambiental e de desenvolvimento municipal.

Entre as diretrizes gerais definidas para orientar o gerenciamento e desenvolvimento do território municipal, destaca-se:

- a) definir um sistema de gerenciamento ambiental coordenado pela prefeitura municipal e suas secretarias visando acompanhar e controlar as atividades antrópicas realizadas no âmbito municipal, recuperar passivos ambientais e monitorar o uso dos recursos naturais;
- b) implementar o novo Plano Diretor municipal e criar um Programa de Desenvolvimento e Conservação do Ambiente Urbano e Rural;
- c) desenvolver e implementar um Programa de Recuperação de APPs;
- d) promover o desenvolvimento de atividades ecologicamente amigáveis, incluindo o turismo rural e ecológico no município;
- e) criar Políticas de Conservação e Educação Ambiental , visando a sensibilização, o envolvimento da sociedade e o aumento da conscientização popular na perspectiva de levar o cidadão a compreender a relação de causa/efeito de cada problema do município, com participação efetiva no processo de gestão pública;
- f) implementar o controle preventivo e corretivo das atividades potencialmente poluidoras e degradadoras do ambiente;
- g) restringir a ocupação indiscriminada dos vales e várzeas.

#### **4.5.1 – Zonas de intervenção propostas**

Na Figura 43 visualiza-se as zonas de intervenção ambiental propostas para o município de Erechim.

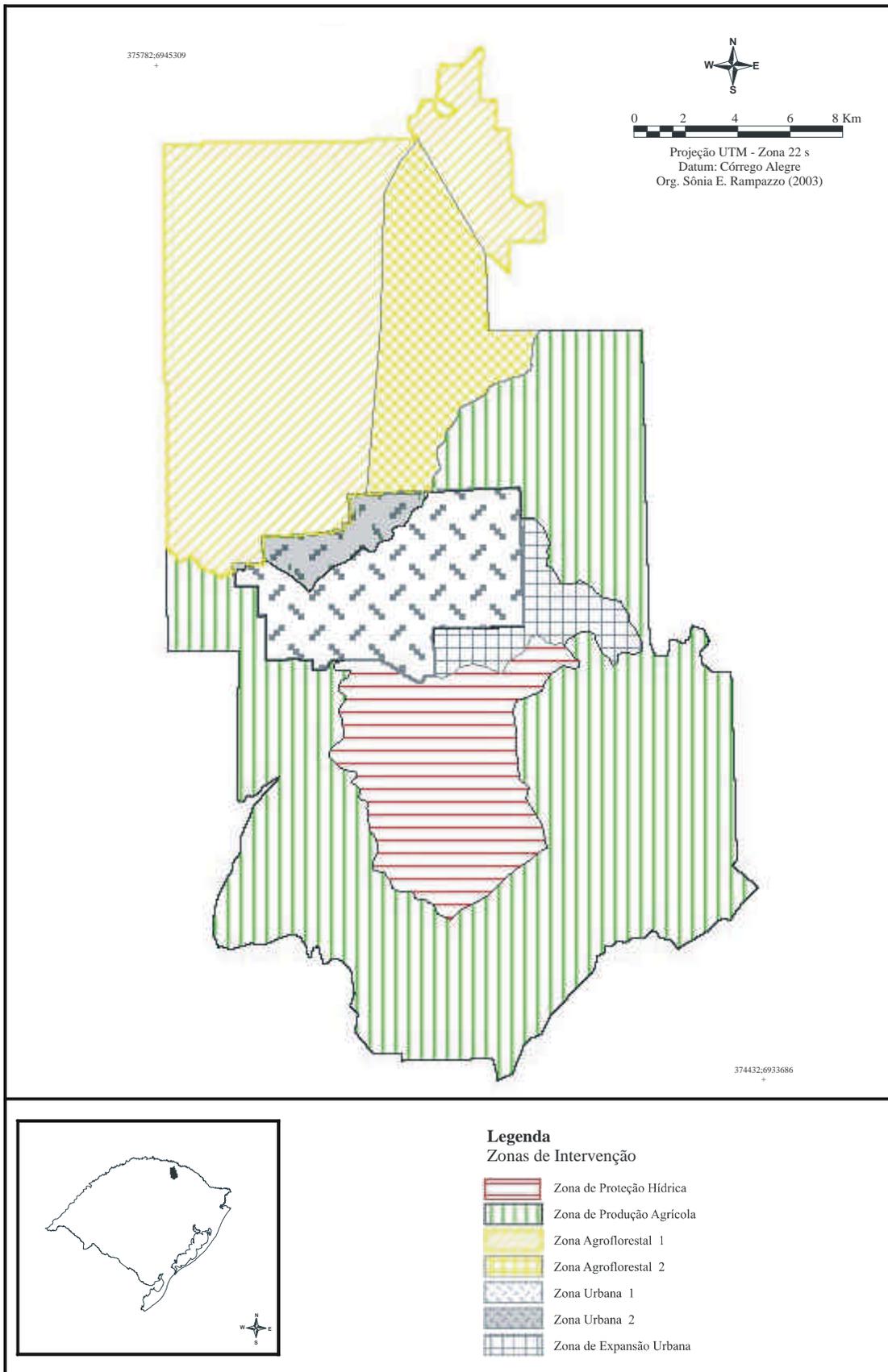


Figura 43: Proposta de zoneamento ambiental para o município de Erechim (RS)

## **A) Zona Urbana**

Localizada no centro do território totaliza uma área 41,95 km<sup>2</sup>, com perímetro de 31,36 km. Dentro desta, diferencia-se uma área totalizando 12,24 km<sup>2</sup> e perímetro 23,95 km, localizada em sua porção Noroeste (UA Dourado), por apresentar uma área com acentuado declive e diversas nascentes do rio Dourado.

Apresenta diversos fragmentos florestais de tamanhos significativos entremeados por fragmentos menores localizados próximos aos córregos. Apresentam uma certa conectividade, com possibilidade de se estabelecer corredores ecológicos. No entanto, diversas áreas ribeirinhas e/ou com declive acima de 47% não apresentam cobertura florestal, tendo outros usos.

Como diretrizes específicas para esta zona estão:

- a) realizar estudos técnicos para determinar áreas com potencial para permitir o adensamento urbano por meio de verticalização das edificações;
- b) realizar estudos técnicos para a localização de águas subterrâneas para atender a demanda futura de poços artesianos de abastecimento e adquirir áreas-chave;
- c) elaborar e implementar programas de: i. redução do uso de recursos naturais e de desperdícios dos mesmos; ii. ampliação e conservação de áreas verdes públicas e áreas de preservação permanente;
- d) revisar o modelo de ocupação e usos do solo urbano, especialmente no que diz respeito ao seu fracionamento em áreas de declividade superior a 30%.

## **B) Zona de Expansão Urbana**

Esta zona foi criada com o objetivo de direcionar o crescimento da cidade, quando necessário, às áreas que apresentam condições físicas mais favoráveis à expansão urbana considerando a análise das circunstâncias ambientais, na perspectiva de evitar impactos ambientais e manter a qualidade ambiental de qualidade de vida urbana.

Compreendendo uma área de 11,46 km<sup>2</sup> e perímetro de 17,44, localiza-se na direção Leste-Sudeste-Sul do território dentro da UA Tigre englobando as

nascentes do rio Poço (afluente do rio Campo) e tributários do rio Poço e do arroio Tigre. Corresponde a 2,7% do território.

Esta área vai ao encontro do que foi proposto por ZANIN (2002) a qual sinaliza para, primeiro, a ocupação dos vazios urbanos.

Inserem-se sobre solos latossolos roxos distróficos (Ec: Erechim) e litólicos eutróficos (Ch: Charrua) com declividades, em sua maior parte, entre 0 e 47% e alguns pontos acima disto. A mata ciliar praticamente inexistente, apresentando alguns fragmentos florestais pequenos e esparsos. Nas demais direções existem limitações à expansão de topografia (região Norte), presença de mananciais hídricos de abastecimento público ao Sul e, ao Oeste, proximidade com o limite municipal da cidade de Barão de Cotegipe.

Em relação às áreas de entorno imediato da sede municipal de Erechim, esta zona possui características ambientais que a definem como a mais indicada para a expansão urbana e deverá ser planejada especialmente para tal fim. Entre as diretrizes específicas a serem consideradas estão:

- a) estudos técnicos do substrato geológico visando avaliar áreas com potencial para edificação verticalizada;
- b) estudos técnicos para definir a configuração do sistema viário e de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- c) restrição à ocupação indiscriminada dos vales e várzeas;
- d) implantação de sistemas de monitoramento ambiental de áreas urbanas para subsidiar a gestão da qualidade ambiental.

### **C) Zona de Proteção Hídrica**

Esta zona foi criada em função de abrigar diversos cursos d'água, os quais abastecem o reservatório da companhia de saneamento. Apresenta um série de problemas com degradação, tais como: ocupação de APPs, ausência de mata ciliar, poluição e contaminação por agrotóxicos, represamento.

A preocupação com a degradação dos recursos hídricos de Erechim (RS) e com as demandas quanti-qualitativas, levou a elaboração de uma proposta de

investigação que tem como objetivo principal a elaboração de um plano de manejo para as microbacias hidrográficas do município, através do estudo e avaliação dos aspectos biofísicos e ecológicos, bem como dos valores paisagísticos, culturais e sociais associados aos sistemas fluviais, estruturando as informações numa base de dados georreferenciada, a ser utilizada como instrumento de apoio à gestão de bacias hidrográficas de Erechim e tomada de decisão no ordenamento do território, além da monitorização dos impactos das interferências humanas sobre o sistema.

Com vista à abordagem dos problemas ambientais dos sistemas ribeirinhos e à proposta de indicadores e medidas agro-ambientais, foram eleitas, num primeiro momento, as microbacias hidrográficas Tigre e Campo, sobretudo por constituírem-se em fontes de captação para o reservatório da Companhia de Saneamento (CORSAN) que abastece o município e pela representatividade destas em relação aos problemas de conservação de corredores lóticos. Seu estudo torna-se especialmente relevante e prioritário uma vez que, Erechim, vem enfrentando sérios problemas com armazenamento/disponibilidade de água e com a poluição exacerbada dos rios que a abastecem.

Está localizada em área adjacente a zona urbana, na direção Sul do território, dentro das UAs Tigre e Campo. Caracteriza-se por apresentar as nascentes dos rios Leãozinho, Ligeirinho, Tigre e Campo, os quais fornecem água para o abastecimento público de Erechim, englobando assim, a barragem de captação da CORSAN. Compreende uma área total de 43,62 km<sup>2</sup>, com perímetro de 33,92 km, correspondendo a 10,24% do território. Constitui-se de relevo plano a levemente ondulado com alguns pontos apresentando declives acima de 30%, em latossolos Erechim (Ec) e Charrua (Ch).

Os fragmentos florestais, com algumas exceções, são em sua maior parte, de médios a pequenos, esparsos e sem conexão, localizados entre as áreas de cultivo agrícola, praticamente nos lugares mais planos (declives até 30%). Tanto as margens ao longo da drenagem como as áreas com declive acentuado estão sendo utilizados com agricultura.

Como diretrizes especiais para esta zona estão:

- a) definir estratégias para impedir o adensamento da população;

- b) definir medidas legais para não permitir o desmembramento de lotes rurais inferiores a 5 ha (sítios);
- c) definir medidas legais e de incentivos econômicos para incentivar fortemente sistemas agroflorestais e não incentivar a pecuária;
- d) elaborar e implementar um programa de recuperação e proteção das bacias hidrográficas de captação de água.

#### **D) Zona de Produção Agrícola**

Compreende a região mais plana do município (43,91% do total da área de estudo), com declives que vão de 0 a 30% com alguns pontos esparsos acima deste limite, distribuídos principalmente na porção norte, junto à drenagem do rio Campo. Constitui-se de latossolos Erechim (em sua maior parte), litólicos Charrua, lateríticos Estação e pequena área (fronteira com o município de Gaurama) da associação Ciríaco Charrua. Localiza-se, principalmente na porção Sul do município, apresenta áreas nas direções nordeste, sudeste e sudoeste. Com um perímetro de 146,52 km, totaliza uma área de 187 km<sup>2</sup>, praticamente de diferentes cultivos agrícolas, apresentando diversos fragmentos florestais pequenos e esparsos, em sua maioria sem conectividade, localizados em áreas planas. Adequada para culturas de inverno e verão sem restrição de uso conforme o calendário agrícola.

Abrange as UAs Suzana (90%), Tigre (25%), Campo (20%), Cravo (área total) e Henrique (20%). Com raras exceções, as áreas ao longo da drenagem e em declives acima de 30% não apresentam floresta.

Entre as diretrizes específicas destinadas a orientar as atividades humanas nesta zona estão:

- a) definir instrumentos financeiros para incentivar a produção agrícola, especialmente nesta área;
- b) elaborar e implementar um programa de assistência técnica agrícola e ambiental para produtores rurais visando o manejo conservativo do solo e da água;
- c) elaborar e implementar um programa para evitar a ocupação de áreas de preservação permanente e recuperar as já ocupadas.

## **E) Zona Agroflorestal**

Esta zona apresenta irregularidades na topografia, afloramentos rochosos e pedregulhos soltos. Foi criada com o objetivo de estimular a implantação de sistemas agro-silvo-pastoris, especialmente os de preservação da biodiversidade.

Compreendendo uma área de 141,83 km<sup>2</sup> e perímetro de 68,64 km (33,3% do território municipal), localiza-se na porção Norte do município, integrando a UA Dourado, a qual apresenta um declive acentuado. Caracteriza-se pela agricultura familiar, utilizando-se de solos Erechim, Charrua e a composição Ciríaco Charrua. Dentro dessa, mesmo apresentando características biofísicas semelhantes, diferencia-se uma área que compreende as linhas Fassícolo, Rio Verde (parte), Sete de Setembro e Barra Fria, uma vez que se caracteriza como uma área de produtores rurais de nível sócio-econômico baixo. Localizada na margem direita da RS 420, sentido Erechim-Aratiba, totaliza 34,52 km<sup>2</sup> e 31,90 km de perímetro. Drenada pelos tributários da margem direita do rio Dourado (mesmo sentido anterior), lajeados Jaguretê e Vaca Morta e rio Verde. Constitui-se de solos Charrua (50%), Erechim (20%) e Ciríaco Charrua (30%).

Mesmo apresentando os maiores fragmentos florestais do território, entremeados por diversos fragmentos de tamanho pequeno e médio, a maior parte dos solos desta zona com declives acima de 30% e aqueles próximos às margens dos rios não apresentam florestas. São utilizados com atividades agrícolas e de pecuária (gado de leite)

As atividades humanas nesta zona deverão ser guiadas pelas seguintes diretrizes específicas:

- a) definir instrumentos financeiros para incentivar a produção sustentável de produtos madeireiros e não madeireiros (frutas, resinas, fibras);
- b) elaborar e implementar um programa de assistência técnica florestal e ambiental para produtores rurais visando o manejo conservativo do solo e da água;
- c) auxiliar na implantação de cooperativas de agricultores visando a troca de tecnologias, comercialização de produtos, etc. ...

## V CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela confrontação de todos os mapas, foi possível detectar uma série de irregularidades na utilização das terras das diferentes microbacias (Unidades de Análise – UAs) e/ou zonas de intervenção ao longo do período analisado. Pressões causadas pela necessidade de desenvolvimento, particularmente a urbanização, vêm comprometendo a qualidade ambiental dessas unidades da paisagem, ameaçando seu patrimônio natural, cultural e histórico.

A evolução do uso e ocupação da terra na área de estudo limitou a vegetação natural original a apenas alguns maciços remanescentes. Há uma abundância de recurso hídrico superficial, porém, em sua maior parte, a qualidade se encontra comprometida por carga poluidora de origem industrial e urbana. Longos trechos dos principais rios encontram-se bastante degradados. Portanto, a restauração de zonas ripárias degradadas deve ser encarada como uma determinação legal e não como uma atividade facultativa.

Loteamentos irregulares em áreas de fragilidade ambiental, cultivos agrícolas intensivos em áreas inadequadas, desmatamentos e queima de áreas para agricultura e pecuária, deposição de resíduos, mineração, invasão e conseqüente ocupação inadequada de áreas de preservação, invasões de áreas verdes e falta de proteção aos mananciais de abastecimento público, são apenas alguns exemplos de atividades impactantes observadas, em Erechim.

A implantação de vários empreendimentos nessas áreas sem a observação das normas de uso e ocupação ou de princípios básicos de conservação

do solo vem comprometendo ainda mais a qualidade ambiental e reforçando a necessidade de novos e eficientes mecanismos de proteção, regulamentação e controle.

Baseando-se nesses aspectos, foi possível identificar paisagens distintas na área de estudo que serviram de referência para a proposta de zoneamento ambiental, considerando as potencialidades e fragilidades do meio físico, os modos e padrões atuais de uso e ocupação da terra e a legislação existente. Para essas zonas de intervenção foram estabelecidas diretrizes específicas a serem consideradas tendo em vista a utilização dos recursos naturais com o menor grau de impacto ambiental possível.

Resultados destas análises são hipóteses que podem ser testadas em futuros projetos de pesquisa interativos, multiescalares e sócio-ecológicos. Estudos como estes ajudam a identificar funções críticas dos ecossistemas, protegendo áreas naturais-chave e desenvolvendo prioridades de restauração, enquanto minimizam os impactos já estabelecidos na perspectiva de redirecionar o processo de desenvolvimento local, baseando-se na combinação de informações sociais e do conhecimento ecológico.

A possibilidade de antever situações críticas e demandas futuras, pela análise do meio físico, deve ser vista como uma alternativa a mais nos processos de planificação e busca de mecanismos que visem a sustentabilidade dos sistemas ambientais. A utilização de SIGs foi fundamental na coleta e integração dos dados minimizando as dificuldades de manuseio e tempo consumido nas análises.

Os mapas aqui apresentados também podem servir para identificação de áreas prioritárias de restauração. Esta pode ser realizada em etapas, iniciando-se com as mais degradadas, no sentido de atender às necessidades do homem, grantindo a perpetuação de valores hidrológicos (quali-quantitativos), ecológicos (biodiversidade) e estéticos da paisagem.

Portanto, é fundamental introduzir a variável ambiental no planejamento e na execução da política de desenvolvimento do município de Erechim mediante a instituição legal do Sistema Municipal do Meio Ambiente, onde poderão ser estabelecidas prioridades na legislação ambiental municipal, compatibilizando-se um Código Ambiental com as demais leis municipais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'SABER, A.N. (Orgs.) Bases Conceptuais e papel do conhecimento na previsão de Impactos. In: MÜLLER-PLANTENBERG, C. & **Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998. p.27-49.

ALMEIDA, J.R. de *et al.* (Coord.) **Planejamento Ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma Necessidade. Um desafio**. Rio de Janeiro: Thex Editora – Biblioteca Estácio de Sá, 1993. 154 p.

ANDERSON, P.S. & VERSTAPEN, H.Th. Aspectos Básicos da Fotointerpretação. In: ANDERSON, P.S. **Fundamentos para Fotointerpretação: teoria e método**. v. 1. Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982. Cap. 4

BELINAZZI Jr. *et al.* **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

BERGOLI, J.C. Barragem da CORSAN: estrutura e capacidade. Técnico da CORSAN/Erechim (RS). Entrevista concedida em 24/07/2001, na URI – Campus de Erechim.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. São Paulo, **Cadernos de Ciências da Terra**, IGEOG/USP, n.13, p. 1-27, 1971.

BLACK, A.E. *et al.* Land use history at multiple scales: implications for conservation planning. **Landscape and Urban Planning**. 43 (1998), p. 49-63.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. Brasília: MMA/SDS, 2001. 110 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: ZEE Baixo Rio Parnaíba**. Brasília: MMA/SDS, 2001. 6 p.

\_\_\_\_\_. 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.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. IBDF. **Inventário Florestal Nacional - Florestas Nativas do Rio Grande do Sul**. Brasília: 1982.

\_\_\_\_\_. IBGE. Divisão de Pesquisa. Setor Documentação e Disseminação de Informações. **Divisão Territorial do Rio Grande do Sul**. s/l, 1997.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Mapa**. Escala 1:750.000. Projeção Sistema UTM. 1970.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Dados do Censo Demográfico 2000**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 20/12/2002.

BRITO, F.A. & CÂMARA, J.B.D. **Democratização e Gestão Ambiental: em busca do desenvolvimento sustentável**. Petrópolis: Vozes, 1999. p. 13-59.

BUTZKE, A. Estudo Fitossociológico da Vegetação do Alto Uruguai: seleção das espécies arbóreas para o reflorestamento dos municípios da região. **CAESURA**, Canoas (11): 115-127, jul/dez., 1997.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. 20. ed. Trad.  lvvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1999.

CARVALHO, M. de. **O Que   Natureza**. São Paulo: Brasiliense, 1999. 87 p.

CASSOL, E. & PIRAN, N. Forma o Geo-História de Erechim. **Perspectiva**, Erechim (1): 5-53, set., 1975.

CETESB - Cia. de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Modelo matemático para cálculo do  ndice de Qualidade de  gua (IQA). **Relatório Técnico R.176**. São Paulo: CETESB, 1979.

CHIAPARINI, E.J. **Erechim: 81 anos de história**. Erechim-RS, 1999. Apostila não publicada.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. Rev. e Ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 236 p.

Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. ELETROSUL. **Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai - Estudo de Inventário Hidroenergético**. Out. 1979.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

CREDENOR. Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Norte. **Plano Estratégico de Desenvolvimento das Regiões Norte e Nordeste do Rio Grande do Sul**. Erechim: abr., 1998.

CUSTÓDIO, H.B. Aspectos Constitucionais e Legais da Paisagem. **Boletim de Direito Ambiental**. Ano V, n. 11, nov. 1989. p. 531-546.

DAL MOLIN, C. **Incentivos Agrícolas em Erechim-RS**. Assistente Técnico para a área agrícola do Banco do Brasil – agência de Erechim. Entrevista concedida em 12/09/2002 na agência do Banco do Brasil de Erechim-RS.

DEFFONTAINES, I. P. Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole. **Economie Rurale**, n. 98, p. 3-13, 1973.

De BIASI, M. A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, p. 45-61, 1992.

DELAZERI, J. (Editor). **Erechim: no coração do MERCOSUL**. Erechim-RS: Edelbra, 2000.

\_\_\_\_\_. **Álbum Fotográfico da História de Erechim**. Erechim-RS: Edelbra, 2000.

DOBSON, A.P. *et al.* Hopes for the Future: Restoration Ecology and Conservation Biology. **Science**. Vol. 277, p. 515-522, 25 July 1997.

EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows: exercícios tutoriais**. Versão 2. Heinrich Hasenack e Eliseu Weber - Editores da versão em Português. Porto Alegre-RS: UFRGS, Centro de Recursos Idrisi, 1998.

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

FRANKLIN, J. F. Diversidade Estrutural e Funcional em Florestas Temperadas. In: WILSON, E.O. (Org.). **Biodiversidade**. Trad. Marcos Santos, Ricardo Silveira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 212-223.

GÓMEZ-OREA, D. **Ordenacion del Territorio: Una aproximación desde el Medio Físico**. Madrid, Editorial Agrícola Española, S.A, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, 1991. (Serie: Ingeniería Geoambiental).

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Macrozoneamento Agroecológico e Econômico**. Regiões Agroecológicas. Porto Alegre, 1994. v. 1.

\_\_\_\_\_. 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-RS, 2001.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Coordenação e Planejamento. Fundação de Economia e Estatística (FEE). **Anuário Estatístico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS, 2001. CD-ROM (v.31). Produzido pela Editora da FEE.

GRANELL-PÉREZ, M.D.C. **Trabalhando com cartas topográficas**. Ijuí-RS: Editora UNIJUI, 2001. 128 p.

GUIMARÃES, R.P. O novo padrão de desenvolvimento para o Brasil: interrelação do desenvolvimento industrial e agrícola com o meio ambiente. IN: VELOSO, J.R. dos R. (Org.) **A ecologia e o novo padrão de desenvolvimento no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1992. p. 19-52.

GUSTAFSON, E.J. Quantifying Landscape Spatial Pattern: What is the State of the Art. **Ecosystems**. vol. 1, 1998, p.143-156.

HACKETT, B. **Landscape planning: an introduction to theory and practice**. Bath, Oriel Press, 1971. 160p.

JORGE, L.A.B.; GARCIA, G.J. A study of habitat fragmentation in Southeastern Brazil using remote sensing and geographic information systems (GIS). **Forest Ecology and Management**. nº 98, p. 35-47, 1997.

JUAN, G. & GARCÍA, S. Turysmo y Sustentabilidad. **El Periplo Sustentable**. Directorio 2. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Disponível em: [www.uaemex.mx/plin/psus/rev2/b05.html](http://www.uaemex.mx/plin/psus/rev2/b05.html) Acesso em 19/01/2002.

LINDMAN, C.A.M. & FERRI, M.G. **A Vegetação do Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1974.

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**. 1º Santa Maria, 5 e 6 nov 1991. p. 21-27.

MATSON, P.A. *et al.* Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. **Science**. Vol. 277, p. 504-509, 25 July 1997.

MCGARIGAL, K; & MARKS, B.J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. U.S. – Department of Agriculture. General Technical Report: PNW-GTR-351, Portland, OR USA, August, 1995.

McHARG, I.L. **Design with Nature**. Garden City, New York, Natural History Press, 1969.

MONTAG *et al.* (2000). As Relações entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. de F. (Eds.) **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: FAPESP/EDUSP, 2000. p. 187-207.

MONTEIRO, C.A.de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Cotexto, 2000. 127 p.

MOREIRA, A.N. Leitura e Interpretação de Cartas de 1:50.000. p.46-56. **Revista Associação de Geógrafos**. s.i.; s.n.; s.d.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento: um estudo de Planejamento da Paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo, FFLCH-USP (Tese de Doutorado), 1996.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. Trad. António Manuel de Azevedo Gomes. Berna/Lisboa; Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 927 p

PIRAN, N. **Contribuição ao Estudo do Clima de Erechim-RS**. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1982. (Dissertação de Mestrado).

\_\_\_\_\_. Contribuição para a identificação da Região Alto Uruguai e Área de Abrangência da URI. **Perspectiva**, v. 19, n. 68, p. 7-33. Erechim, 1995.

PIRAN, N. **Agricultura Familiar: lutas e perspectivas no Alto Uruguai**. Erechim-RS: EdIFAPES, 2001. 192 p.

PIRES, J.S.R. **Análise Ambiental Voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antonio – SP**. São Carlos, PPG-ERN/UFSCar, 1995. (Tese de Doutorado)

PIRES, J.S.R. **Diretrizes Conceituais e Metodológicas sobre a Incorporação do tema Biodiversidade para o ZEE Brasil**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-SP) / Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA). Texto produzido para o Programa Zoneamento Ecológico-Econômico – Documento: Diretrizes Metodológicas para o ZEE, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável (SDS), Brasília, 2001.

PIRES, J.S.R. *et al.* **SIGA Rumo ao Desenvolvimento Sustentado: um sistema de gerenciamento ambiental para o município**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-SP) / Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA). 2002. no prelo

PIRES, J.S.R. & SANTOS, J.E. dos Bacias Hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**, 19 (110): 40-45, 1995.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. dos; DEL PRETTE, M.E. **A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-SP) / Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA). 2002. no prelo.

PIRES, A.M.Z.C.R.; SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. Elaboração de um Banco de Dados Digitais Georeferenciados para Caracterização Ambiental de uma Unidades de Conservação. Seminário Regional de Ecologia. **Anais**. 8º Vol. VIII, UFSCar, São Paulo-SP. 1998. p. 585-598.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E.; PIRES, A.M.Z.C.R. **Aspectos Relevantes para Definição de Estratégias de Conservação da Biodiversidade de uma Região**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-SP) / Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA). 2002. no prelo.

QUIJANO, C.R. Desarrollo Sustentable: gestión local y turismo. **El Periplo Sustentable**. Directorio 2. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Disponível em: [www.uaemex.mx/plin/psus/rev2/a02.html](http://www.uaemex.mx/plin/psus/rev2/a02.html) Acesso em 19/01/2002.

RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995. 65 p.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3. ed. São Leopoldo: UNISINOS, 1994.

RAMPAZZO, S. E. **Reflorestamento em Pequenas Propriedades Rurais: o caso do Alto Uruguai - RS**. Erechim: Edifapes, 2001. 184 p.

RAMPAZZO, S. E. A Questão Ambiental no Contexto do Desenvolvimento Econômico. In: BECKER, D.F. (Org.) **Desenvolvimento Sustentável: necessidade e/ou possibilidade ?**. 3. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2001. p. 157-188.

RAMPAZZO, S.E. & HEPP, L.U. **Análise Hídrica de Microbacias Hidrográficas com o uso de Técnicas de Geoprocessamento: subsídio para o planejamento ambiental**. Em desenvolvimento, 2003.

ROCHA, J.S.M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria(RS): Imprensa Universitária, 1997. 446p.

ROCHA, O. PIRES, J.S.R. & SANTOS, J.E.dos. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo e Planejamento. In: ESPÍNDOLA et al. (Orgs.) **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão disciplinar**. São Carlos-SP: RiMA, 2000. p. 1-16.

SANTOS, J.E. dos. **Ecologia de Ecossistemas**. Disciplina do Programa de Pós-Graduação da UFSCar(SP) de Ecologia e Recursos Naturais. Aparentamentos de aula. 1999.

SANTOS, M. **Metamorfoses do Espaço Habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. 4. Ed. São Paulo: HUCITEC, 1996.

SILVA, C.C.F. da. Diagnóstico Rural Municipal. Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de Erechim. Erechim(RS). Entrevista concedida em 15/10/2002.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL (SUDESUL). **A Vegetação Atual da Região Sul**. Porto Alegre: SUDESUL, 1978.

TANGUY, F. Ler a Paisagem. **Paysage & Aménagement**. N. 32, Aôut/Septembre/Octobre,1995.Disponível em: [www.terraviva.pt/aguaalto/5699/ler\\_\\_a\\_\\_paisagem.htm](http://www.terraviva.pt/aguaalto/5699/ler__a__paisagem.htm) Acesso em 30/05/2001.

TESSARO, P.A. Diagnóstico Rural Municipal. Escritório Municipal da EMATER. Erechim(RS). Entrevista concedida em 15 de outubro de 2002.

VITOUSEK, P.M. *et al.* Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science**. Vol. 277, p. 494-499, 25 July 1997.

ZANIN, E.M. Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque municipal Longines Malinowski – Erechim (RS). São Carlos, PPG-ERN/UFSCar, 2002. (Tese de Doutorado)

**Legislação Ambiental citada:**

Lei Federal nº 4.771 (Código Florestal Federal) de 15/09/1965

Lei nº 7.511/86 (altera dispositivos do Código Florestal) de 07/07/1986

Lei nº 7.803/89 (altera a redação do Código Florestal) de 18/07/1989

**Legislação Ambiental consultada:**

Lei nº 6.766 (Parcelamento do Solo Urbano) de 19/12/1979

Lei nº 6.938 (Política Nacional do Ambiente) de 31/08/1981

Resolução CONAMA nº 001/86 (dispõe sobre EIA/RIMA) de 23/01/1986

Resolução CONAMA nº 020/86 (dispõe sobre Classificação das Águas) de 1986

Constituição da República Federal do Brasil de 1988 (relativo ao Meio Ambiente)

Resolução CONAMA nº 05 (dispõe sobre Tratamento de Resíduos Sólidos) de 1993

Resolução CONAMA nº 237 (dispõe sobre Licenciamento Ambiental) de 1997

# **A N E X O S**

# **Anexo I**

Matriz de Erro das Imagens de Satélite analisadas para o município de  
Erechim (RS) em 1984 – 1992 – 1998 – 2000

Tabela 1: Matriz de Erro da Análise da Imagem de Satélite para o município de Erechim (RS) em 1984

Ano Imagem 1984	Vegetação	Veg. Encosta	Corpos d'água	Campos (Pastagem)	Solo Exposto	Culturas	Forragem	Total de Pixels	Erro de Inclusão
Vegetação	<b>33.473</b>	11	0	1	0	242	0	33.727	0,0075
Veg. Encosta	2.409	<b>271</b>	0	0	0	0	0	2.680	0,8989
Corpos d'água	0	0	<b>1.343</b>	0	15	0	0	1.358	0,0110
Campos (Pastagem)	184	0	0	<b>154</b>	9	321	118	786	0,8041
Solo Exposto	31	0	42	0	<b>35.482</b>	0	0	35.555	0,0021
Culturas	725	0	0	0	0	<b>5.268</b>	50	6.043	0,1282
Forragem	0	0	0	26	30	432	<b>686</b>	1.174	0,4157
Total de Pixels	36.822	282	1.385	181	35.536	6.263	854	<b>81.323</b>	-
Erro de Omissão	0,0910	0,0390	0,0303	0,1492	0,0015	0,1589	0,1967	-	-

Índice de <i>Kappa</i>	<b>0,9071</b>
Exatidão Geral	<b>0,9428 – 94%</b>
Intervalo de Confiança	<b>0,0571</b>

Tabela 2: Matriz de Erro da Imagem de Satélite para o município de Erechim (RS) em 1992

Ano Imagem 1992	Vegetação	Veg. Encosta	Corpos d'água	Campos (Pastagem)	Solo Exposto	Culturas	Forragem	Total de Pixels	Erro de Inclusão
Vegetação	15.467	80	0	0	7	0	0	15.554	0,0056
Veg. Encosta	999	1.546	0	0	0	0	0	2.545	0,3925
Corpos d'água	0	0	1.893	0	8	0	0	1.901	0,0042
Campos (Pastagem)	78	0	0	65	44	25	81	293	0,7782
Solo Exposto	3	0	36	0	40.383	0	0	40.422	0,0010
Culturas	17	0	0	0	1	16.186	0	16.204	0,0011
Forragem	0	0	0	5	36	36	2.918	2.995	0,0257
Total de Pixels	16.564	1.626	1.929	70	40.479	16.247	2.999	79.914	-
Erro de Omissão	0,0662	0,0492	0,0187	0,0714	0,0024	0,0038	0,0270	-	-

Índice de Kappa	0,9724
Exatidão Geral	0,9817 – 98%
Intervalo de Confiança	0,0182

Tabela 3: Matriz de Erro da Análise da Imagem de Satélite para o município de Erechim (RS) em 1998

Ano Imagem 1998	Vegetação	Veg. Encosta	Corpos d'água	Campos (Pastagem)	Solo Exposto	Culturas	Forragem	Total de Pixels	Erro de Inclusão
Vegetação	<b>24.141</b>	344	0	0	0	89	0	24.574	0,0176
Veg. Encosta	699	<b>5.507</b>	0	0	0	0	0	6.206	0,1126
Corpos d'água	0	87	<b>3.101</b>	0	10	0	0	3.198	0,0303
Campos (Pastagem)	2	0	0	<b>469</b>	0	95	731	1.297	0,6384
Solo Exposto	18	0	47	0	<b>39.255</b>	0	0	39.320	0,0017
Culturas	115	0	0	0	0	<b>6.395</b>	0	6.510	0,0177
Forragem	13	0	1	118	1	4	<b>864</b>	1.001	0,1369
Total de Pixels	24.988	5.938	3.149	587	39.266	6.583	1.595	<b>82.106</b>	-
Erro de Omissão	0,0339	0,0726	0,0152	0,2010	0,0003	0,0286	0,4583	-	-

<b>Índice de Kappa</b>	<b>0,9566</b>
<b>Exatidão Geral</b>	<b>0,9710 – 97%</b>
<b>Intervalo de Confiança</b>	<b>0,0289</b>

Tabela 4: Matriz de Erro da Análise da Imagem de Satélite para o município de Erechim (RS) em 2000

Ano Imagem 2000	Vegetação	Veg. Encosta	Corpos d' água	Campos (Pastagem)	Solo Exposto	Culturas	Forragem	Total de Pixels	Erro de Inclusão
Vegetação	<b>14.089</b>	43	0	0	0	7	0	14.139	0,0035
Veg. Encosta	449	<b>616</b>	0	0	0	0	0	1.065	0,4216
Corpos d' água	2	0	<b>1.747</b>	0	9	0	0	1.758	0,0063
Campos (Pastagem)	9	0	0	<b>64</b>	80	23	58	234	0,7265
Solo Exposto	3	0	4	0	<b>19.189</b>	11	0	19.207	0,0009
Culturas	215	0	0	0	0	<b>12.391</b>	0	12.606	0,0171
Forragem	0	0	0	5	378	32	<b>863</b>	1.278	0,03247
Total de Pixels	14.767	659	1.751	69	19.656	12.464	921	<b>50.287</b>	-
Erro de Omissão	0,0459	0,0653	0,0023	0,0725	0,0238	0,0059	0,0630	-	-

<b>Índice de Kappa</b>	<b>0,9625</b>
<b>Exatidão Geral</b>	<b>0,9735 – 97%</b>
<b>Intervalo de Confiança</b>	<b>0,0264</b>

## **Anexo II**

Uso e Ocupação da Terra no Município de Erechim (RS) em  
1964 – 1984 – 1992 – 1998 – 2000

Tabela 5: Uso e ocupação da terra no município de Erechim (RS) em 1964 - 1984 - 1992 - 1998 - 2000

ANOS	1964		1984		1992		1998		2000	
	Área (ha)	Área (%)								
Floresta	23.190,96	54,50	5.726,29	13,45	6.865,62	16,12	10.272,43	24,13	8.307,13	19,51
Floresta de Encosta			179,51	0,42	527,61	1,24	1.939,80	4,56	807,03	1,90
Corpos d'água	6,20	0,01	75,73	0,18	565,13	1,32	409,96	0,96	343,50	0,81
Pastagem	12.941,85	30,42	12.408,95	29,14	18.053,59	42,40	2.450,35	5,73	6.805,82	15,98
Solo Exposto	4.762,36	11,20	18.345,50	43,08	10.287,51	24,16	13.960,55	32,78	13.960,55	32,78
Culturas			2.837,65	6,66	2.812,94	6,61	2.022,21	4,75	9.238,79	21,69
Forragem			369,99	0,87	831,22	1,95	7.335,32	17,23	955,65	2,24
Área Urbana	1.644,42	3,87	2.642,00	6,20	2.642,00	6,20	4.195,00	9,85	4.195,00	9,85
Total	42.545,79	100	42.585,62	100	42.585,62	100	42.585,62	100	42.585,62	100
Índice de Kappa	- x -		0,8841		0,9724		0,9566		0,9625	
Exatidão Geral	- x -		94%		98%		97%		97%	

OBS.: A diferença observada no total de área para os usos da terra em 1964 deve-se à diferença de correção radiométrica na imagem (gerada a partir de um mosaico de fotografias aéreas); ao posicionamento orbital no momento do ifov (visada) e aos movimentos tectônicos que causam diferenciação na acurácia geodésica.

## **Anexo III**

Pontos de apoio para o Georeferenciamento do Mosaico de Fotografias Aéreas e das Imagens de Satélite analisadas para o município de Erechim (RS)  
(1964 - 1984 – 1992 – 1998 – 2000)

Pontos de apoio para o georreferenciamento do mosaico de fotografias aéreas

Ano: 1964

Coordenadas de Tela		Coordenadas Geográficas	
X	Y	X	Y
3034.369822	2844.932731	375150	6942200
3036.431882	2868.109827	375400	6942950
3047.257700	2854.203569	375385	6942590
3059.114548	2790.337792	375535	6940497
3060.661094	2789.822745	375543	6940477
4055.776720	3641.906136	410900	6961735
4067.507600	3643.312928	411300	6961700
1389.658788	3867.336506	330250	6980750
1450.243177	2895.212878	326450	6951150

Pontos de apoio para o georreferenciamento das imagens de satélite LANDSAT

Ano: 1984

RMS = 1,83

Coordenadas de Tela		Coordenadas Geográficas	
X	Y	X	Y
3415.503665	2826.436664	375150	6946200
3412.769643	2697.183606	375150	6942450
3409.590764	2693.105324	375150	6942320
4587.096968	3355.271934	410850	6961750
4608.908072	3355.271934	411510	6961750
1976.644134	3988.836691	330250	6980750
1235.831617	2977.174633	308100	6951100
3395.201960	2588.745051	374710	6939200
4795.677202	3141.535359	417400	6955300
3408.089402	2721.107716	375000	6943200

Ano: 1992

RMS = 1,34

Coordenadas de Tela		Coordenadas Geográficas	
X	Y	X	Y
3600.710761	2805.305427	375150	6946200
3599.760752	2678.999447	375150	6942450
3597.784271	2674.506162	375150	6942320
4756.003030	3325.589493	410850	6961750
4777.940006	3325.589493	411510	6961750
2165.040563	3959.376330	330250	6980750
1444.164429	2968.381929	308100	6951100
3586.322506	2568.833055	374710	6939200
4964.457380	3108.202255	417400	6955300
3595.360771	2705.948127	375000	6943200

Ano: 1998  
RMS = 1,34

Coordenadas de Tela		Coordenadas Geográficas	
X	Y	X	Y
3033.118870	2844.257000	375150	6942200
3037.978564	2866.099122	375400	6942950
3040.011998	2858.108246	375385	6942590
4054.212589	3644.600198	410900	6961735
4066.865226	3644.896070	411300	6961700
1390.026011	3867.882125	330250	6980750
1440.379030	2894.783076	326450	6951150
3030.171494	2740.953181	374502	6939150
4301.523740	3469.668693	417520	6955250
3024.730349	2875.391849	375000	6943200

Ano: 2000  
RMS = 1,29

Coordenadas de Tela		Coordenadas Geográficas	
X	Y	X	Y
3467.226099	2678.499008	375150	6942200
3476.087828	2700.030541	375400	6942950
3474.790082	2687.984728	375385	6942590
3480.015675	2620.268419	375535	6940497
3480.391217	2685.940630	375543	6942477
4660.026524	3323.699509	410900	6961735
4671.951700	3323.640499	411300	6961700
2047.520980	3960.105598	330250	6980750
1885.057754	2978.054383	326450	6951150
3442.023353	2575.395542	374502	6939150
4868.578110	3110.234768	417520	6955250

Pontos de apoio para o georreferenciamento do mapa dos Tipos de Solos do RS  
(escaneizado porção que abrange a área de estudo)

Mapa de Solos  
RMS = 8,1

Coordenadas de Tela		Coordenadas Geográficas	
X	Y	X	Y
595.205727	549.966009	399400	6950000
498.865672	703.177349	389650	6964800
473.791045	792.540845	386450	6973800
148.876666	768.816023	356200	6969850
305.923014	758.271658	371450	6969450
387.745480	173.850217	379500	6914900
360.031419	61.8163370	376600	6913950
89.4893920	367.602926	348400	6932000