

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

PROPOSTA CONCEITUAL DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO
PARA O MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN – RS

ELOIR MISSIO

SÃO CARLOS – SP
2003

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

**PROPOSTA CONCEITUAL DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO
PARA O MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN – RS**

ELOIR MISSIO

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 obtenção do título de Doutor em Ciências. Áreas de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS – SP
2003

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

M678pc

Missio, Eloir.

Proposta conceitual de zoneamento ecológico-econômico para o município de Frederico Westphalen-RS / Eloir Missio . -- São Carlos : UFSCar, 2003.

181 p.

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

1. Ecologia. 2. Zoneamento ambiental. 3. Zoneamento ecológico-econômico. 4. Avaliação de riscos ambientais. 5. Sistemas de Informação Geográfica. I. Título.

CDD: 574.5 (20^a)

Orientador

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) UFSCar, pelo Convênio com a URI e oportunidade em realizar este trabalho.

À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI-Campus de Frederico Westphalen, pela infra-estrutura e apoio financeiro para execução deste trabalho.

Aos Professores Dr. José Salatiel Rodrigues Pires e Dr. José Eduardo dos Santos, pela confiança na possibilidade de realização deste trabalho, pela valiosa orientação e co-orientação, pelos ensinamentos, discussões e apoio em todas as etapas de realização do mesmo.

Aos Professores do Curso, que no decorrer das disciplinas contribuíram para o desenvolvimento do espírito crítico, no âmbito da ecologia.

À Prof^ª. Ophélia.Buzatto Paetzold, um agradecimento especial pela disponibilidade, atenção e carinho durante a revisão e correção deste trabalho.

Aos Membros da Banca Examinadora Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, Prof. Dr. Feslisberto Cavalheiro, Profa. Dra. Adriana Maria Z.C.R. Pires e Prof. Dr. Carlos Henke de Oliveira, pela disponibilidade da participação, pelas contribuições, comentários, sugestões e correções.

Ao Dr. Carlos Henke de Oliveira, pela disponibilidade e deslocamento a Frederico Westphalen, pela orientação e ajuda na resolução de dúvidas, pelas sugestões, ensinamentos, pela experiência e auxílio com os SIGs, e pelo apoio nas discussões deste e de outros trabalhos no decorrer do curso.

Aos alunos de iniciação científica do Laboratório de Geoprocessamento da URI-Campus de Frederico Westphalen que acompanharam e participaram de todas as etapas de elaboração deste trabalho. Inicialmente, o Cléber Rubert e o Marcos Antônio Ritterbuch que participaram das primeiras aulas de TOSCA e IDRISI, até a elaboração dos primeiros mapas. Depois, o Paulo Roberto Markoski e o Marcelo Leandro Holzschuh, até a análise e edição dos últimos mapas e resultados. Vocês tiveram uma participação decisiva para a execução e o sucesso deste trabalho.

Aos colegas do Curso, Tania Maria Tonial, Sônia Elizete Rampazzo, Elisabete Maria Zanin, Rozane Maria Restello, Rogério Canciam, Altemir Mossi, Sônia Balvedi Zakrzeski, Alice Teresa Valduga e Eraldo Ribeiro

Aos alunos do Curso de Ciências Biológicas, bem como à coordenação e aos colegas professores, que colaboraram e entenderam as ausências necessárias para a integralização dos créditos e orientação durante o curso.

Aos funcionários do PPG-ERN, pela atenção e boa vontade na resolução dos problemas burocráticos.

A minha família, especialmente aos meus pais, Erico Missio e Laurentina de Mouras Missio, pela minha educação e formação, além do exemplo de seriedade e dedicação, que serviram de lição. Aos meus irmãos Maria, Celestino, Marli, Marilda e Josete, aos cunhados(a) e sobrinhos(as) pela convivência.

A família Corazza, pelo apoio e estímulo dispensados durante o período de realização do curso.

A minha esposa Janete Corazza, pelo apoio, energia positiva dispensada e pela compreensão das dificuldades advindas desta fase.

A todos, enfim, os que colaboraram direta e indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho; meus sinceros agradecimentos.

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1: Compartimentos de um sistema ecológico-econômico. Fonte: PIRES <i>et al.</i> (no prelo). Organização: MISSIO (2002).	6
FIGURA 2: Localização geográfica do Município de Frederico Westphalen – RS.	20
FIGURA 3: Detalhe dos solos que ocorrem no Município de Frederico Westphalen-RS.	23
FIGURA 4: Área de garimpo de pedras preciosas no Município de Frederico Westphalen-RS, onde são extraídas, principalmente, ametistas e ágatas.	25
FIGURA 5: Imagens do satélite Landsat TM5-Bandas 3, 4, 5 e composição colorida. .	26
Figura 6: Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas, envolvidas na elaboração e análise dos mapas temáticos, para a caracterização e diagnóstico ambiental do Município de Frederico Westphalen RS.	28
FIGURA 7: Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas envolvidas na elaboração da proposta de zoneamento ambiental do Município de Frederico Westphalen – RS. (h = mapa de hipsometria; c = mapa de clinografia; u – mapa de uso da terra; hi = hidrografia; a = mapa de áreas de preservação permanente; v = mapa da malha viária).	40
FIGURA 8: Mapa das Bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen – RS.	44
FIGURA 9: Usos e ocupação da terra no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	48
FIGURA 10: Uso e ocupação da terra do Município de Frederico Westphalen –RS, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999, por classe de uso, em percentagem.	49
FIGURA 11: Percentagem da classe de uso da terra “agricultura”, ocupada com culturas anuais ou com solo exposto.	52
FIGURA 12: Vista parcial de áreas de cultivo, com solo descoberto, localizadas na bacia do Lajeado Mico, no Município de Frederico Westphalen, em setembro de 2002.	53
FIGURA 13: Danos causados por erosão em pastagem, localizada na bacia do Lajeado Chiquinha, em Frederico Westphalen RS.	54
FIGURA 14: Vista parcial de açudes construídos com a finalidade de criação de peixes e pesca esportiva (Pesque-pague).	55
FIGURA 15: Percentagem da área ocupada pela classe mata, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	57
FIGURA 16: Percentagem da área ocupada pela classe capoeira, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	58
FIGURA 17: Percentagem da área ocupada pela classe pastagem, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	59
FIGURA 18: Percentagem da área ocupada pela classe agricultura, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	60

FIGURA 19: Erosão e afloramento de rochas em áreas agrícolas, no Município de Frederico Westphalen.	61
FIGURA 20: Percentagem da área ocupada pela classe água, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	62
FIGURA 21: Percentagem da área ocupada pela classe área urbana, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	63
FIGURA 22: Bloco diagrama do Município de Frederico Westphalen – RS.	64
FIGURA 23: Mapa de hipsometria do Município de Frederico Westphalen – RS.	65
FIGURA 24: Perfil topográfico do Município de Frederico Westphalen – RS.	66
FIGURA 25: Mapa de clinografia do Município de Frederico Westphalen-RS.	67
FIGURA 26: Mapa de hidrografia do Município de Frederico Westphalen – RS.	71
FIGURA 27: Mapa viário do Município de Frederico Westphalen-RS.	74
FIGURA 28: Características da malha viária municipal em 12/10/2002.	75
FIGURA 29: Áreas de preservação permanente (APPs) no Município de Frederico Westphalen – RS.	77
FIGURA 30 - Fragmentação da paisagem na Localidade Pedras Brancas, em Frederico Westphalen - RS.	80
FIGURA 31. Ocorrência de espécies exóticas (<i>Hovenia dulcis</i>) em área de mata nativa na Comunidade da Linha Encruzilhada, Frederico Westphalen – RS.	81
FIGURA 32: Alterações na estrutura de um fragmento no Município de Frederico Westphalen, no período estudado.	82
FIGURA 33: Densidade de bordas dos fragmentos da classe mata nas bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.	85
FIGURA 34: Índice de forma médio dos fragmentos da classe mata nas bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.	86
FIGURA 35: Raio de revolução dos fragmentos da classe mata das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.	87
FIGURA 36: Comprometimento na forma e estrutura dos fragmentos de mata por redução na área dos fragmentos a partir das bordas (a) ou por corte raso da vegetação (b) no Município de Frederico Westphalen – RS. (12/10/02).	88
FIGURA 37: Percentagem dos fragmentos de mata que são borda florestal nas bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, para o ano de 1999.	89
FIGURA 38: Distância média entre fragmentos de mata vizinhos, das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, para o ano de 1999, representados em percentagem.	94
FIGURA 39: Gradiente de comprometimento ambiental das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen-RS.	94
FIGURA 40: Mapa de riscos ambientais ao componente solo.	96
FIGURA 41: Mapa de usos da terra nas APPs e situação, condizente(C) e não condizente (NC) com a legislação no Município de Frederico Westphalen – RS, no ano de 1999.	99
FIGURA 42: Mapa de localização de algumas indústrias, pontos comerciais e de.	100
FIGURA 43: Vista parcial de algumas indústrias instaladas no distrito industrial de Frederico Westphalen-RS.	102
FIGURA 44: Atividade industrial, comércio e prestação de serviços no Município de Frederico Westphalen-RS.	103

FIGURA 45: Vista parcial de uma indústria de beneficiamento de pedras preciosas. .	104
FIGURA 46: Mapa de localização das granjas destinadas à criação de suínos, no Município de Frederico Westphalen e características das esterqueiras.	107
FIGURA 47: Quantidades diárias de dejetos de suínos gerados diariamente por categoria de animais.....	108
FIGURA 48: Distribuição por tipos de esterqueiras utilizadas para armazenamento dos dejetos, nas propriedades pesquisadas.	109
FIGURA 49: Características das esterqueiras utilizadas para o armazenamento dos dejetos suínos, no Município de Frederico Westphalen.	110
FIGURA 50: Número de pocilgas por intervalo de distância dos recursos hídricos e/ou tomada de água.....	111
FIGURA 51: Produção diária de dejetos por intervalo de distância dos recursos hídricos.	111
FIGURA 52: Traçado das zonas sobre o mapa de clinografia.....	115
FIGURA 53: Traçado das zonas sobre o mapa de usos do solo.	116
FIGURA 54: Traçado das zonas sobre os mapas de uso do solo, hidrografia, APPs e rede viária.....	117
FIGURA 55: Mapa de zoneamento ambiental do Município de Frederico Westphalen.	118
FIGURA 56: Expansão urbana em bairro que concentra população de baixa renda....	127

Observação: Todo o material fotográfico utilizado para ilustrar este trabalho foi obtido entre março e dezembro de 2002, no âmbito do Município de Frederico Westphalen-RS, sendo de responsabilidade do autor.

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1 - Velocidade média, máxima e direção predominante dos ventos observados na estação meteorológica da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, no período 1977-1994.	22
TABELA 2 - Relação das cartas topográficas utilizadas para a caracterização ambiental, do Município de Frederico Westphalen - RS.	26
TABELA 3 - Descrição das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen - RS.	44
TABELA 4 - Usos e ocupação da terra no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	48
TABELA 5 - Espécies e área cultivada com culturas anuais e culturas permanentes no Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.	51
TABELA 6 - Distribuição da área da classe de uso da terra “agricultura” ocupada com culturas anuais ou com solo exposto.	51
TABELA 7 - Área, em ha, ocupada pela classe mata, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	56
TABELA 8 - Área, em ha, ocupada pela classe capoeira, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	57
TABELA 9 - Área, em ha, ocupada pela classe pastagem, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	58
TABELA 10 - Área, em ha, ocupada pela classe agricultura, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	59
TABELA 11 - Área, em ha, ocupada pela classe água, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	62
TABELA 12 - Área, em ha, ocupada pela classe área urbana, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.	63
TABELA 13 - Distribuição da área, por classe hipsométrica, no Município de Frederico Westphalen-RS.	66
TABELA 14 - Distribuição das classes de declividade, de acordo com a classificação, graus de limitação e considerações para cada uma das classes.	68
TABELA 15 - Distribuição da área, por classe clinográfica, no Município de Frederico Westphalen – RS.	69
TABELA 16 - Percentagem da área, por classe clinográfica, em cada bacia hidrográfica do Município de Frederico Westphalen – RS.	70
TABELA 17 - Caracterização da rede hidrográfica do Município de Frederico Westphalen.	72
TABELA 18 - Caracterização da malha viária do Município de Frederico Westphalen.	75

TABELA 19 - Área em ha e percentagem de áreas naturais convertidas para usos antrópicos, em cada bacia hidrográfica do Município de Frederico Westphalen, considerando-se o ano de 1999 em relação a condição original.....	79
TABELA 20 - Parâmetros métricos relativos à área dos fragmentos da classe mata para o ano de 1999.....	83
TABELA 21 - Caracterização das bordas dos fragmentos de mata das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, para o ano de 1999.....	92
TABELA 22 - Distribuição da área, em hectare e percentagem, por classe de risco à erosão, nas bacias hidrográficas que compõem o Município de Frederico Westphalen – RS.....	97
TABELA 23 - Usos e ocupação da terra nas APPs, no Município de Frederico Westphalen - RS.....	98
TABELA 24 - Evolução da população das principais espécies de animais domésticos criados no Município de Frederico Westphalen, no período de 1990 a 2001. (Adaptado de IBGE, 2002)	105
TABELA 25 - Enfoques e abrangência territorial e político-administrativa do planejamento territorial.....	112
TABELA 26 - Nível de tratamento, enfoque, principais produtos e ordem de grandeza das informações resultante do trabalho de zoneamento, utilizando a abordagem Micro-diagnóstico.....	113
TABELA 27 – Área em ha, por zona de fragilidade relativa, do Município de Frederico Westphalen-RS.....	119
TABELA 28 - Área ocupada com mata em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.....	122
TABELA 29 - Área ocupada com agricultura em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.....	123
TABELA 30 - Área ocupada com capoeira em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.....	123
TABELA 31 - Área ocupada com pastagem em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.....	124
TABELA 32 - Área ocupada com água em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.....	125
TABELA 33. Distribuição da área, por classe clinográfica, em cada uma das zonas, no Município de Frederico Westphalen – RS.....	128
TABELA 34 - Distribuição da área, em hectares e percentagem, por classe de risco à erosão, nas zonas que compõem o Município de Frederico Westphalen – RS.....	129

LISTAS DE QUADROS

QUADRO 1 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à ocupação da terra “vegetação natural”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	132
QUADRO 2 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados ao uso da terra “Turismo de lazer/turismo rural”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	133
QUADRO 3 – Limitações, problemas e potencialidades relacionados ao uso da terra “agricultura”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	135
QUADRO 4 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados ao “extrativismo vegetal”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	139
QUADRO 5 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “aqüicultura/lazer”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	140
QUADRO 6 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “pecuária intensiva”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	141
QUADRO 7 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “suinocultura”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	143
QUADRO 8 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “mineração”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	145
QUADRO 9 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “água”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.	145
QUADRO 10 - Cenários tendencial e desejado para cada umas das zonas de fragilidade relativa propostas para o Município de Frederico Westphalen.	147
QUADRO 11 - Diretrizes gerais propostas para o desenvolvimento do Município de Frederico Westphalen-RS.	155
QUADRO 12 - Diretrizes específicas para cada zona estabelecida para o Município de Frederico Westphalen-RS.	156

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 ÁREA DE ESTUDO	20
3.2 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2.1 Uso e ocupação da terra	27
3.2.2 Hipsometria	30
3.2.3 Clinografia	30
3.2.4 Rede hidrográfica	30
3.2.5 Malha viária	31
3.2.6 Áreas de preservação permanente (APPs)	31
3.3 ANÁLISE DOS RISCOS AMBIENTAIS	32
3.3.1 Riscos ambientais ao componente biota	32
3.3.2 Riscos ambientais aos componentes solo e água	33
3.3.2.1 Risco potencial à erosão	33
3.3.2.2 Uso e ocupação da terra nas APPs	35
3.3.2.3 Riscos de contaminação ambiental	35
3.4 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS	43
4.2 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE AMBIENTAL	45
4.2.1 Usos e ocupação da terra	45
4.2.2 Hipsometria e Clinografia	63
4.2.3 Hidrografia	70
4.2.4 Malha viária	73
4.2.5 Áreas de preservação permanente (APPs)	76
4.3 ANÁLISE DE RISCOS AMBIENTAIS	78
4.3.1 Riscos ambientais sobre o componente Biota	78
4.3.2 Riscos ambientais aos componentes solo e água	94
4.3.2.1 Risco potencial à erosão	94
4.3.2.2 Usos e ocupação da terra nas APPs – incompatibilidades legais	97
4.3.2.3 Riscos de contaminação ambiental	98
4.4 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO PARA O MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN	112
4.4.1 Fragilidade dos sistemas ambientais	119
4.4.1.1 Usos e ocupação da terra por zona	122
4.4.1.2 Clinografia por zona de manejo	127
4.4.1.3 Riscos à erosão	128
4.4.2 Problemas, potencialidades e limitações	129

4.4.3 <i>Cenários tendenciais e desejados</i>	146
4.4.4 <i>Diretrizes</i>	152
5. CONCLUSÕES	162
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
7. APÊNDICES.....	176

RESUMO

No momento atual, em que a sustentabilidade ecológica dos diferentes ecossistemas depende do equilíbrio entre ambiente e desenvolvimento, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização, análise e elaboração de uma proposta conceitual de zoneamento ecológico-econômico para o Município de Frederico Westphalen, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, adaptando uma metodologia viável e fundamentada no uso de Sistemas de Informações Geográficas - SIGs, para elaborar uma base de dados digital georeferenciada, que permita compreender a estrutura e funcionamento dos sistemas naturais, na perspectiva da utilização sustentada dos recursos naturais no âmbito municipal. A caracterização e o zoneamento ambiental do município, que apresenta, aproximadamente, 262 km² e 26.759 habitantes, foram desenvolvidos com base em cartas topográficas (DSG) e imagens digitais de satélite. Os resultados compreenderam a elaboração de mapas referentes aos elementos estruturais da paisagem e a alguns riscos de impactos ambientais, enquanto que, para a definição e análise das zonas de manejo propostas, os mapas temáticos digitais foram sobrepostos utilizando-se a Análise dos Impactos Cruzados, que se baseia no pressuposto da existência de inter-relações de eventos futuros, e a Análise Lógica Intuitiva. Este procedimento permitiu separar a área do município em cinco zonas que apresentam grau de fragilidade ambiental distinta. As zonas são: zona com maior fragilidade ambiental relativa-ZMAF, zona com média fragilidade ambiental relativa-ZMEF, zona com maior estabilidade ambiental relativa-ZMAE, zona urbana-ZURB e zona de expansão urbana-ZEUR. As zonas ZMAF e ZMEF predominaram na paisagem do município com 45,18% e 36,25%, respectivamente. Com base na análise dos problemas, potencialidades e limitações, foi possível espacializar a evolução do processo de degradação ambiental em relação ao uso dos recursos naturais decorrentes das atividades econômicas predominantes e, com base nesta análise, identificaram-se as tendências das dinâmicas regionais da produção econômica, dos conflitos de uso e das condições de vida da população, direcionando para um cenário desejado. A metodologia utilizada permitiu definir diretrizes, em dois níveis, um de abrangência geral, para todas as zonas que compõem o município

(diretrizes gerais) e, outro, direcionado para cada uma das zonas de manejo propostas (diretrizes específicas). Tanto as diretrizes gerais como as específicas foram elaboradas com base em critérios e princípios estabelecidos no diagnóstico da situação atual e têm como objetivos preservar as características naturais de cada área, enquanto que as potencialidades são priorizadas.

ABSTRACT

At the actual moment on What ecology supportable concerned to the different ecosystems depend on the balance between the environment and the development, this research has as a goal to realize the characterization, analyse and elaborate an ecological-economic zoning conceptual proposition to the Frederico Westphalen municipality, state of Rio Grande do Sul, Brazil, adapting to a feasible methodology: a methodology founded on the use of the Geography Information Systems – GIS, to elaborate a georeferenced digital data base which allow to understand the structure and the functioning of the natural systems, on purpose of a management supported on the natural borough resources. The borough environment characterization and zoning which present, nearby 262 km² and 26.759 inhabitants were developed based on topography maps – DSG – and digital satellite images. The results embody to elaborate maps that refer to the structural landscape elements and to some environmental impact risks, while to the definition and analyse of handled zones proposed the thematic digital maps were overlap using the Analysis of Crossed Impact based on presupposed existence of interrelation of future events and the Intuitive Logic Analyse. This procedure permits to divide the borough area in five zones that present the degree of distinguished environmental fragility. The zones are: the greater environmental frail relative zone – ZMAF; average environmental frail relative zone –ZMEF; the greater environmental stability relative one – ZMAE; urban zone – ZMRB and urban expansion zone – ZEUR. ZMAF and ZMEF zones take the greatest part of the borough – 45,18% and 36,25% respectively. Based on the problems, potentialities and limitations analyse, it was possible spatialyse the evolution of the environmental degradation process concerned with the use of the natural resources coming from the main economic activities and, based on this analyse, identifying the economic tendency of the region by the economic production of the conflicts using the life population conditions, directioning to a desire way. The methodology used allowed to fix up guidelines into two degrees: one of them is the general covering to all the zones that embody the borough (general guidelines) and, another directed to each managed zone proposed (specific guidelines). Both the

general guidelines as the specific ones were elaborated based on criteria and principles established on the diagnosis of the current situation and has as a goal to the natural characteristics of each area while the potentialities are priority.

1. INTRODUÇÃO

No limiar do século 21, os principais desafios para o desenvolvimento sustentado estão centrados em alguns problemas principais que são a redução da pobreza, produção e distribuição de alimentos, a perda da integridade dos ecossistemas, incluindo a perda da biodiversidade, aumento e diversificação da produção de energia, abastecimento e disponibilização de água de boa qualidade e de condições satisfatórias para a vida nas regiões urbanas e rurais.

O Planeta Terra, visto do espaço, compreende uma esfera frágil e pequena, dominada não pela atividade humana e edifícios, mas por um padrão de nuvens, oceanos, solos e áreas verdes, onde a vida, já na sua origem, organizou-se em populações, comunidades e ecossistemas e, estes se mantêm em contínua evolução, ou seja, desaparecem, constituem-se e se transformam em função da interação entre os fatores bióticos e abióticos. Portanto, a vida sempre esteve enfrentando crises. No entanto, a crise atual tem raiz antrópica e de proporções gigantescas, se comparadas às crises naturais pré-hominídas e até mesmo pré-industriais (ALMEIDA *et al.*, 1999). Mais recentemente, no século XVII, a revolução científica instituiu uma feição mecanicista à natureza, atestando a natureza como bem de **utilitarismo**, consolidando-se no paradigma da antropocentrização do mundo, com a separação entre homem e natureza.

As nações industrializadas conseguiram, momentaneamente, progresso econômico desvinculando, temporariamente, a humanidade da natureza. Este paradoxo está sendo sustentado pela exploração de combustíveis fósseis, produzidos pela natureza e finitos, que estão sendo esgotados com rapidez. Entretanto, a civilização ainda depende do ambiente natural, não apenas para energia e materiais, mas também para os processos vitais para a manutenção da vida, tais como os ciclos do ar e da água. As leis básicas da natureza não foram revogadas, apenas suas feições e relações quantitativas mudaram à medida que a população humana mundial e seu prodigioso consumo de energia aumentaram a capacidade de alteração do ambiente. Entretanto, a nossa

sobrevivência depende do conhecimento e da ação inteligente para preservar e melhorar a qualidade ambiental por meio de uma tecnologia harmoniosa e não prejudicial (ODUM, 1998), fundamentados no desenvolvimento sustentável.

A inabilidade dos seres humanos com relação aos padrões naturais tem produzido enormes e fundamentais alterações no sistema planetário e no funcionamento dos processos funcionais que mantêm a estabilidade dos ecossistemas (SATO & SANTOS, 1999). O reconhecimento da realidade em que a espécie humana está inserida é fundamental para o gerenciamento dos processos ambientais, o que é vital para a sobrevivência humana no Planeta Terra.

O crescimento da população mundial e da produção, combinados com os padrões insustentáveis de consumo, ameaçam a capacidade de suporte do planeta, afetando o uso da terra, da água, do ar, da energia e de outros recursos essenciais. A disponibilidade de recursos e a qualidade do sistema ambiental, de acordo com CHRISTOFOLETTI (1999), tornam-se um problema quando a exploração dos recursos naturais e a disposição de resíduos das atividades produtoras e consumidoras começam a atingir taxas e amplitude de área que não são mais compatíveis com a capacidade dos sistemas naturais em fornecer matérias primas e processar os resíduos.

A superação da capacidade de suporte da Terra está relacionada ao consumismo exagerado de alguns povos, enquanto que, para outros, está associada a carências de recursos, além do padrão tecnológico que determina variações na qualidade e intensidade de impactos (CALLENBACH, 2001).

Nas próximas décadas, devido a uma combinação de impactos ecológicos que podem provocar colapsos na produção de alimentos, problemas de saúde pública e de ordem social, além de desequilíbrios e falências na produção industrial, poderá haver uma redução na população humana e, com isso, a diminuição de impactos ambientais. Entretanto resultados equivalentes, na redução dos impactos ambientais, podem ser alcançados sem a redução na população, mas dependem da conscientização e da educação ambiental, em que cada indivíduo deve colaborar com a redução de impactos pessoais, relacionados ao consumo de energia e/ou produtos industrializados e, desta

forma, a sociedade estará sendo inserida no processo de desenvolvimento sustentável, com os seres humanos integrados e fazendo parte do meio ambiente (CALLENBACH, 2001).

Este meio ambiente, segundo AB'SABER, *et al.* (1997), é o conjunto de todas as condições e influências externas circundantes, que interagem com um organismo, uma população ou uma comunidade. Entretanto, de acordo com CHRISTOFOLETTI (1999), o conceito de ambiente pode ser analisado sob duas perspectivas. A primeira tem significado biológico e social, focaliza o contexto e as circunstâncias que envolvem o ser vivo, sendo o ambiente definido como as condições, circunstâncias e influências sob as quais existe uma organização ou um sistema. Pode ser afetado ou descrito pelos aspectos físicos, químicos e biológicos, tanto naturais como construídos pelo homem. Os seres vivos são os elementos essenciais, inseridos no ambiente que os circunda, representando as condições de vida, desenvolvimento e crescimento, incluindo os outros seres vivos, o clima, solos, água, etc.

A segunda perspectiva considera a funcionalidade interativa da geosfera-biosfera, focalizando a existência de unidades de organização, englobando os elementos físicos (abióticos) e biológicos (bióticos), que compõem o meio ambiente no Globo Terrestre. São as comunidades biológicas que compõem as diversas paisagens da superfície terrestre. Nessa perspectiva também prevalece a relevância antropogenética, porque tais organizações espaciais constituem sempre o meio ambiente para a sobrevivência, desenvolvimento e crescimento das sociedades humanas. Não se referem, entretanto, à escala individual do ser humano.

De acordo com essa perspectiva analítica, as sociedades humanas e as atividades sociais e econômicas constituem o foco de relevância, uma vez que, no universo sistêmico, o meio ambiente é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, representados pelos elementos físicos e biogeográficos. Os sistemas ambientais são os responsáveis pelo fornecimento de materiais e energia aos sistemas socioeconômicos e deles recebem os produtos representados por edificações, insumos, emissões, dejetos, etc.

O paradigma da degradação ambiental está na dependência da interação dos sistemas natural, produtivo e econômico. O sistema produtivo gera bens, que são absorvidos e impulsionam o sistema econômico no sentido de gerar capitais que pagam por esses bens. Deste modo, os dois sistemas coadunam-se, co-evoluem e impulsionam a aceleração um do outro. Há uma retroalimentação positiva.

O sistema produtivo para atender à demanda, cada vez maior do sistema econômico, tem requerido e exaurido os recursos naturais (ecossistemas naturais), deixando de haver compensação para o fornecimento de recursos básicos gerados por eles. Os bens de consumo, produzidos pelo sistema produtivo à custa do sistema natural, estabelecem uma linha de aproximação, na qual os sistemas produtivo e econômico são compensados por bens e capital. Ao sistema natural, espoliado pela extração de recursos, somam-se ainda as mazelas da poluição, nas suas mais variadas formas.

Os benefícios proporcionados pelos ecossistemas estão relacionados ao conceito de “funções ambientais”, isto é, a capacidade dos mesmos fornecerem “bens e serviços” que satisfaçam, direta ou indiretamente, as necessidades humanas, categorizadas, de modo geral, em funções de regulação, de produção, de suporte e de informação (DE GROOT, 1992). De modo geral, as propostas de classificação existentes consideram o desempenho das funções ambientais como essenciais à manutenção da qualidade do ambiente, ao equilíbrio das comunidades bióticas e, ainda, ao fornecimento de recursos naturais como alimentos, energia, fibras e outros materiais necessários à sobrevivência do homem (SANTOS *et al.*, 1998; SANTOS *et al.*, 2001).

A função **regulação** está relacionada a capacidade dos ecossistemas naturais e seminaturais de regular os processos ecológicos essenciais e os sistemas de suporte à vida que contribuem para manter o ambiente saudável para providenciar ar, água e solo limpos. Pela função de **suporte** os ecossistemas naturais e seminaturais proporcionam espaço e um substrato que é o meio para muitas atividades humanas como moradia, cultivos e recreação. Na função **produção** a natureza proporciona muitos recursos, variando desde alimentos, matéria-prima para a indústria, fonte de energia e material genético. Pela função **informação** os ecossistemas naturais

contribuem para manter a saúde mental e proporcionam oportunidades para reflexão, enriquecimento espiritual e experiência estética (DE GROOT, 1992).

Os “recursos naturais”, desempenham inúmeras funções, mas apresentam significados diferentes sob a perspectiva dos economistas em relação ao utilizado por ecólogos e geocientistas, apresentando grande importância quando desejamos compreender as interfaces entre os sistemas ambientais e os sistemas econômicos.

O conceito de recursos naturais, segundo CHRISTOFOLETTI (1999), é sensível ao contexto no qual é utilizado, uma vez que os componentes existentes na superfície terrestre não surgem como recursos naturais apenas porque se encontram na natureza, mas passam a esta categoria em função da intervenção humana, quando ganham relevância pelo conhecimento da sua existência, de como podem ser tecnicamente utilizados e pela sua integração a determinadas necessidades da sociedade. Conseqüentemente, o mesmo recurso natural não é perene em sua importância ao longo dos tempos nem possui a mesma relevância em todas as regiões.

Segundo o mesmo autor, os geocientistas e ecólogos estão preocupados em reconhecer e analisar os componentes dos sistemas geofísicos e ecológicos além de avaliar a sua distribuição e potencialidade, enquanto que os economistas estão preocupados em avaliar se o elemento natural contribui para a produção de algum componente necessário para a sociedade e se há viabilidade econômica para a sua exploração.

A FIGURA 1, adaptada de PIRES *et al.* (no prelo), representa os compartimentos de um sistema ecológico–econômico, estabelecido em uma área geográfica definida (município, bacia hidrográfica, outra área qualquer), onde uma série de fatores internos e externos promovem influências uns sobre os outros. Entre os fatores internos que interferem nas formas de apropriação de recursos e usos da terra, destacam-se o subsistema natural e o socioeconômico. A configuração do subsistema natural define os potenciais e limitações da estrutura ambiental e para a manutenção das funções ecológicas mínimas para perpetuar a integridade e sustentabilidade das atividades humanas. Os fatores econômicos, sociais, políticos e culturais, que compõem

o subsistema socioeconômico definem as formas e a intensidade de uso da terra, geralmente alheios aos potenciais e limites ambientais específicos. O sistema, como um todo, responde ao longo do tempo se os usos da terra, estabelecidos pelo sistema socioeconômico, estão de acordo com a capacidade de uso e manutenção da integridade do subsistema natural. A necessidade de readequação dos usos e da intensidade são determinados por problemas ambientais manifestados por sistemas de retroalimentação, resultantes de cada ação sobre a estrutura e funcionamento do sistema natural.

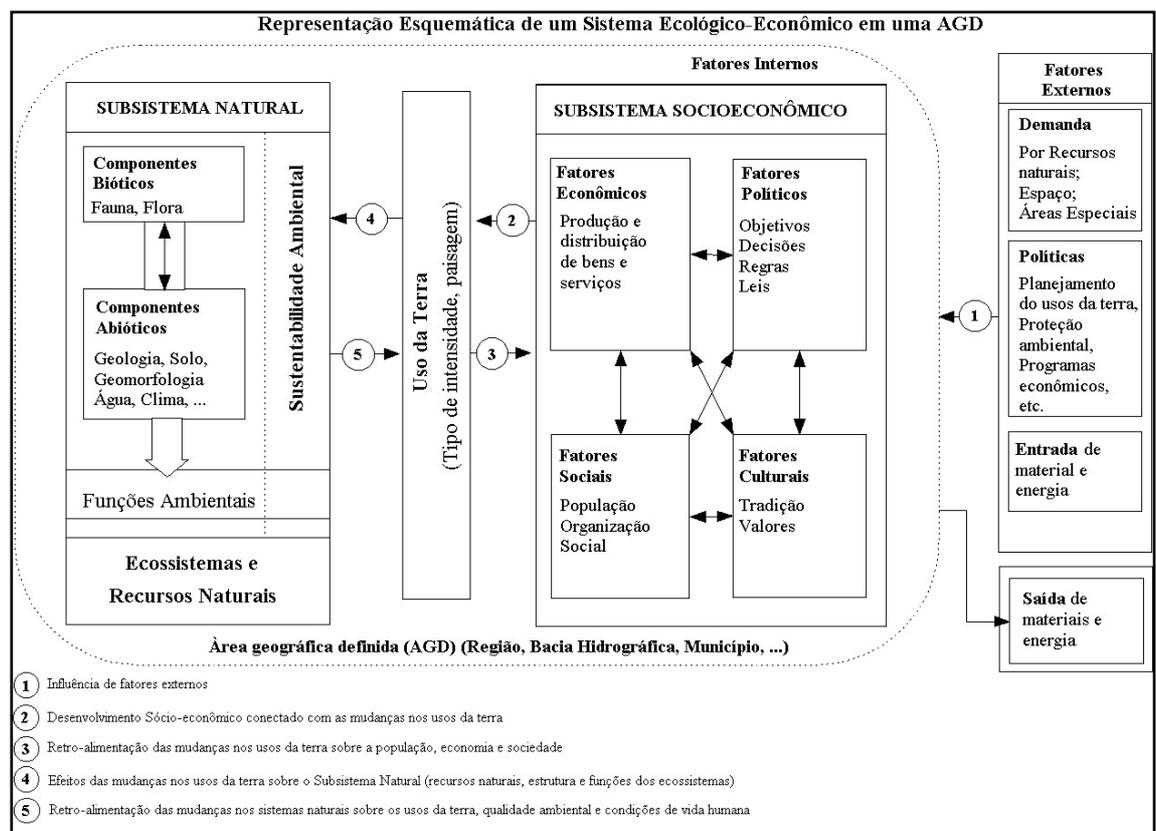


FIGURA 1: Compartimentos de um sistema ecológico-econômico. Fonte: PIRES *et al.* (no prelo). Organização: MISSIO (2002).

As características ambientais (componentes e processos naturais) determinam a capacidade de um determinado ecossistema fornecer bens e serviços (SANTOS *et al.*, 1998; SANTOS *et al.*, 2001), influenciando no desenvolvimento social e econômico de uma região que, geralmente, está atrelado aos usos da terra e, na maioria das vezes, os recursos naturais são a base da economia. O equilíbrio entre ambiente e desenvolvimento parece ser a principal estratégia para assegurar a

sustentabilidade ecológica, tornando essencial considerar as necessidades humanas em relação à capacidade de suporte dos ecossistemas (SATO & SANTOS, 1999).

Quando os usos da terra estão adequados ao sistema ambiental, estes usos permitem manter a sustentabilidade dos sistemas econômicos e sociais por longos períodos. Entretanto, se os usos da terra não forem adequados, as alterações na estrutura e nas funções dos ecossistemas proporcionarão mudanças nos padrões de qualidade ambiental, que afetarão a economia e as condições de vida humana (PIRES *et al.*, no prelo).

As economias são sistemas abertos inseridos em ecossistemas, com os quais permutam matéria e energia. Para compreender a interação dos ecossistemas com os sistemas socioeconômicos, é necessário considerar os princípios da ecologia, economia e termodinâmica, uma vez que as interações entre estes sistemas são vitais para a performance de cada um deles e são condicionados pelas leis da física. Desta maneira, os sistemas econômicos são, em última instância, determinados pelas preferências humanas, individuais ou sociais, enquanto que os ecossistemas são autodeterminados pelas forças da Física (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Neste sentido, a biodiversidade e os recursos biológicos são fundamentais para o funcionamento e resiliência dos ecossistemas, que, por seu turno, alimentam fluxos e recursos ecológicos essenciais para suportar as atividades de produção e consumo do sistema econômico e, em última instância, o bem-estar e a existência da comunidade humana (ODUM, 1988).

Analisar as organizações espaciais como resultante integrada das interações entre os geossistemas e os sistemas socioeconômicos desponta como o grande desafio no campo da análise geográfica, uma vez que as atividades econômicas provocam a perda da biodiversidade diretamente, pela super-exploração dos recursos biológicos e, indiretamente, por meio das modificações e destruição no habitat.

A gestão ambiental, que é uma atividade voltada para a formulação de princípios e diretrizes, estruturação de sistemas gerenciais e tomadas de decisões, tendo por objetivo final promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e socioeconômicos em um determinado espaço geográfico, com vistas ao desenvolvimento sustentável, tem suas ações orientadas pela política ambiental (IBAMA, 1995).

Os problemas ambientais não podem ser considerados como fenômenos externos à sociedade, pois, segundo CHRISTOFOLETTI (1999), são ocasionados pelas atividades humanas e, em conseqüência, a necessidade de manter e/ou melhorar o bem estar humano, a qualidade ambiental e as funções dos ecossistemas precisam estar integradas no momento de tomadas de decisão em todos os níveis, sendo necessário compreender a integração entre os sistemas ambientais e os sistemas socioeconômicos, observando-se o ritmo crescente nas pesquisas, situadas na interface entre a ecologia e a economia.

A Comissão Mundial em Ambiente e Desenvolvimento enunciou que: “A humanidade, hoje, tem a habilidade de desenvolver-se de uma forma sustentável, atendendo às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades”. Isto contempla o conceito e o princípio do desenvolvimento sustentável, que representa algo que precisa ser alcançado sem, entretanto, causar a dilapidação dos estoques de recursos naturais. Para tanto, não podemos nos limitar a escolher entre desenvolvimento ou conservação, mas sim ponderar sobre o desenvolvimento sensível ou não sensível para o ambiente natural, reformulando as bases e metas do crescimento econômico e buscando sua interação com as características, potencialidades e dinâmica dos sistemas ambientais, uma vez que o desenvolvimento sustentável não pode ser limitado por métodos tradicionais de, somente encontrar equilíbrio entre tecnologia e ambiente natural, mas requer uma discussão mais ampla, com a participação de diversos grupos sociais de cada nação e também dos diferentes países, na busca da equidade e da justiça social (BRUNDTLAND, 1987 Apud, BRASIL, 2001; SATO & SANTOS, 1999; CHRISTOFOLETTI, 1999).

A meta fundamental do desenvolvimento sustentável consiste em orientar decisões, visando à utilização adequada dos recursos naturais, a fim de manter as condições favoráveis para a qualidade de vida das gerações futuras, não menores que as herdadas das gerações passadas. As políticas de desenvolvimento sustentável procuram estimular programas e procedimentos, visando a atingir as metas propostas (desenvolvimento econômico, uso adequado dos recursos, melhoria social e bem-estar das comunidades), usufruindo os conhecimentos gerados nas diferentes disciplinas analíticas (CRISTOFOLETTI, 1999).

De acordo com a Agenda 21 (SATO & SANTOS, 1999), as leis e regulamentos específicos de cada país estão entre os mais importantes instrumentos para a transformação de políticas ambientais e de desenvolvimento, servindo como uma estrutura de planejamento econômico e aparelhamento de mercados.

Para tanto, os governos devem investir na educação, capacitação, ciência e tecnologia, aumentando a compreensão da relação entre ambiente e desenvolvimento, possibilitando assim, a elaboração de planos econômicos com abordagens ecológicas, socialmente justos e que possibilitem construir o desenvolvimento sustentável, que requer, prioritariamente, a erradicação da pobreza, melhoria das condições de moradia e saúde, o reconhecimento da mulher, dos indígenas e a superação dos problemas raciais nos modelos de desenvolvimento.

Para assegurar a integridade da biosfera, a sobrevivência e o bem-estar das gerações atuais e futuras, tarefa essencial nos dias de hoje, é necessária uma ação em todos os níveis de interação governo-cidadão, desde as esferas global, nacional, estadual e, devendo ser destinados maiores esforços na esfera local.

O planejamento ambiental, orientado pelos princípios da política ambiental, constitui um instrumento fundamental no processo de gestão do espaço porque consiste num processo organizado de obtenção de informações, reflexões sobre problemas e potencialidades de uma região, definição de projetos, atividades e ações,

bem como, definição do sistema de monitoramento e avaliação que irá retroalimentar o processo. Este processo visa a organizar a atividade socioeconômica no espaço, respeitando as funções ecológicas, de forma a promover o desenvolvimento sustentável (IBAMA, 1995).

Em nível municipal, muitas das decisões sobre os usos da terra não consideram a capacidade dos sistemas ecológicos em providenciar funções ambientais, importantes para a manutenção da qualidade ambiental a longo prazo, principalmente aquelas baseadas em critérios econômicos clássicos. Entretanto, decisões aparentemente independentes, mas que envolvam mudanças nos usos da terra, em pontos isolados ou em pequenas regiões, podem ter como resultado grandes alterações na qualidade ambiental, além de evitar os altos custos envolvidos na recuperação dos recursos naturais como a água, o solo e o ar (PIRES & SANTOS, 1995; PIREs *et al.*, no prelo).

Durante a Eco 92 a frase “é preciso pensar planetariamente e agir localmente”, que significa, em outras palavras “melhorar o gerenciamento dos recursos naturais e a conservação dos sistemas ecológicos em nível local e, com a soma das localidades, atingir a esfera global”, marcava o objetivo a ser perseguido pela sociedade como um todo (PIRES, 1995).

De acordo com AB'SABER *et al.* (1997), o planejamento ambiental deve compreender um conjunto de projetos, visando à utilização racional dos recursos naturais do planeta, preservando a qualidade de vida para as populações humanas em geral. Está fundamentado na política de meio ambiente, que é composta por um conjunto de objetivos, que dão origem aos planos de ação relativos ao meio ambiente. Envolvem planos ou programas de utilização dos sistemas ambientais em escala local, regional e nacional ou, em atividades setorializadas como uso do solo urbano, uso do solo rural, execução de obras de engenharia e planejamento econômico. Como os seus objetivos estão focalizados nos ecossistemas, podem salientar perspectivas ecológicas ou geográficas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Neste sentido, o planejamento ambiental procura definir, entre as alternativas possíveis, o melhor uso dos recursos ambientais em nível local. Entretanto, na maioria dos municípios brasileiros, os sistemas de gerenciamento voltados a agilizar as tarefas mais simples da administração pública e planejamento municipal ainda são incipientes; poucos possuem planos coerentes que direcionem o desenvolvimento (plano diretor), e raros possuem o entendimento da necessidade de incorporar parâmetros ambientais no processo de gerenciamento e de planejamento da ocupação e utilização dos recursos ambientais (PIRES, 1995).

As medidas administrativas, para evitar os efeitos negativos das atividades que ocorrem no território municipal, são de responsabilidade do governo municipal, sendo que as omissões o levam a ter que reparar e ressarcir os danos causados por estas atividades. Portanto, os usos da terra devem ser controlados pela administração municipal. Entretanto, é necessário conhecer as capacidades e as limitações ambientais para que o processo de gerenciamento e planejamento possa ser efetivado.

O planejamento ambiental teve seus precursores no início do século XIX, com pensadores como John Ruskin na Inglaterra, Viollet le duc na França e Henry Thoreau, George Perkins Marsh, Frederick Law Olmsted e outros nos EUA. As idéias desses homens consideradas, por vezes, muito utópicas e românticas para a época, mostram hoje que aqueles pensadores tiveram uma incrível premonição do futuro e foram capazes de vislumbrar a escassez de recursos, num momento em que era implantada a primeira revolução industrial, sob a égide do positivismo e do liberalismo econômico e que, pelo visto, pressupunha a inegotabilidade dos recursos da terra (FRANCO, 2001).

A realização de estudos de análise ambiental, considerando as transformações possíveis em função dos projetos de uso da terra, nas suas diversas categorias, consiste em uma medida preliminar, quando se busca o desenvolvimento sustentável (CHRISTOFOLETTI, 1999). Somente uma abordagem holística, que verifique causas e efeitos das interações humanas e interprete as condições ambientais

de toda a área estudada, permitirá traçar diretrizes de desenvolvimento adequadas ao ambiente físico e biológico (PIRES & SANTOS, 1995). A elaboração e proposição de diretrizes estratégicas, relacionadas a um projeto específico ou a um espaço delimitado política ou morfologicamente, fornecem indicadores para as tomadas de decisão, pois têm o objetivo de prevenir a dilapidação das potencialidades do ambiente físico, fornecendo informações adequadas sobre as possíveis conseqüências nefastas que poderão se desenvolver se tais diretrizes não forem implementadas.

Além da fase diagnóstica e analítica, os estudos de impactos consistem no processo de prever e avaliar os impactos de uma atividade humana sobre as condições do meio ambiente e delinear os procedimentos a serem utilizados, preventivamente, para mitigar ou evitar os efeitos julgados negativos (CHRISTOFOLETTI, 1999; TOMMASI, 1993).

Um sistema de gerenciamento ambiental deve incluir, de acordo com PIRES *et al.* (no prelo), a) análise ambiental; b) definição de políticas ambientais municipais; c) treinamento de técnicos da prefeitura e outros técnicos envolvidos na administração municipal; d) controle dos problemas ambientais e o uso dos recursos naturais; e) definição sobre o sistema de auditorias para monitorar a efetividade do preparo para a situação de emergência; f) definição sobre as competências para o manejo adequado dos recursos naturais de uso comum e outros recursos naturais, além de programas de prevenção e correção de problemas ambientais e de monitoramento ambiental.

A análise dos aspectos de interface entre os sistemas ambientais e os sistemas econômicos começou a emergir nos últimos anos, como temas de políticas públicas e de interesse para a segurança nacional e a riqueza econômica das nações, sendo necessário conciliar as atividades socioeconômicas com as potencialidades e restrições ambientais, procurando a manutenção das condições adequadas para a sociedade em perspectivas de longo prazo.

Um desafio aos pesquisadores, planejadores e políticos é combinar o crescimento econômico e a manutenção das potencialidades ambientais em uma abordagem integradora. Deve-se ter o máximo de cuidado para que os objetivos das propostas de conservação dos recursos naturais não sejam considerados contraditórios às metas de desenvolvimento. Um crescimento econômico saudável deve ser considerado como pré-requisito necessário para criar as condições que permitam a implantação de uma política construtiva no tocante às ameaças ambientais atualmente emergentes. Para atingir tal objetivo é necessário integrar a funcionalidade dos sistemas naturais em esferas diferentes do conhecimento, tais como, economia, física, ecologia e geografia (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A maior meta, assim como as escolhas operacionais do planejamento ambiental e das tomadas de decisão estão relacionadas com os procedimentos de simulação de cenários futuros. A elaboração de cenários alternativos engloba o diagnóstico adequado dos sistemas ambientais em sua estruturação, processos e dinâmica.

De acordo com PIRES *et al.* (no prelo), entre os elementos implícitos ao planejamento ambiental municipal estão sub-entendidos a: i) necessidade de conhecer os dados da área sob planejamento; ii) compreender as questões ambientais envolvidas; iii) equacionar a abordagem de solução; iv) implementar ações para solucionar estas questões, de modo que o planejamento pressupõe uma pesquisa, uma análise e, a partir destas, uma síntese.

As fases conhecer e compreender remetem ao diagnóstico ambiental municipal e permitem um levantamento da situação ambiental, identificando e caracterizando os principais tipos e formas de uso dos recursos naturais e de produção de bens e serviços nos meios rural e urbano. Com base neste diagnóstico é possível sugerir políticas, programas e projetos de desenvolvimento, priorizar as ações mais importantes e determinar os indicadores mais apropriados para a avaliação dos resultados dos mesmos, baseado nos quais poderemos julgar e avaliar os problemas e definir os programas de ação para corrigi-los ou preveni-los.

É, pois, imprescindível a garantia de acesso aos recursos naturais, que constituem bem público, como a água, o ar ou a terra, que não podem estar sujeitos ao uso excessivo, atendendo aos interesses econômicos de alguns grupos de pessoas, porque a deterioração subsequente é inevitável, ocasionando o que ODUM (1988) chamou de “A tragédia dos comuns” quando os recursos públicos são degradados, ou “Síndrome da indústria única”, quando um grupo esgota os recursos de uma dada região, inviabilizando qualquer outra alternativa de desenvolvimento naquela área.

O conflito político entre a proteção ambiental e os lucros de curto prazo continuam e, nos últimos anos, alcançaram a escala global, não estando mais restritos às escalas locais e regionais. Infelizmente, estes conflitos tendem a tornar-se cada vez mais intensos, pelo menos enquanto a maioria das pessoas e, principalmente os administradores públicos, não estejam conscientes dos perigos de deixar a poluição sair fora do controle, bem como das tecnologias para prevenir e corrigir os problemas relacionados à poluição e à degradação dos recursos naturais.

A administração ambiental pode ser encarada, de acordo com a síntese elaborada por PIRES (1995) e PIRES *et al.* (no Prelo), com base em uma abordagem corretiva ou preventiva. A **abordagem preventiva** está fundamentada em ações preventivas no sentido de preservação e utilização sustentada dos recursos naturais. Compreende o planejamento ambiental e ferramentas a ele ligadas, como zoneamento ambiental, avaliação de impactos ambientais e o licenciamento ambiental das atividades potencialmente degradadoras. A **abordagem corretiva** compreende ações necessárias para recuperar a qualidade ambiental de recursos ou áreas degradadas e áreas onde problemas ambientais precisam ser corrigidos. Envolve investimentos em pesquisa, equipamentos, obras e trabalhos de recuperação, incentivos econômicos à iniciativa privada para a aquisição de equipamentos, planos de recuperação dos sistemas ambientais e o controle ambiental através da orientação, fiscalização e acompanhamento das atividades potencialmente degradadoras e/ou poluidoras do meio ambiente, por parte da administração pública.

O conhecimento adequado dos sistemas ambientais possibilita compreender suas reações perante os impactos causados pelos projetos socioeconômicos e avaliar os benefícios e os malefícios a curto, médio e longo prazo. A gestão ambiental baseia-se no conhecimento das condições reais e na elaboração de cenários futuros como respostas dinâmicas evolutivas. Os estudos de impactos ambientais constituem instrumentos que integram o conhecimento adquirido na análise dos sistemas ambientais com os objetivos das políticas de planejamento e manejo dos recursos, procurando coordenar a implantação da alternativa de melhor uso por meio de uma avaliação antecipativa e fundamentada no planejamento estratégico (CHRISTOFOLETTI, 1999; EMBRAPA, 1999).

A compreensão da dinâmica dos componentes sistêmicos, estruturais e funcionais decorrentes do uso e ocupação da terra geralmente não é considerada, em função da carência ou ausência de estudos relacionados ao meio ambiente, que apresentem e caracterizem o município (PIRES, *et al.* 2000).

A partir de 1990, a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tornou-se essencial para as atividades relacionadas ao planejamento ambiental, em tarefas associadas com a simulação do espaço geográfico e seus processos naturais, na integração das informações espaciais e na produção cartográfica, com importantes subsídios aos tomadores de decisão. Neste contexto, as informações derivadas dos sensores orbitais, aliadas às técnicas de geoprocessamento, têm sido extremamente eficientes na caracterização, identificação e mapeamento ambiental dos recursos naturais da paisagem (RIBEIRO *et al.*, 1999) e elaboração de propostas de zoneamento ambiental.

A caracterização ambiental dos elementos estruturais de uma unidade da paisagem, associada ao diagnóstico ambiental dos efeitos das atividades humanas em relação à biodiversidade, corresponde a uma das primeiras etapas para a elaboração de um cenário para a proposição de diretrizes de um modelo de conservação da biodiversidade no contexto local e/ou regional. Apesar de longa e exaustiva, a caracterização ambiental proporciona aos administradores e aos usuários da unidade da

paisagem, a compreensão da dinâmica dos componentes sistêmicos estruturais e funcionais, em função dos tipos de usos e ocupação da terra no âmbito da mesma e de seu entorno imediato (PIRES, *et al.* 2000). De modo geral, as informações dos elementos estruturais da paisagem, obtidas com o uso de Sistemas de Informações Geográficas, têm sido disponibilizadas na forma de banco de dados georeferenciados dos fenômenos que ocorrem na paisagem, permitindo a combinação e a comparação de diferentes cenários no tempo e no espaço (PIRES, 1995).

Quando se admite, conceitualmente, a separação desenvolvimento-meio ambiente, pressupõe-se, necessariamente, que a ação humana constitui um elemento exterior ao meio natural sobre o qual exerce uma pressão – pressão antrópica – usualmente assimilada como fator nocivo à dinâmica ambiental. O ambiente natural não é separado das ações, ambições e necessidades humanas e, portanto, as tentativas de defendê-lo e de entendê-lo isoladamente dos interesses humanos, deram à palavra ambiente e ao seu tratamento analítico uma conotação ingênua. Tal ingenuidade afeta as abordagens conceituais e metodológicas, com desdobramentos e injunções políticas, econômicas e sociais presentes no território (BRUNDTLAND, 1987 apud BRASIL, 2001).

O Zoneamento ecológico econômico ZEE Brasil deve enfrentar o desafio conceitual de superar a contradição desenvolvimento-meio ambiente, articulando, em termos metodológicos e operacionais, o entendimento dessas dimensões presentes, concretamente, no território (BRASIL, 2001).

Finalmente, os zoneamentos em geral, e o Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE - Brasil), em particular, devem apresentar uma fase de normatização legal ou programática. Historicamente, os zoneamentos têm sido consolidados em leis, referendadas nos legislativos, mas que, freqüentemente, tornam-se “letras mortas” frente à realidade social e econômica do país. Várias experiências mostraram-se infrutíferas visto que os diagnósticos ou não foram considerados, ou então as leis não surtiram efeitos (BRASIL, 2001).

A análise das formas de atuação do homem sobre o meio ambiente biofísico deve considerar as crescentes injunções econômicas e políticas extra-locais, ultrapassando as concepções inventariais de levantamentos dos recursos e dos padrões de uso que marcam, ainda hoje, os procedimentos operacionais dos estudos ambientais.

É preciso substituir a dicotomia intrínseca à idéia de “pressão antrópica” por uma percepção abrangente e interligada da ação humana, transmitida pelas formas politicamente articuladas de apropriação e uso do território.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Considerando a necessidade e a importância de uma base de informações organizadas sobre o território municipal para o planejamento estratégico, este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização, análise e elaboração de uma proposta conceitual de zoneamento ecológico-econômico para o Município de Frederico Westphalen – RS, disponibilizando uma base de dados digital georeferenciados, na perspectiva de contribuir para a utilização sustentada dos recursos naturais disponíveis em cada uma das zonas parcialmente distintas, na superfície do Município de Frederico Westphalen

2.2 Objetivos Específicos

Realizar a caracterização dos elementos estruturais da paisagem do município de Frederico Westphalen com base em material cartográfico, imagens de satélite e informações complementares.

Identificar áreas ambientalmente comprometidas e realizar a caracterização dos riscos ambientais a que os componentes biota, solo e água estão submetidos nas diferentes unidades da paisagem do município.

Elaborar uma proposta de zoneamento ecológico-econômico para o Município de Frederico Westphalen, capaz de sustentar a elaboração de políticas para disciplinar os usos dos recursos naturais no âmbito municipal.

Promover melhorias na qualidade ambiental pela proposição de alternativas de uso dos recursos naturais disponíveis em cada uma das zonas identificadas no Município, com base nos princípios do desenvolvimento sustentável.

Chamar a atenção para os padrões de qualidade ambiental exigidos pela legislação ambiental Federal, Estadual e Municipal que devem ser observados no âmbito municipal e, na medida do possível, discutir e propor novos padrões de qualidade ambiental específicos para a situação de cada zona, sem ferir padrões mais restritivos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado considerando o espaço geográfico do Município de Frederico Westphalen, situado na Mesorregião do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul e na Microrregião Colonial de Iraí (FIGURA 2). Apresenta uma área de, aproximadamente, 262 km², limitando-se ao norte, com os municípios de Caíçara e Vicente Dutra, ao sul, com Seberi e Cristal do Sul, a leste, com Ametista do Sul e Iraí e a oeste, com Taquaruçu do Sul e Vista Alegre. Está localizado entre os paralelos 27°12'29'' e 27°25'45'' de latitude sul e 53°13'31'' e 53°30'13'' de longitude oeste, com uma população de 26.759 habitantes, dos quais 20.433 residem na área urbana, cuja sede dista, aproximadamente, 420 km da capital do Estado (IBGE, 1985; IBGE, 2000; DSG, 1979).

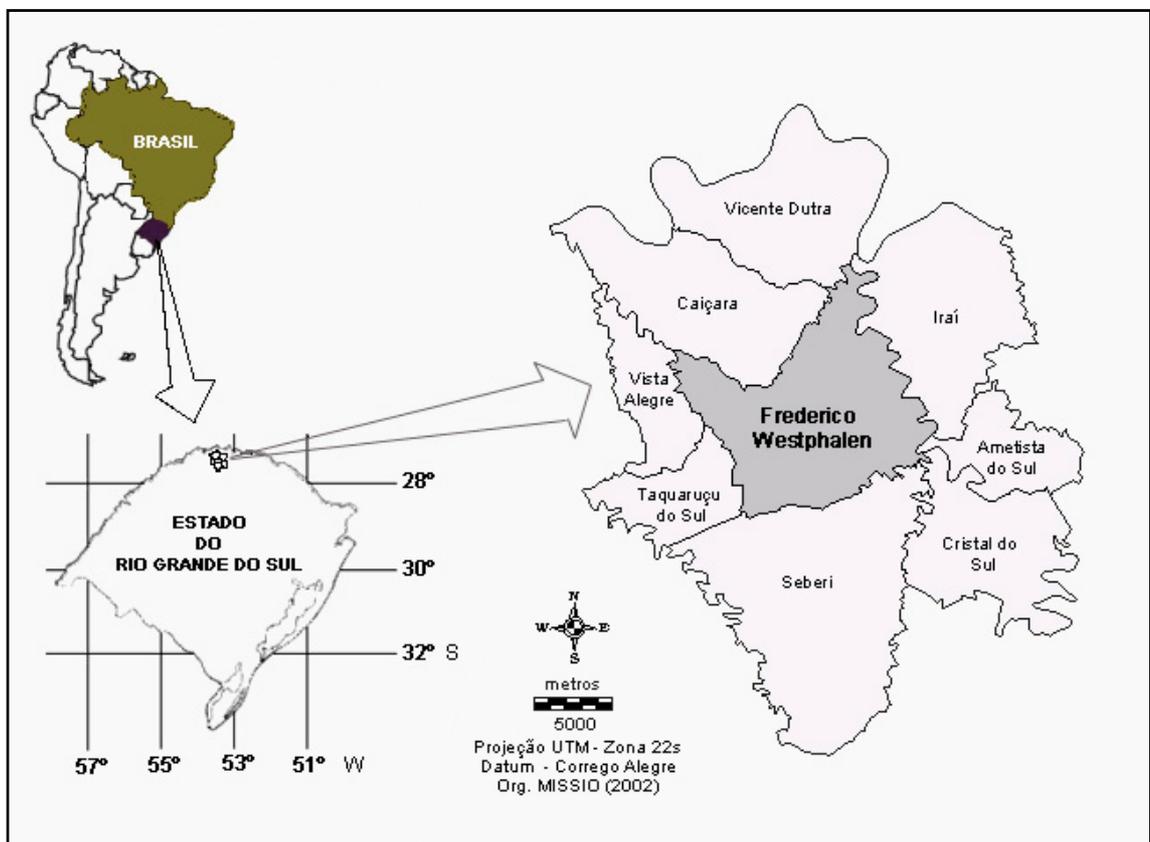


FIGURA 2: Localização geográfica do Município de Frederico Westphalen – RS.

O Município de Frederico Westphalen está situado na zona temperada, apresentando um clima classificado como mesotérmico e úmido, quase superúmido, sujeito a bruscas mudanças de tempo em qualquer época do ano, por sucessivas invasões de frentes frias. A variação climática sazonal é devida, principalmente, ao regime térmico. A temperatura média anual situa-se em torno de 18°C, sendo grande a amplitude térmica, cerca de 11°C, em média. Os verões costumam ser quentes, uma vez que a temperatura média, nesse período, é superior a 22°C e a média das máximas situa-se em torno de 31°C. Nessa estação é comum a ocorrência de alguns dias de forte calor, quando se registram máximas térmicas próximas de 41°C. Ao contrário, os invernos apresentam temperatura média em torno de 13°C, enquanto que as mínimas térmicas, predominam entre 6 e 10°C. Nesses períodos, já foram registrados valores inferiores a 0°C. De abril a outubro, a área está sujeita à ocorrência de geadas, cujo fenômeno geralmente, é registrado, de cinco a dez vezes por ano, em média. A precipitação média anual é elevada, geralmente entre 1.800 e 2.100 mm, sendo bem distribuídos ao longo do ano. As chuvas são suficientes para as necessidades ambientais de água durante o ano todo, não apresentando estação seca e, sim, um volume de 800 a 900 mm de água excedente e disponível para o escoamento superficial. Portanto, pela classificação de Köppen, Frederico Westphalen está localizado na zona climática fundamental temperada (C), apresentando clima fundamental úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa). Desse modo, o clima é descrito como subtropical úmido (Cfa), com chuva bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (EMBRAPA (2002); IBGE (1985)).

As principais características do regime de ventos, determinadas com base em observações realizadas na estação meteorológica da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, no período 1977-1994, tendo como referência a altura de 10 m, adotada, em todo o Brasil, pelo Instituto Nacional de Meteorologia, são apresentadas na TABELA 1, onde podem ser visualizadas a velocidade média e a velocidade máxima dos ventos, além da direção predominante. Entretanto, as principais características climáticas do extremo Sul do Brasil são determinados pelos fenômenos relacionados com a dinâmica da atmosfera (frentes meteorológicas) e fatores geográficos, como a orografia, a continentalidade e a maritimidade.

TABELA 1 - Velocidade média, máxima e direção predominante dos ventos observados na estação meteorológica da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, no período 1977-1994.

Meses	Velocidade média		Velocidade máxima	
	m/s	Direção predominante	M/s	Direção predominante
Jan	4,1	NE	28,0	N
Fev	3,9	NE	27,2	NW
Mar	3,8	NE	26,5	NW
Abr	4,0	NE	31,0	N
Mai	3,9	NE	34,1	S
Jun	4,2	NE	28,7	N
Jul	4,7	NE	40,0	NW
Ago	4,4	NE	24,8	W
Set	4,7	NE	41,3	N
Out	4,5	NE	38,8	S
Nov	4,3	NE	39,0	SW
Dez	4,2	NE	27,2	W

NE = Nordeste, N = Norte, NW = Noroeste, S = Sul, W = Oeste e SW = Sudoeste.
Adaptado de: EMBRAPA, 2002.

As massas de ar que influem na gênese do clima do Sul do Brasil são:

- Massa Tropical Marítima (Tm): com origem no anticiclone do Atlântico (30°S), caracteriza-se como quente e úmida e atua durante todo o ano no território rio-grandense.
- Massa Polar Marítima (Pm): com origem em latitudes subpolares, caracteriza-se como fria e úmida e atua no Rio Grande do Sul durante todo o ano, porém de forma mais ativa no inverno.
- Massa Tropical Continental (Tc): originária da região do Chaco, penetra no Rio Grande do Sul pelo oeste, caracterizando-se como quente e seca e de atividade mais intensa no verão.
- Massa Equatorial Continental (Ec): massa quente e úmida, penetra no Estado pelo noroeste, especialmente no verão, tendo como origem a planície amazônica.
- Entre os aspectos estáticos, a orografia influi particularmente no regime de chuvas, e a continentalidade e a maritimidade, no regime térmico.

Quanto às características do solo, predominam solos minerais, pouco profundos, suscetíveis à erosão, moderadamente drenados, ácidos e com elevados teores

de minerais primários, que fornecem nutrientes para as plantas (Brunizem avermelhado), associados a solos pouco desenvolvidos, rasos, geralmente bem drenados e com restrições ao uso agrícola, devido, principalmente, à pouca profundidade (solos Litólicos). Ocorrem, ainda, solos profundos, ácidos, com elevados teores de alumínio e apresentando problemas de fertilidade devido à pobreza de elementos nutritivos (Latossolo roxo) (BRASIL, 1973). Detalhes destes solos podem ser visualizadas na FIGURA 3.

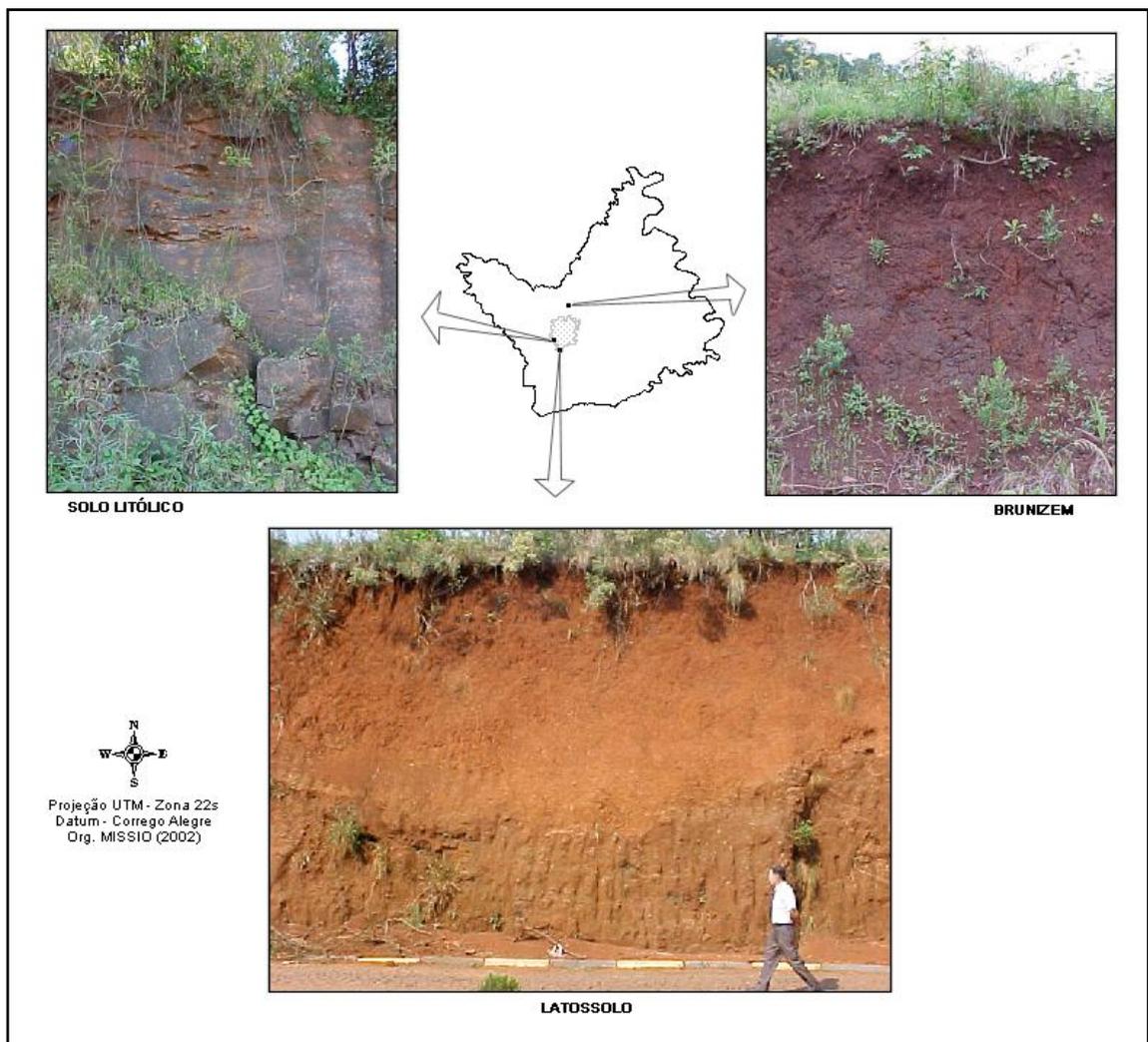


FIGURA 3: Detalhe dos solos que ocorrem no Município de Frederico Westphalen-RS.

O município de Frederico Westphalen possui um relevo de patamares estruturais modelado em rochas basálticas juro-cretáceas, da formação Serra Geral. Destacam-se dois padrões, formas convexas com relevo de topo convexo e formas tabulares com relevo de topo aplainado. A drenagem é estabelecida pelas formas do

relevo, associadas às direções do fraturamento, em certos trechos ao controle exercido pelo contato entre as seqüências de derrames. A rede hidrográfica pertence à bacia do Rio Uruguai, é bastante densa, distinguindo-se os Rios da Várzea e Pardo que drenam para o Rio Uruguai e os Lajeados Perau, Chiquinha, Mico e Castelinho, que drenam para o Rio da Várzea. A litologia e a estratigrafia da região apresentam uma certa uniformidade. O basalto constitui a maior unidade geológica, apresentando-se disposto em seqüências de derrames subhorizontais, com ligeiros mergulhos da ordem de 5° no sentido Oeste. Sua espessura varia de 300 a 1000 metros (ELETROSUL, 1979).

Os basaltos apresentam-se individualizados nos derrames em horizontes com características texturais e estruturais particulares, evidenciando três zonas características. A zona compacta apresenta um basalto denso, cinza escuro, preto e marrom avermelhado, consistindo a base do derrame. A zona amigdaloidal apresenta um basalto vesicular, amigdalóide com textura mesocristalina, rico em vidro vulcânico. A presença de vesículas e amígdalas preenchidas por minerais secundários como o quartzo, calcedônia, zeólitas, cloritas e minerais argilosos são abundantes. A zona de topo ou escoriácea corresponde à mistura de fragmentos de rocha com material sedimentar. De modo geral, os recursos minerais, dentro do limite da bacia hidrográfica do Rio Uruguai, são, até o momento, consideradas inexpressivas. Regiões de importância mineralógica são aquelas onde há exploração de ametista, da qual o Município de Frederico Westphalen faz parte, além de regiões balneárias de águas termais e minerais localizadas em cidades ribeirinhas ao longo do Rio Uruguai (ELETROSUL, 1979). A exploração de pedras preciosas é uma atividade comum nos municípios de Ametista do Sul, Iraí, Cristal do Sul, Rodeio Bonito, Planalto e Frederico Westphalen e é realizado em áreas de garimpo, como o da FIGURA 4, localizado na área rural do Município de Frederico Westphalen.

3.2 Caracterização e análise ambiental da área de estudo

A caracterização ambiental da área de estudo foi desenvolvida com base nas cartas topográficas, elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG, 1979), escala 1:50.000, editadas em 1979, que utilizam o sistema de

referência UTM (Universal Transverso de Mercator) com datum horizontal Córrego Alegre, localizadas na zona de projeção 22 S (TABELA 2), e de imagens do Satélite LandSat TM5, bandas 3, 4 e 5, cena 223/079, datadas de 1984 (15/10), 1989 (29/10), 1994 (27/10) e 1999 (15/09) (FIGURA 5). Para o registro e tratamento da imagem foram obtidos pontos e verificadas assinaturas espectrais de diferentes tipos de uso e cobertura da terra em campo com o auxílio de um aparelho receptor *Global Position System* (GPS).

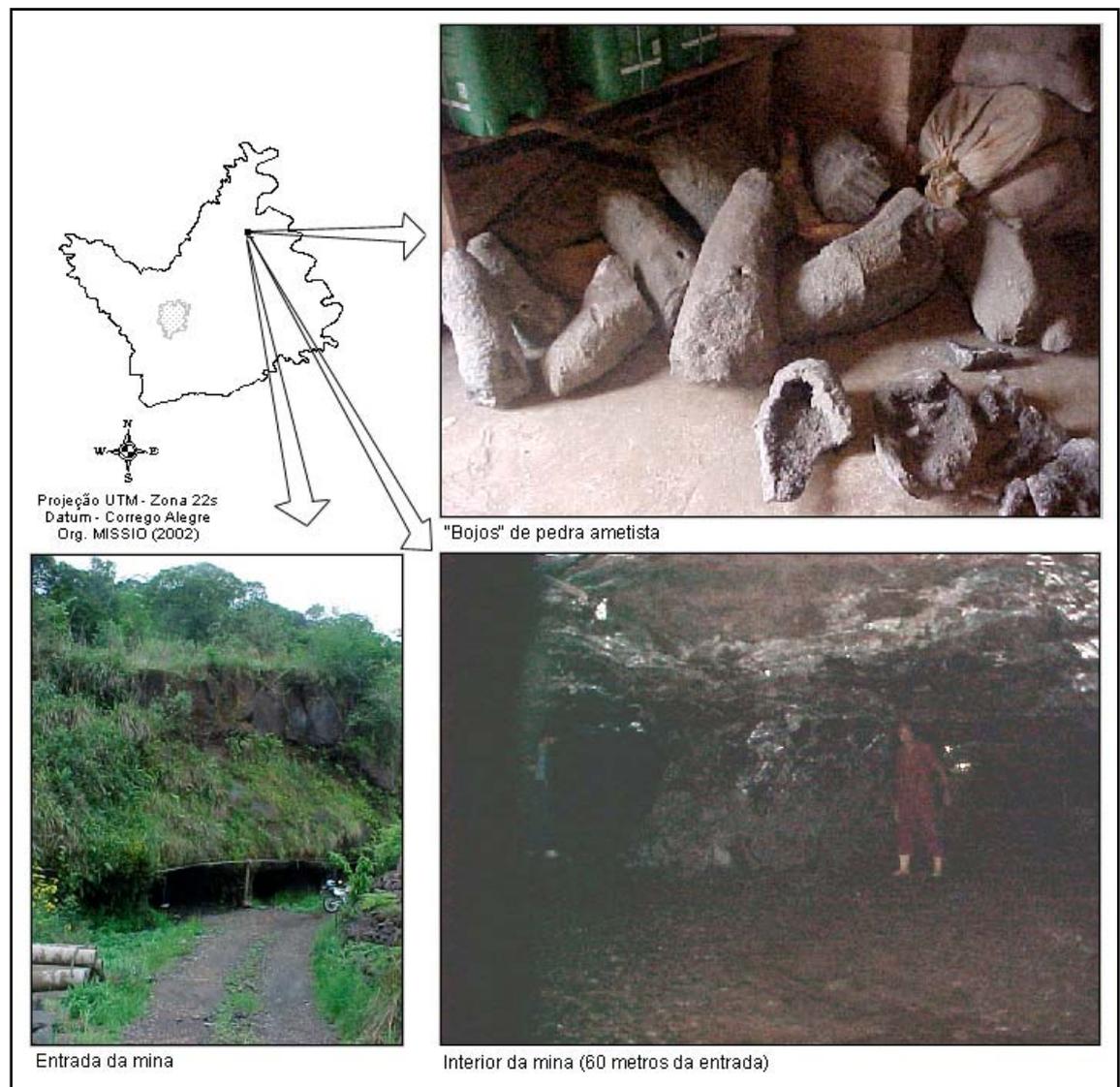


FIGURA 4: Área de garimpo de pedras preciosas no Município de Frederico Westphalen-RS, onde são extraídas, principalmente, ametistas e ágatas.

TABELA 2 - Relação das cartas topográficas utilizadas para a caracterização ambiental, do Município de Frederico Westphalen - RS.

Folhas	Mapa Índice (MI)	Denominação	Escala
SG.22-Y-C-II-1	2885/1	Iraí	1:50.000
SG.22-Y-C-II-4	2885/4	Planalto	1:50.000
SG.22-Y-C-II-3	2885/3	Frederico Westphalen	1:50.000
SG.22-Y-C-I-4	2884/4	Palmitinhos	1:50.000

Fonte: DSG (1979)

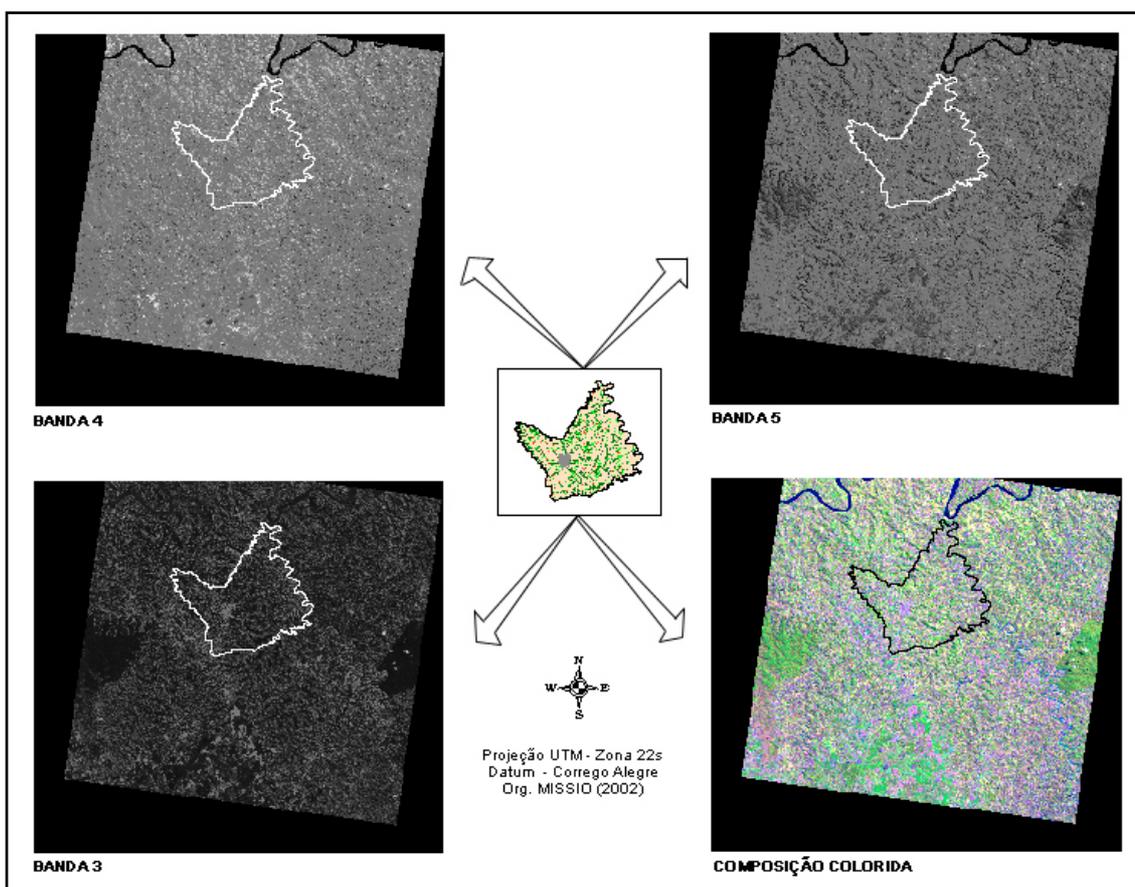


FIGURA 5: Imagens do satélite Landsat TM5-Bandas 3, 4, 5 e composição colorida.

Inicialmente, as informações contidas nas cartas da DSG foram digitalizadas em mesa digitalizadora, transformando as informações do formato analógico para o formato digital. O Software Cartalinx 1.2 (HAGAN, 1998) foi utilizado como interface entre a mesa e o usuário, sendo utilizado, também, para a edição e correção das informações. As imagens de satélite foram importadas para o SIG Idrisi 3.2 (EASTMAN, 1998), onde foi realizado o tratamento e de onde foram extraídas as informações relacionadas aos usos e ocupação da terra. As dúvidas, quanto à classificação do uso da terra, foram dirimidas em saídas a campo, quando áreas de cada

classe de uso e ocupação da terra foram visitadas e, com o auxílio do aparelho receptor GPS, amostradas na paisagem e comparadas à imagem de satélite classificada.

As informações obtidas com base nas cartas DSG e das imagens de satélite foram manipuladas com o auxílio do SIG Idrisi e, posteriormente exportadas para o SIG MapInfo 5.5 (MAPINFO PROFESSIONAL, GUIA DO USUÁRIO, 1998) e o Software Photoshop 5.5 para editoração final e impressão dos mapas referentes aos temas uso e ocupação da terra, hipsometria, clinografia, rede hidrográfica, malha viária, áreas de preservação permanente (APP) e riscos ambientais. O software Fragstats 3.01.01 (McGARIGAL, & MARKS, 1995) foi utilizado para interpretação e análise dos fragmentos de vegetação natural.

As etapas relacionadas com a elaboração, interpretação e análise dos mapas temáticos, para a caracterização e o diagnóstico ambiental da área de estudo, estão descritas no fluxograma apresentado na FIGURA 6.

3.2.1 Uso e ocupação da terra

Os mapas de uso e ocupação da terra, para os quatro períodos estudados, foram gerados com base nas imagens digitais de satélite pelo método de classificação supervisionada (método da verossimilhança) no SIG Idrisi. A definição e identificação do uso e ocupação da terra nas imagens de satélite foram obtidas por meio do método visual de interpretação, considerando as feições com base na textura, forma, cor e tamanho das manchas que permitiram a definição de áreas de treinamento.

Para isso, as imagens LandSat TM5, bandas 3, 4 e 5 em tons de cinza e a composição colorida (C.C.) obtida destas bandas, foram importadas pela função *Import*, gerando os arquivos *Raster* Banda 3 RST, Banda 4 RST, Banda 5 RST e C.C. RST. As imagens importadas foram submetidas à função *Resample* para obtenção das imagens georreferenciadas B3 geo RST, B4 geo RST, B5 geo RST e C.C. geo RST. Para o georreferenciamento foram utilizados pontos idênticos visíveis nas cartas topográficas e nas imagens de satélite, com base em pontos de reconhecimento em tela. Com base nas

coordenadas geográficas e de tela destes pontos foi gerado um arquivo de correspondência, o qual foi utilizado para a georreferência de cada uma das imagens.

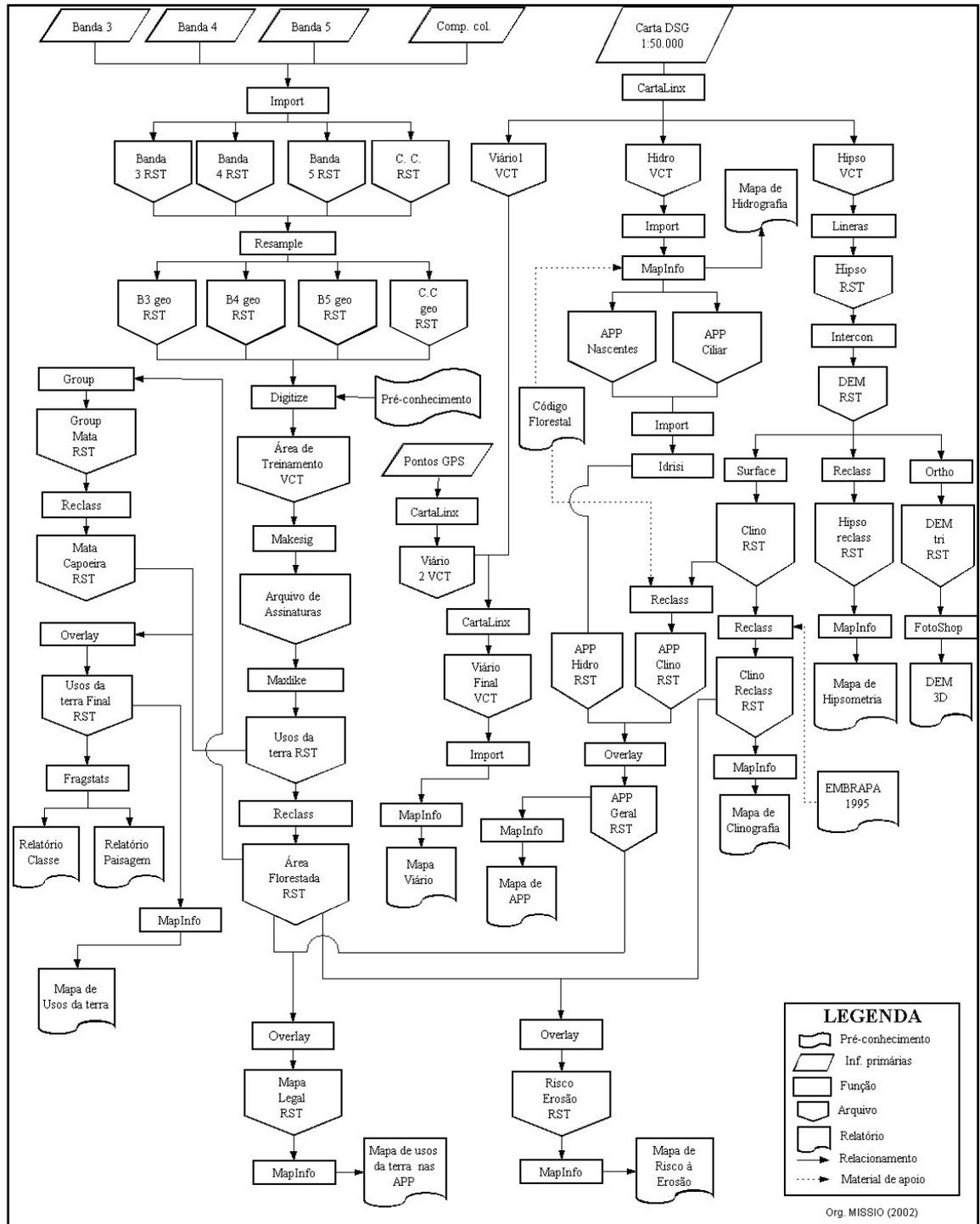


Figura 6: Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas, envolvidas na elaboração e análise dos mapas temáticos, para a caracterização e diagnóstico ambiental do Município de Frederico Westphalen RS.

A função *Digitize* foi usada na definição das áreas de treinamento, que, através do pré-conhecimento das características da região permitiu a identificação das áreas ocupadas por mata, pastagem, agricultura, água e área urbana, nas imagens visualizadas em tela, gerando o arquivo vetorial Área de Treinamento VCT, que, através da função *Makesig*, permitiu obter o arquivo de Assinaturas Multiespectrais SIG. A função *Maxlike*, aplicada a este arquivo, gerou o arquivo *Raster Usos da Terra RST*, que é a imagem classificada.

O arquivo Usos da Terra RST, submetido à função *Reclass* gerou o arquivo Área Florestada RST, que contém somente as áreas com vegetação natural, mata e capoeira.

A classe de uso capoeira, conforme definido para este trabalho, compreende as áreas de vegetação natural menores que 1 ha, compostas por capoeira, propriamente ditas, ou capões de mata. As áreas de capoeira, segundo AB'SABER (1997), são aquelas que apresentam vegetação em estágio arbustivo alto ou florestal baixo na sucessão secundária para floresta depois de corte, fogo e outros processos predatórios, enquanto que os capões de mata compreendem bosques pequenos de formação arbórea ou arbustiva isolado em um campo, podendo ser natural ou remanescente de corte.

O arquivo Área Florestada RST foi submetido à função *Group*, para obter o arquivo *Raster Group Mata RST*. Este foi submetido à função *Reclass* para separar os fragmentos menores que 1 ha, gerando o arquivo *Raster Mata Capoeira RST*. Este arquivo foi submetido à função *Overlay*, juntamente com o arquivo Usos da Terra RST, gerando o arquivo Usos da Terra Final RST, permitindo a identificação dos diferentes tipos de usos da Terra da paisagem em estudo. Este arquivo foi importado pelo MapInfo, no qual foi feita a edição final do Mapa de Usos e ocupação da Terra.

3.2.2 Hipsometria

A digitalização e classificação das curvas de nível, especializadas de 20 em 20 metros, com base nas cartas da DSG, permitiu dividir a área do município em oito classes hipsométricas, com intervalo de 50 metros.

Com base na digitalização das curvas de nível, em mesa digitalizadora com o auxílio do software CartaLinx, foi gerado o arquivo *Vetorial* Hipo VCT que, através da função *Lineras* do Idrisi, gerou um arquivo no formato *Raster*, denominado Hipo RST. Com base neste arquivo, utilizou-se a função *Intercom* para gerar o arquivo DEM RST (*Digital Elevation Modell*). A função *Reclass*, aplicada no arquivo DEM, gerou o arquivo *Hipo Reclass RST*, que foi importado para o MapInfo, para edição final, gerando o relatório Mapa de Hipsometria. O arquivo DEM RST foi submetido à função *Ortho* para gerar o arquivo DEM TRI, que é a representação tridimensional do DEM. Este foi editado no Adobe Photoshop, para gerar o relatório DEM 3D.

3.2.3 Clinografia

O arquivo Clino RST foi obtido pela função *Surface*, aplicada sobre o arquivo DEM. Utilizou-se a função *reclass* sobre o arquivo Clino RST, para gerar o arquivo *raster* Clino Reclass RST, o qual foi importado para o MapInfo, dando origem ao relatório Mapa de Clinografia. As classes clinográficas foram definidas com base nos critérios estabelecidos pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 1995).

3.2.4 Rede hidrográfica

O processo de digitalização dos cursos de água gerou, primeiramente, o arquivo *vetorial* Hidro VCT, que foi importado e editado no MapInfo, gerando o relatório Mapa de Hidrografia.

A densidade de drenagem total ($DDt = \sum Li/A$), que expressa o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, foi estimada pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (intermitentes e perenes) de cada bacia hidrográfica (Li) e sua respectiva área de drenagem (A). O comprimento da rede hidrográfica de cada uma das bacias hidrográficas e da área total do município foi obtido com base no SIG MapInfo. A densidade de drenagem foi considerada pobre, quando era menor que 7,5 m/ha; mediana, quando estava entre 7,5 a 15 m/ha; e rica, quando era maior que 15 m/ha (DNAEE-EESC, 1980).

3.2.5 Malha viária

O mapa da malha viária foi elaborado com base na digitalização das estradas nas cartas topográficas via mesa digitalizadora, gerando o arquivo *vetorial* Viário 1 VCT. A atualização da rede viária foi realizada com auxílio de um aparelho receptor de GPS, através da obtenção dos pontos dos percursos que não constam nas cartas da DSG (1979), gerando, inicialmente, o arquivo Pontos GPS, no formato texto, o qual foi importado para o Software Cartalinx, gerando o arquivo Viário 2 VCT. Os arquivos Viário 1 VCT e Viário 2 VCT, foram unidos em um único arquivo denominado Viário Final VCT. Este, importado para o MapInfo, gerou o relatório mapa viário.

3.2.6 Áreas de preservação permanente (APPs)

Este mapa foi elaborado com base nos mapas da hidrografia e da clinografia, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro, que considera APP as florestas e as demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em uma faixa marginal variável de 30 a 500 metros, em função da largura do curso, ao redor das

nascentes em uma área de 50 metros de raio e, nas encostas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive (Lei 4771/65 de 15 de setembro de 1965 e Resolução CONAMA n° 303, de 20 de março de 2002).

O arquivo Hidro VCT foi importado para o MapInfo, onde foi determinada a faixa de preservação permanente que apresenta largura proporcional à largura do rio e de 50 metros nas áreas de nascente, gerando os arquivos APP Nascente e APP Ciliar. Estes arquivos foram importados para o Idrisi, gerando o arquivo APP Hidro RST.

O arquivo APP Clino RST foi obtido pela aplicação da função *Reclass* sobre o arquivo Clino RST, comparando-o com os dados obtidos do Código Florestal.

A sobreposição dos arquivos *raster* APP Hidro RST e APP Clino RST, pela função *Overlay*, gerou um arquivo *raster* dos cursos de água e da clinografia, denominado de APP Geral RST, o qual foi editado no MapInfo, permitindo a elaboração do relatório Mapa de APP.

3.3 Análise dos Riscos Ambientais

3.3.1 Riscos ambientais ao componente biota

A análise do componente biota foi restrita à paisagem e aos fragmentos de mata, tomando-se como base para análise, algumas das métricas relacionadas à paisagem e a cada uma das classes de uso e ocupação da terra na paisagem, obtidas pelo software Fragstats.

Para gerar estas métricas, o arquivo *Raster Usos da Terra Final RST*, referente ao cenário de 1999, foi submetido ao software Fragstats, gerando relatórios

com parâmetros determinantes para análise do grau de fragmentação das unidades da paisagem (Relatório Paisagem LAND) e, especificamente, para o tipo de ocupação da terra caracterizado como mata (Relatório Classe CLASS).

Atualmente, um grande número de métricas consagradas por trabalhos de décadas vem sendo usado de modo progressivo para avaliar e quantificar as paisagens. O software Fragstats apresenta um papel ímpar na área da ecologia da paisagem ao disponibilizar inúmeras métricas num único pacote. Entretanto, exige um conhecimento profundo na escolha das escalas e dos parâmetros relevantes para a análise espacial da paisagem (VOLOTÃO, 1998). As métricas consideradas neste trabalho foram: área dos fragmentos, número, tamanho médio, densidade, perímetro, densidade de bordas, índice de forma, área de bordas, e área de interior dos fragmentos de mata. Estas métricas foram estabelecidas com base no trabalho de revisão sobre quantificação dos padrões espaciais da paisagem de GUSTAFSON (1998).

3.3.2 Riscos ambientais aos componentes solo e água

3.3.2.1 Risco potencial à erosão

Entre os riscos ambientais ao componente solo e água, no Município de Frederico Westphalen, os riscos à erosão foram avaliados e mapeados, levando-se em consideração as características do relevo, associadas às informações disponíveis no Código Florestal Brasileiro e no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 1995), no tocante à declividade.

O mapa de riscos à erosão foi elaborado, considerado-se os mapas de clinografia e usos e ocupação da terra, criando-se quatro classes de risco, que são descritas a seguir:

Risco mínimo: Esta classe compreende as áreas ocupadas com as classes de uso da terra mata e capoeira. Nesta classe de risco, não foi considerado a declividade dos solos, porque estas representam as formas de uso natural do solo, que evoluíram em conjunto, durante o processo de formação do solo e, por isso representam a condição de proteção máxima do recurso natural solo. Qualquer outra forma de utilização dessas áreas aumentaria os riscos de degradação independente da declividade.

Risco menor: Esta classe compreende as áreas utilizadas com algum tipo de uso antrópico e localizadas em áreas onde a declividade está entre 0 e 20% que, segundo o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 1995), são terras em que a suscetibilidade à erosão varia desde terras não suscetíveis, em locais planos, à suscetibilidade forte nas áreas com relevo ondulado, onde a declividade está próxima a 20%. Entretanto, são terras em que a erosão pode ser prevenida, desde que utilizadas práticas intensivas de controle à erosão.

Risco intermediário: Compreende as áreas utilizadas com algum tipo de uso antrópico em relevo forte ondulado e com suscetibilidade à erosão muito forte onde a declividade varia entre 20 e 45% e, o uso agrícola é muito restrito, considerando que, na maioria dos casos, o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.

Risco maior: Compreende as áreas utilizadas com algum tipo de uso antrópico onde a declividade é igual ou superior a 45%. Estas terras apresentam relevo montanhoso, onde a suscetibilidade à erosão é extremamente forte e o uso agrícola não é recomendado, sob pena de serem totalmente erodidas. São terras que, segundo o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, devem ser destinadas à preservação ambiental. Entretanto, segundo o Código Florestal Brasileiro (Artigo 10) em áreas com declividade entre 45 e 100% não é permitida a derrubada de florestas, sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Os arquivos Clino Reclass RST e Área Florestada RST, submetidos à função *overlay*, geraram o arquivo *raster* Risco Erosão RST, o qual foi editado no MapInfo, obtendo-se o relatório Mapa de Riscos à Erosão.

3.3.2.2 *Uso e ocupação da terra nas APPs*

As APPs, de acordo com a legislação, são destinadas à preservação ambiental com a manutenção da vegetação nativa. No Município de Frederico Westphalen, grande parte das APPs encontra-se com algum uso antrópico. Para analisar a situação, as APPs foram classificadas em áreas condizentes com a legislação e áreas não condizentes com a legislação. As áreas condizentes são aquelas que se encontram com vegetação nativa, mata ou capoeira, enquanto que nas áreas não condizentes foram incluídos os usos antrópicos praticados como agricultura, pastagens, área urbana e outros.

Para obtenção do mapa de uso da terra nas APPs, para o ano de 1999, o arquivo Área Florestada RST, correspondente ao ano de 1999, foi sobreposto ao arquivo APP Geral RST, pela função *overlay*, gerando o arquivo *raster* Mapa Legal RST, que foi editado no MapInfo, permitindo, assim, a obtenção do relatório Mapa de Uso da Terra nas APPs, para o ano de 1999.

3.3.2.3 *Riscos de contaminação ambiental*

Os riscos de contaminação ambiental, a que os diferentes cenários do município estão sujeitos, principalmente em relação aos componentes solo e água, estão descritos a seguir:

- sólidos em suspensão provenientes de áreas urbanas desprovidas de sistema de tratamento de efluentes;

- assoreamento dos mananciais hídricos por erosão em áreas agrícolas de baixa aptidão ou por manejo inadequado do solo;
- acúmulo de pesticidas em áreas agrícolas ou metais em áreas industriais, comerciais ou de prestação de serviços;
- acúmulo de dejetos orgânicos resultantes de atividades agropecuárias e/ou industriais
- degradação visual em áreas de descarte de rejeitos provenientes da atividade de mineração e processamento de pedras preciosas.

Estes riscos são decorrentes das atividades industrial, comercial, prestação de serviços e agropecuária. Em relação à atividade industrial, comercial e prestação de serviços, foram mapeados apenas algumas empresas que são representativas de cada atividade, considerando que a maioria se encontra na área urbana e o grande número de pequenas empresas inviabilizaria a representação em um mapa na escala 1:50.000.

Na agropecuária, a suinocultura é a atividade econômica mais importante para o município mas, apresenta alto potencial de contaminação ambiental. Por este motivo, foram cadastradas e mapeadas todas as granjas com criação comercial de suínos.

Os mapas referentes à suinocultura, indústria, comércio e prestação de serviços foram obtidos em campo através da coleta das coordenadas de suas respectivas localizações, utilizando-se um aparelho receptor de GPS, gerando um arquivo no formato texto (extensão wpt), o qual foi transformado para o formato vetorial. A transformação foi realizada utilizando o software Cartalinx, onde os pontos foram inseridos em um arquivo já existente e que continha outras informações sobre o Município de Frederico Westphalen, gerando o arquivo que originou o mapa de suinocultura e o mapa de indústria, comércio e prestação de serviços.

A distância das pocilgas aos corpos hídricos mais próximos foi obtida utilizando-se a metodologia descrita por RUBERT (2003), que utiliza o aplicativo CartaLinx, através da opção *XY input*, onde foi informada a coordenada UTM da

pocilga e corpo hídrico mais próximo, em uma base georreferenciada com o mesmo sistema de referência dos dados coletados através de receptor GPS. Foi definido, assim, o segmento de reta entre os dois pontos mapeados. A distância entre os dois pontos foi calculada pelo teorema de Pitágoras, (1).

$$D^2 = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 \quad (1)$$

Onde:

X_1 = coordenada X do ponto 1 (Pocilga)

X_2 = Coordenada X do ponto 2 (Curso de água)

Y_1 = coordenada Y do ponto 1 (Pocilga)

Y_2 = Coordenada Y do ponto 2 (Curso de água)

Para cada segmento de reta foi atribuído um identificador correspondente a cada uma das pocilgas. O comprimento de cada segmento foi obtido através do campo *length* do CartaLinx.

3.4 Zoneamento Ecológico-Econômico

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Frederico Westphalen, que utilizou como base a metodologia descrita no ZEE Brasil (BRASIL, 2001; BRASIL, 2002), foi executado em quatro fases de trabalho que abrangeram o planejamento do projeto, o diagnóstico ambiental, o prognóstico e a implementação.

A fase de planejamento consistiu na definição da metodologia utilizada para elaboração da proposta de zoneamento ambiental, bem como da caracterização e análise da paisagem do município. O diagnóstico consistiu da interpretação dos resultados obtidos na fase de caracterização da paisagem do município. O prognóstico consistiu na elaboração do quadro da situação atual e os cenários tendenciais e as zonas de planejamento do município. O processo de implementação do zoneamento

ecológico-econômico do município deverá considerar os aspectos legais e programáticos da normatização, bem como a sua integração aos planos de gestão. Obviamente, esta última fase foi apenas delineada, pois a implementação do zoneamento somente seria possível após discussões com a sociedade, os setores usuários de recursos naturais e os poderes públicos.

A proposta de zoneamento ambiental, elaborada para o Município de Frederico Westphalen, foi desenvolvida com base na caracterização ambiental considerando as características geomorfológicas, uso e ocupação da terra, atividades desenvolvidas e o conhecimento e a experiência dos pesquisadores envolvidos. Para isso, foi utilizado o banco de dados georeferenciados, que disponibilizou as cartas temáticas de hipsometria, clinografia, hidrografia, APPs, usos e ocupação da terra e malha viária da área de estudo.

As cartas temáticas digitais foram sobrepostas com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs-IDRISI e MapInfo) e o zoneamento ambiental foi definido levando-se em consideração alguns dos procedimentos recomendados pelas Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (BRASIL, 2001; BRASIL, 2002), que propõe que os cenários devem ser elaborados dentro do contexto genérico, considerando-se, de um lado, os valores naturais e humanos do território e, de outro, o contexto regional, nacional e global do mundo contemporâneo.

A análise dos cenários foi realizada com base na análise lógico-intuitiva, a qual não utiliza nenhum algoritmo matemático, mas está baseada no conhecimento e experiência dos pesquisadores envolvidos e, avaliação de impactos cruzados, que se baseia no pressuposto da existência de inter-relações de eventos futuros, conduzidos por meio da discussão entre técnicos em relação aos resultados de sobreposições consecutivas. Este método baseia-se, em geral, em um grupo de características ambientais (físicas, ecológicas, sociais, estéticas, etc.) que foram analisadas e mapeadas. Diversos mapas derivados foram sobrepostos para produzir uma caracterização composta dos componentes ambientais, com base na qual foi possível identificar

alternativas locacionais relacionadas aos diferentes usos da terra e dos recursos naturais, sendo possível a separação de áreas parcialmente homogêneas e suficientemente distintas entre si, na superfície do município. A facilidade de visualização dos resultados e a grande flexibilidade metodológica permite que o usuário determine o grau de complexidade do zoneamento.

As unidades de intervenção (zonas) são áreas delimitadas em função da correlação dos produtos sintéticos gerados nas fases de caracterização e análise ambiental, que são fundamentais para as discussões técnicas, institucionais e organismos civis envolvidos no processo de zoneamento.

As etapas relacionadas à interpretação, análise dos mapas temáticos e elaboração da proposta conceitual de Zoneamento Ecológico-Econômico para o Município de Frederico Westphalen, em uma primeira aproximação, estão descritas no fluxograma apresentado na FIGURA 7.

Os arquivos Hipsó RST, Clino RST, Usos da Terra RST, Hidro VCT APPs RST e Viário VCT foram importados para o MapInfo, gerando os arquivos Hipsó TAB, Clino TAB, Usos TAB, Hidro TAB, APPs TAB e Viário TAB.

Com base no arquivo Hipsó TAB, delineou-se o primeiro traçado das zonas, chamado de zonas h. Estas zonas foram sobrepostas ao arquivo Clino TAB, gerando as zonas hc, que foram sobrepostas ao arquivo Usos TAB, originando as zonas hcu. Estas zonas foram sobrepostas ao arquivo Hidro TAB, gerando as zonas hcuih, às quais foram sobrepostas ao arquivo APPs TAB, originando as zonas hcuih, por último, sobrepos-se às zonas o arquivo Viário TAB, gerando as zonas hcuihv. Desta última, gerou-se o arquivo Zoneamento final TAB, que deu origem ao Mapa de Zoneamento Ambiental do Município de Frederico Westphalen – RS.

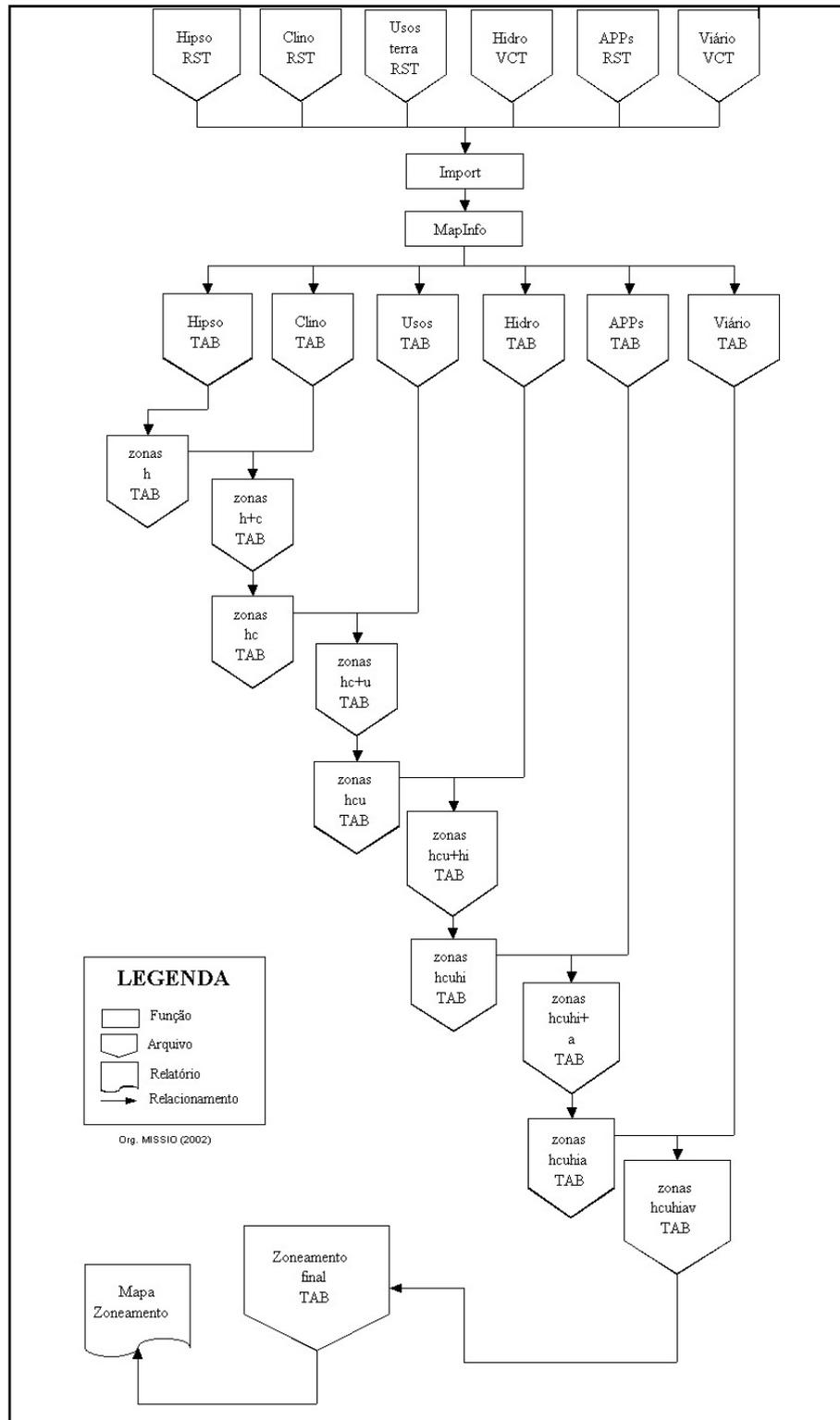


FIGURA 7: Fluxograma descrevendo as etapas metodológicas envolvidas na elaboração da proposta de zoneamento ambiental do Município de Frederico Westphalen – RS. (h = mapa de hipsometria; c = mapa de clinografia; u – mapa de uso da terra; hi = hidrografia; a = mapa de áreas de preservação permanente; v = mapa da malha viária).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do século passado, tropeiros começaram a trafegar pela região Noroeste do Rio Grande do Sul, quando se deslocavam em direção aos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Nestas viagens paravam para descansar e dar de beber aos cavalos junto à nascente do Lajeado Perau, onde a floresta era espessa, formando um imenso tapete verde escuro, com ampla diversidade de espécies. A água que brotava junto às pedras, atraía os passantes para horas de descanso. Neste local, em 1919 foi instalado um barril e uma bica junto à nascente do lajeado para facilitar o acesso à água, tanto para os animais como para as pessoas, representando a primeira infra-estrutura instalada no local onde, posteriormente, se formou o povoado que recebeu o nome Barril. No dia 15 de novembro de 1928 este povoado foi transformado em distrito, mudando o nome para Frederico Westphalen. Em 15 de dezembro de 1954, a lei nº. 2.525 foi assinada pelo Governador Ernesto Dorneles, criando, assim, o município de Frederico Westphalen (BATTISTELLA, 1969).

O desenvolvimento do município, desde a sua origem, vem sendo construído com base na agricultura familiar, com a produção voltada inicialmente para a subsistência da família e dos animais domésticos, comercializando-se os excedentes. Segundo RIZATTI (1996), a ocupação da área florestal do Alto Uruguai, no Rio Grande do Sul, é decorrência da legislação Castilhistas que se caracterizou pelo minifúndio de economia familiar, que continua presente no município, na atualidade.

A análise da estrutura fundiária revela que, em 1996, das 1.380 propriedades existentes no município, 456 tinham área menor que 10 ha e apenas duas possuíam mais que 100 ha, predominando a condição de proprietários da terra em 89% dos casos (IBGE, 1996). Em 1999 o número de propriedades aumentou para 1.453.

Atualmente, a estrutura fundiária, baseada na pequena propriedade, com uma média de 17,65 ha/propriedade, não é o fator limitante que afeta a renda dos agricultores. Segundo FLORES (2002), o baixo padrão tecnológico associado à

dificuldade de gerenciamento e a assistência técnica deficiente, são mais importantes. Este pesquisador afirma que a falta de organização e planejamento das entidades de assistência técnica, principalmente as públicas, que não demonstram clareza nos seus objetivos, dificultam a aceitação e adoção das recomendações técnicas pelos agricultores, estabelecendo-se uma inércia que impossibilita a quebra do elo de atraso, sendo necessárias ações modernizadoras que abram caminho ao desenvolvimento sustentável e que aumente a renda regional.

As políticas agrícolas nacionais e estaduais, desde longo prazo, que apresentam maiores incentivos para os produtos de exportação, determinaram grandes modificações no setor primário do município, porque os agricultores passaram a desenvolver atividades que faziam parte das políticas oficiais de crédito e assistência técnica, desconsiderando a realidade dos agricultores e de suas propriedades, deixando de desenvolver atividades características da cultura dos imigrantes que colonizaram o município, comprometendo a diversificação de atividades características da agricultura familiar.

A situação atual da área revela uma economia estagnada, dependente, basicamente, da agricultura em um ambiente desgastado, que apresenta alta vulnerabilidade.

Entre as atividades econômicas, predomina na economia municipal a agricultura, envolvendo as culturas agrícolas, a pecuária e a agroindustrialização, com 58% do PIB, seguido pela área de prestação de serviços com 33% e a indústria e comércio com 9% (FEE, 2000).

Entre as atividades agrícolas, a suinocultura é a atividade econômica mais importante para a economia do município, representando 37% da renda agrícola, porém, muitos agricultores não possuem infra-estrutura adequada, principalmente para o tratamento dos dejetos, que acabam comprometendo a qualidade dos solos e da água, além de contribuir com o aumento da proliferação de insetos. A produção de folhas de fumo é responsável por 30% da renda agrícola e apresenta importância equivalente à produção de grãos de milho e soja. Estas atividades contribuem para o

comprometimento da qualidade ambiental, pela utilização intensa de agrotóxicos, no caso da fumicultura, enquanto que as culturas da soja e do milho, principalmente, pela necessidade de áreas maiores, muitas vezes associadas a práticas inadequadas de manejo do solo, além da utilização de agrotóxicos (FLORES, 2002). Considerando-se a área plantada, as culturas do milho e da soja são as que ocupam as maiores áreas, seguidas pelas culturas do fumo e feijão (IBGE, 2000).

A economia modernizada encontra-se emergente e com amplo potencial para quebrar a inércia em que se encontra o sistema econômico municipal. A agrossilvicultura e a fruticultura associadas à agroindústria, a aqüicultura, a silvicultura, associada à indústria moveleira e o turismo, desde que desenvolvidas de forma sustentável, são exemplos de atividades que podem influenciar direta ou indiretamente os setores da economia tradicional.

4.1 Bacias hidrográficas

O Município de Frederico Westphalen está localizado na Região geográfica pertencente ao Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica Passo Fundo-Várzea, que é composto pelas bacias hidrográficas do Rio Passo Fundo e do Rio da Várzea. Este Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica ainda não foi implementado e encontra-se em processo de discussão com a comunidade, destacando-se a iniciativa e a vontade de membros e instituições das comunidades do Rio da Várzea em desmembrar este Comitê em dois, de acordo com as bacias hidrográficas dos Rios da Várzea e Passo Fundo.

No Município de Frederico Westphalen foram delimitadas, a partir dos divisores de água, cinco bacias hidrográficas, que são: bacias hidrográficas dos Lajeados Mico (LMI), Castelinho (LCA), Perau (LPE), Chiquinha (LCH) e do Rio Pardo (RPA). Estas bacias estão representadas na FIGURA 8 e caracterizadas na TABELA 3.

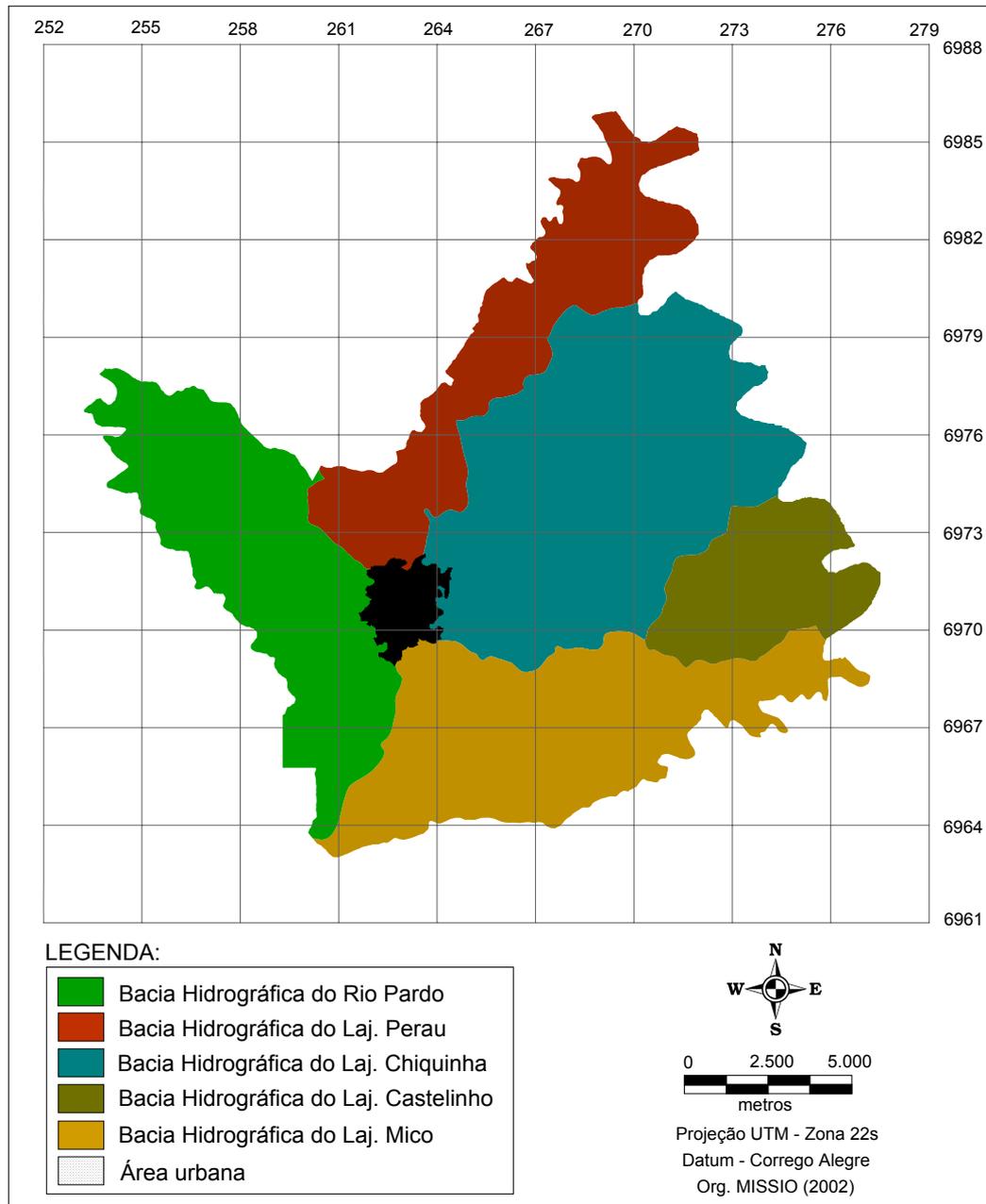


FIGURA 8: Mapa das Bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen – RS.

TABELA 3 - Descrição das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen - RS.

Bacias	Sigla	Área (ha)	Área (%)
Lajeado Perau	LPE	4.255	16,24
Lajeado Chiquinha	LCH	8.361	31,92
Rio Pardo	RPA	5.415	20,67
Lajeado Mico	LMI	5.817	22,20
Lajeado Castelinho	LCA	2.349	8,97
Área Total		26.197	100

4.2 Caracterização e análise ambiental

4.2.1 Usos e ocupação da terra

As diferentes formas de intervenção do homem no meio ambiente, na perspectiva do atendimento de suas necessidades quer sejam agrícolas, industriais, urbanas, etc., através de técnicas que evoluem e se intensificam com o tempo, determinam os usos e ocupação da terra no presente.

A demanda socioeconômica tem influenciado o uso inadequado dos recursos naturais por meio de diversos processos modificadores, entre os quais podem ser destacados a revolução verde, que corresponde à evolução produtiva na agricultura, além da revolução industrial, inserindo modificações e pressões sobre os recursos naturais (CRISCUOLO, 2000).

Como consequência, os impactos das atividades antrópicas sobre os recursos naturais causam modificações na paisagem por desmatamentos que levam à fragmentação dos ecossistemas e pela substituição da vegetação nativa por reflorestamentos, pastagens, cultivos e edificações.

Novas formas de plantio, criação e produção industrial foram e continuam sendo estabelecidas a cada dia, aumentando a quantidade e os tipos de poluentes, produzindo modificação na estrutura da paisagem, contribuindo para a perda de biodiversidade em suas diferentes formas, tais como, habitats, espécies, funcional e genética.

Ao longo do Rio Uruguai e seus afluentes, antes do início da colonização, se estendia uma densa floresta, caracterizada por um estrato arbóreo superior formado por árvores altas e emergentes, na sua maioria decíduas. Como árvores emergentes dominavam principalmente a grápia (*Apuleia leiocarpa*), sem dúvida a árvore mais freqüente ao longo das encostas do Rio Uruguai, o angico-

vermelho (*Parapitadenia rigida*), a canafístula (*Peltophorum dubium*), a timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), o louro (*Cordia trichotoma*) e a canjerana (*Cabranea canjerana*). Durante o inverno, quando as árvores emergentes, na sua maioria, perdem as folhas, apresenta-se a floresta como decidual. O estrato não emergente é denso, constituído por árvores perenifoliadas, onde predominam as lauráceas como a canela-preta, a canela-amarela (*Nectandra megapotamica*), a canela-guaicá (*Ocotea puberula*), acompanhadas pela guajuvira (*Patagonula americana*). O estrato das arvoretas é formado principalmente pelo cincho (*Sorocea bonplandii*), a laranjeira-do-mato (*Actinostemon concolor*) e o catiguá ou quebra machado (*Trichilia claussenii*), arvoretas que constituem cerca de 40 a 70% do estrato, dando-lhe um aspecto de grande homogeneidade fitofisionômica. As epífitas são bastante raras, não obstante a presença do guaimbé (*Philodendron selloum*) emprestar à floresta do Alto Uruguai um aspecto típico (REITZ, 1990).

De acordo com o inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul, (SEMA, 2002), a região do Alto Uruguai, onde está localizado o Município de Frederico Westphalen, é classificada como Floresta Estacional Decidual, onde foram encontradas 229 espécies pertencentes a 63 famílias. As principais espécies encontradas foram a *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Alchornea triplinervia* (tanheiro), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Casearia sylvestris* (chá-de-bugre), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Patagonula americana* (guajuvira), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-braco), *Allophylus edulis* (chal-chal).

A vegetação nativa do Município de Frederico Westphalen ocupava, originalmente, todo o território municipal, mas sofreu profundas modificações com a introdução da agricultura. A cobertura vegetal atual caracteriza-se pela predominância de capoeiras em diferentes níveis, agricultura diversificada e demais atividades agrárias (IBGE, 1985).

O uso e a cobertura atual da terra constituem uma informação de grande importância para o diagnóstico do município, pois permite uma visão integrada da

ocupação atual, com a extensão e com a localização de cada tema mapeado. Entretanto, segundo GUSTAFSON (1998), qualquer estudo que relacione padrão espacial e processo ecológico deve considerar a dinâmica temporal da paisagem. O mosaico de uso da terra apresenta variações temporais e espaciais. A rotação de culturas, ao longo dos anos, em áreas agrícolas e práticas silviculturais e regeneração de áreas naturais produzem mudanças significativas na paisagem ao longo de décadas.

A avaliação dos usos da terra, para os quatro períodos analisados neste trabalho, coincide com o final do ciclo das culturas de inverno, que são colhidas nos meses de outubro e novembro, e início do ciclo das culturas de verão, que começam a ser plantadas em agosto e continuam até janeiro. Neste contexto, foi possível identificar seis classes de usos e ocupação da terra que são: mata, capoeira, pastagens, agricultura água, e área urbana, relacionados a cenários de quatro períodos distintos: 1984, 1989, 1994 e 1999 (FIGURA 9).

A paisagem, no Município de Frederico Westphalen sofreu grandes alterações no uso e na cobertura das terras, desde a colonização, especialmente em relação à cobertura natural, que ocupa, atualmente, menos de 20% da superfície e se apresenta sob a forma de fragmentos, geralmente isolados entre áreas de cultivo ou de pastagens (TABELA 4 e FIGURA 10), situação semelhante à constatada por outros pesquisadores em outras regiões de estudo (PAN, *et al.*, 2001; CRUZ *et al.*, 1998; PIRES *et al.*, 1998; PARANHOS FILHO, *et al.*, 1998).

No ano de 1999, apenas 18,57% da superfície do Município de Frederico Westphalen estava ocupada pela classe mata e 1,87% pela classe capoeira, que são as classes de uso mais próximos ao uso natural do solo (TABELA 4 e FIGURA 10).

A classe de uso capoeira foi diferenciada da classe mata pelo tamanho das áreas, definindo-se como capoeira as áreas naturais menores que um ha compostas, geralmente, por capoeira, propriamente dita, ou por capões de mata. Esta diferenciação foi adotada em função da maior vulnerabilidade a que os fragmentos de pequeno porte estão sujeitos, embora a forma dos fragmentos, em alguns casos, é mais significativa que a área na determinação da vulnerabilidade das áreas naturais.

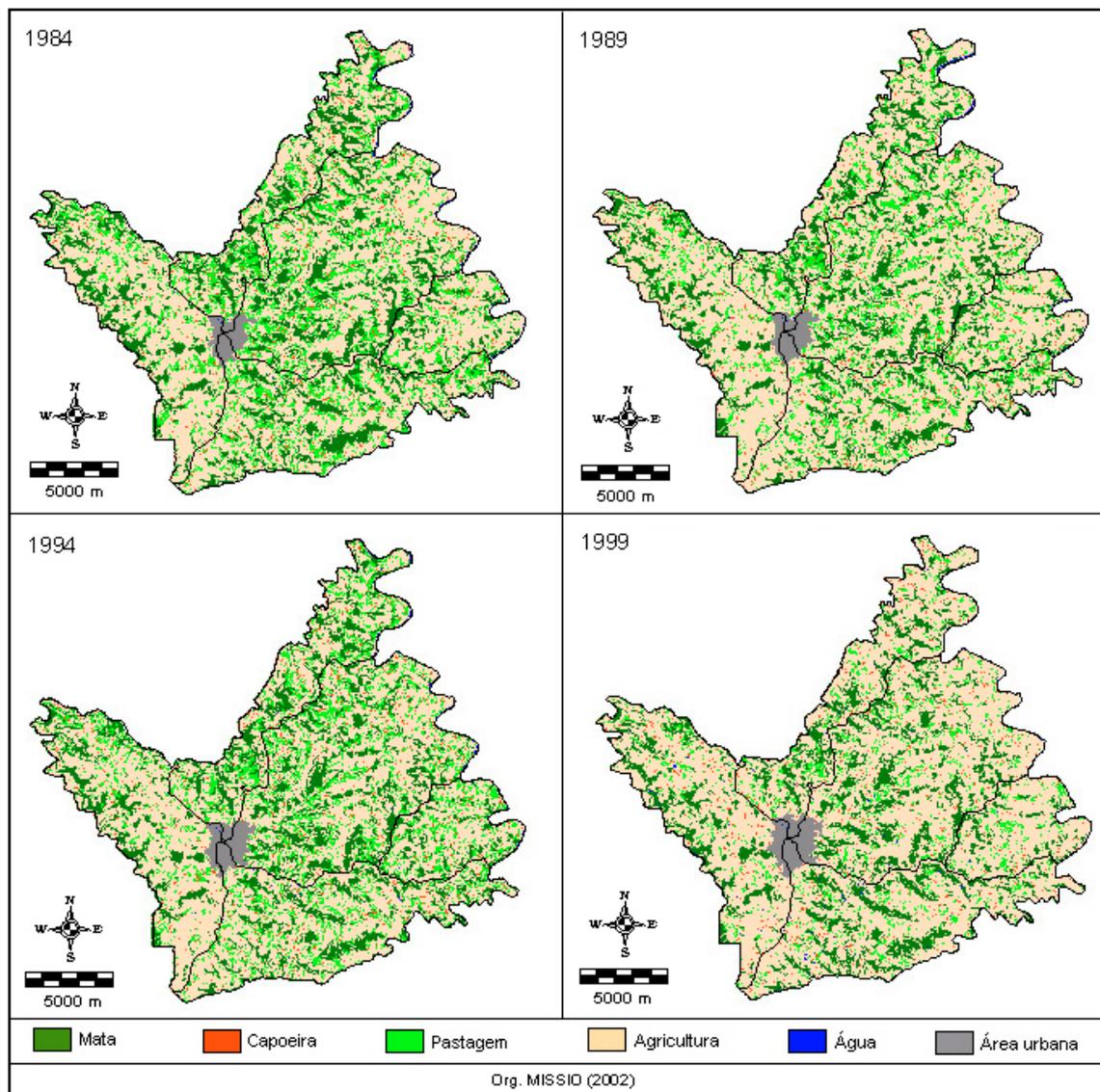


FIGURA 9: Usos e ocupação da terra no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

TABELA 4 - Usos e ocupação da terra no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

USOS	Usos do Solo (ha)			
	1984	1989	1994	1999
Mata	5.287	4.747	5.085	4.865
Capoeira	561	539	598	489
Pastagem	4.432	3.437	4.097	1.825
Agricultura	15.533	17.030	15.906	18.410
Água	41	43	57	56
Área Urbana	343	401	454	552
TOTAL	28.181	28.186	28.191	28.196

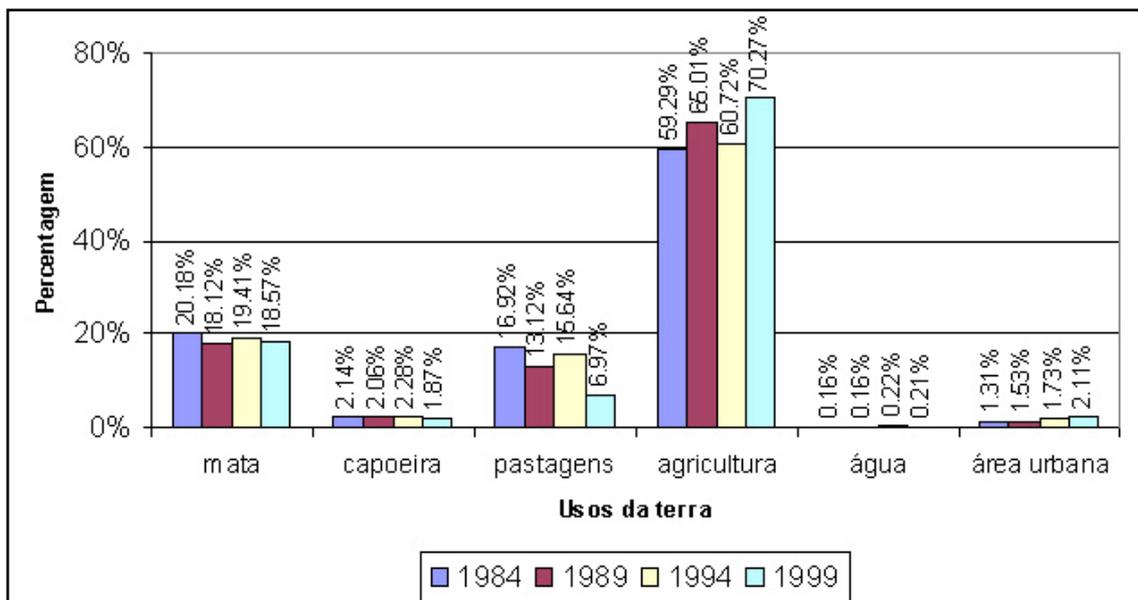


FIGURA 10: Uso e ocupação da terra do Município de Frederico Westphalen –RS, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999, por classe de uso, em percentagem.

A mata, na maioria das áreas de ocorrência, não se encontra mais em seu estado natural, constituindo-se, basicamente, por mata secundária, entretanto, do ponto de vista da conservação do solo e dos recursos hídricos, representam um aspecto positivo.

A reordenação fundiária determinou, em grande parte, as transformações na paisagem do município e a fragmentação das áreas naturais, que, em muitos casos, representam ameaças a estes remanescentes. Atualmente, é necessário um planejamento de uso e ocupação da terra, que concilie a conservação dos remanescentes naturais com a produção agrícola, respeitando o entorno das áreas naturais, uma vez que, há muito tempo, se sabe que a fragmentação e o isolamento de áreas naturais acarreta, em prazos variáveis de tempo, que dependerão também de sua superfície total, a perda progressiva de espécies, além de afetar outros parâmetros que compõem a biodiversidade, como, por exemplo, a variedade intraespecífica e as diferentes frequências gênicas características de cada população.

De modo geral, as classes de uso mata e capoeira não sofreram grandes alterações no período estudado. Entretanto, o padrão de alteração nos usos da terra foi

proporcional ao observado por TONIAL *et al.* (2000) e por MISSIO *et al.* (no prelo) para as bacias hidrográficas do Rio Pardo, Lajeados Perau, Chiquinha, Castelinho e Mico, que ocupam uma área de 89.002 ha e englobam a área do Município de Frederico Westphalen.

A classe agricultura (solo exposto mais culturas anuais), como pode ser observado na TABELA 4, é o uso predominante na paisagem. Aumentou de 59,28% para 70,23%, no período estudado, apresentando um crescimento, considerando-se toda a superfície do município, de 10,98% ou 2.877 ha.

A agricultura praticada no Município caracteriza-se pela diversificação, que visa a atender prioritariamente a subsistência da família e, segundo FLORES (2002), as atividades praticadas repetem-se na maioria das propriedades, demonstrando o baixo grau de especialização dos agricultores. De acordo com o IBGE (2002), no ano de 1999, foram plantados 20.745 ha com culturas anuais de verão e 1.021 ha com culturas anuais de inverno. No verão foram cultivadas 14 espécies diferentes, enquanto que no inverno, 4 espécies. Além das culturas anuais existiam ainda 228 ha com culturas permanentes. Destes, 16 ha eram de erva-mate e 212 ha de fruticultura, sendo cultivadas 14 espécies diferentes. Neste ramo, a citricultura, com 3 espécies e 125 ha é a atividade mais importante, seguida da viticultura com 45 ha. Estas e outras culturas praticadas e a referida área, podem ser visualizadas na TABELA 5.

Pode ser constatado ainda que a área plantada com culturas anuais de verão mais as culturas permanentes, no ano de 1999, compreendiam uma área de 20.973 ha, excedendo em 2.563 ha a área de agricultura determinada neste trabalho que é de 18.410 (TABELA 5). Isto pode ser justificado pelos cultivos de safrinha, principalmente em áreas cultivadas com fumo, feijão e milho, plantados precocemente no final do inverno, fazendo-se dois cultivos na mesma área e no mesmo ano agrícola.

A classe de uso da terra “agricultura” compreende áreas ocupadas com culturas anuais e áreas sem cobertura vegetal ou solo exposto, correspondente ao momento em que foram registradas as imagens de satélite. A classe agricultura foi

reclassificada em duas classes, que são, áreas ocupadas com culturas anuais e áreas com solo exposto. Os resultados podem ser visualizados na TABELA 6, que apresenta os dados em ha, e na FIGURA 11 que apresenta os dados em percentagem.

TABELA 5 - Espécies e área cultivada com culturas anuais e culturas permanentes no Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.

Culturas anuais				Culturas permanentes	
Verão		Inverno			
Espécie	Área (ha)	Espécie	Área (ha)	Espécie	Área (ha)
Abacaxi	3	Alho	2	Abacate	3
Amendoim	36	Cebola	18	Banana	4
Arroz	105	Ervilha	1	Caqui	4
Batata-doce	171	Trigo	1.000	Erva-mate	16
Batata-inglesa	37			Figo	5
Cana-de-açúcar	502			Goiaba	3
Feijão	3.000			Laranja	82
Fumo	560			Limão	5
Mandioca	800			Mamão	3
Melancia	17			Noz	2
Melão	6			Pêra	7
Milho	8.000			Pêssego	11
Soja	7.500			Tangerina	38
Tomate	8			Uva	45
TOTAL	20.745	TOTAL	1.021	TOTAL	228

Fonte: IBGE, 2000

Organização: MISSIO, 2002

TABELA 6 - Distribuição da área da classe de uso da terra “agricultura” ocupada com culturas anuais ou com solo exposto.

Ano	Culturas anuais (ha)	Solo exposto (ha)	TOTAL
1984	9.069	6.464	15.533
1989	6.842	10.188	17.030
1994	6.133	9.773	15.906
1999	7.618	10.792	18.410

As imagens de satélite foram obtidas nos meses de setembro e outubro, período em que as culturas de inverno estão sendo colhidas e as de verão estão sendo implantadas. Corresponde ao período crítico, em relação aos riscos de erosão dos solos, porque é o momento em que os solos apresentam os menores índices de cobertura vegetal e quando ocorrem as chuvas de maior torrencialidade na região.

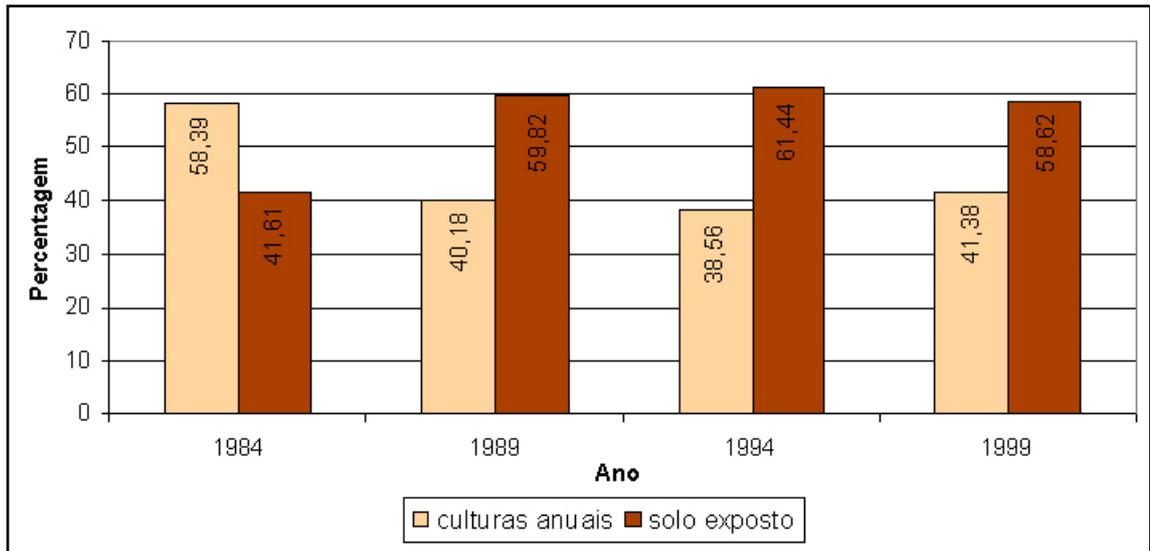


FIGURA 11: Percentagem da classe de uso da terra “agricultura”, ocupada com culturas anuais ou com solo exposto.

Observou-se que, aproximadamente, 60% das áreas agrícolas apresentam-se desprovidas de cobertura vegetal, uma vez que, no período de inverno, a maioria das áreas encontra-se ociosa. Neste período, poderiam ser introduzidas culturas para rotação, cobertura do solo ou adubação verde, que contribuem para a proteção do solo contra a erosão e melhoram sua estrutura e fertilidade, ou ainda, servem para a alimentação dos animais domésticos. Na FIGURA 12 pode ser visualizada a grande quantidade de áreas sem cobertura do solo, fotografada em setembro de 2002, na bacia do LMI e que são comuns na área de estudo.

O aumento na área agrícola e o conseqüente aumento na exploração dos recursos naturais do município, representam um reflexo das políticas agrícola e econômica adotadas no Brasil e no Rio Grande do Sul, que têm estimulado, com crédito e assistência técnica, principalmente, as culturas para exportação, associada à estrutura fundiária, que é composta por 1.453 propriedades rurais (FLORES, 2002), onde vivem 6.326 habitantes, o que representa 17,65 ha por propriedade ou 4,05 ha por habitante.

O aumento na área ocupada com agricultura foi acompanhado por uma redução, proporcional, nas áreas de pastagem. Dos 4.432 ha ocupados com pastagem em 1984, restaram 1.825 em 1999, que correspondem a 41,18% da área existente em 1984.

Por outro lado, o rebanho bovino que, em 1990 era de 14.277 animais, aumentou para 19.751 em 1994 e para 19.840 em 1999 (IBGE, 2002), aumentando a pressão de pastejo nas áreas remanescentes.

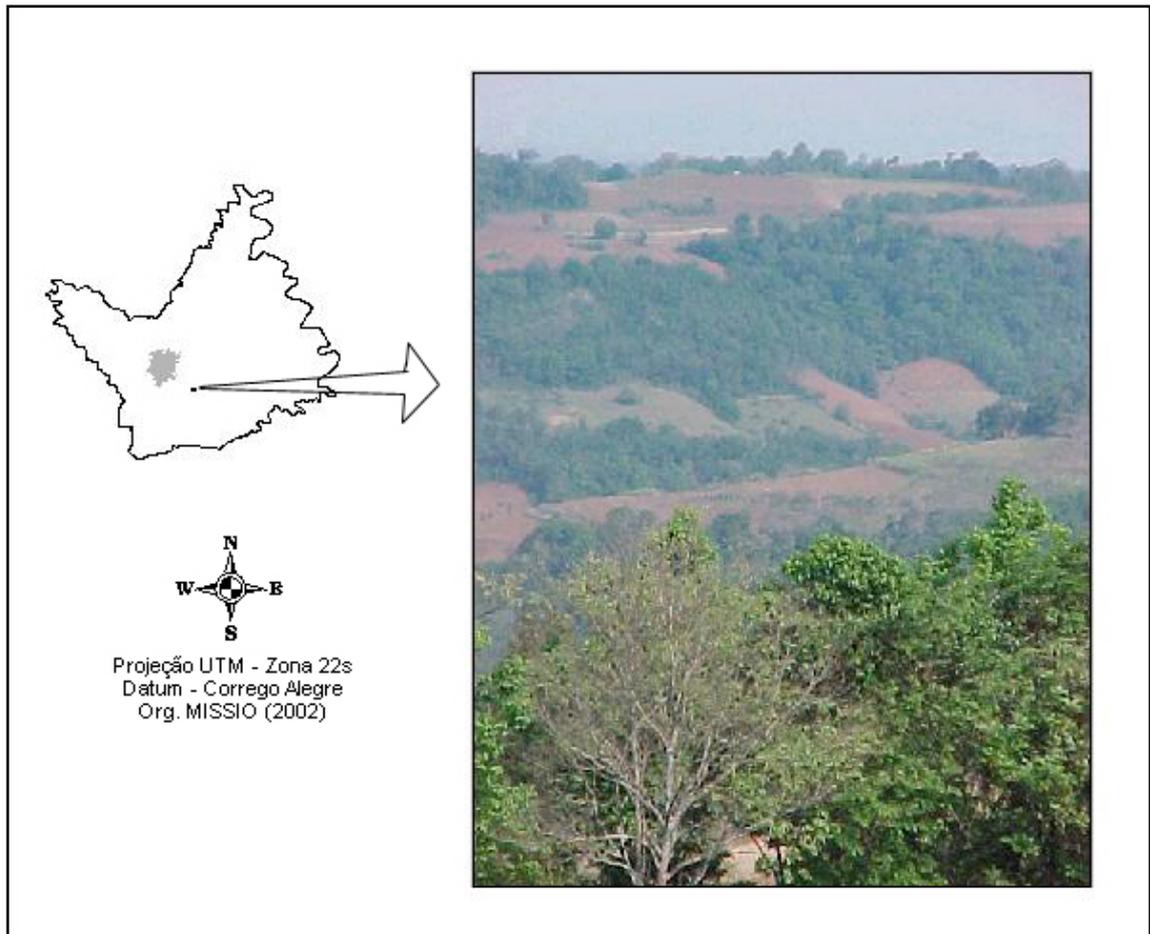


FIGURA 12: Vista parcial de áreas de cultivo, com solo descoberto, localizadas na bacia do Lajeado Mico, no Município de Frederico Westphalen, em setembro de 2002.

A pressão de pastejo, de acordo com a revisão de MOOJEN & MARASCHIN (2002), é definida como o número de unidades animais por unidade de forragem disponível, sendo o conceito mais condizente com as condições ambientais do RS. Observam, ainda, que a imposição de diferentes pressões de pastejo a uma pastagem afeta a qualidade, produção de massa seca, composição botânica e persistência da pastagem.

No Município de Frederico Westphalen, a população de animais existente excede a capacidade de suporte das áreas de pastagem, que acabam sofrendo sobrepastoreio, perda de biodiversidade, erosão e degradação do solo, uma vez que a quantidade de biomassa residual não é suficiente para manter a estrutura das pastagens, que, com muita frequência, estão localizadas nas áreas mais declivosas das propriedades. Na FIGURA 13 observam-se danos causados por erosão em áreas de pastagem localizada na bacia hidrográfica do LCH, que pode estar relacionada a uma pressão de pastejo excessiva.

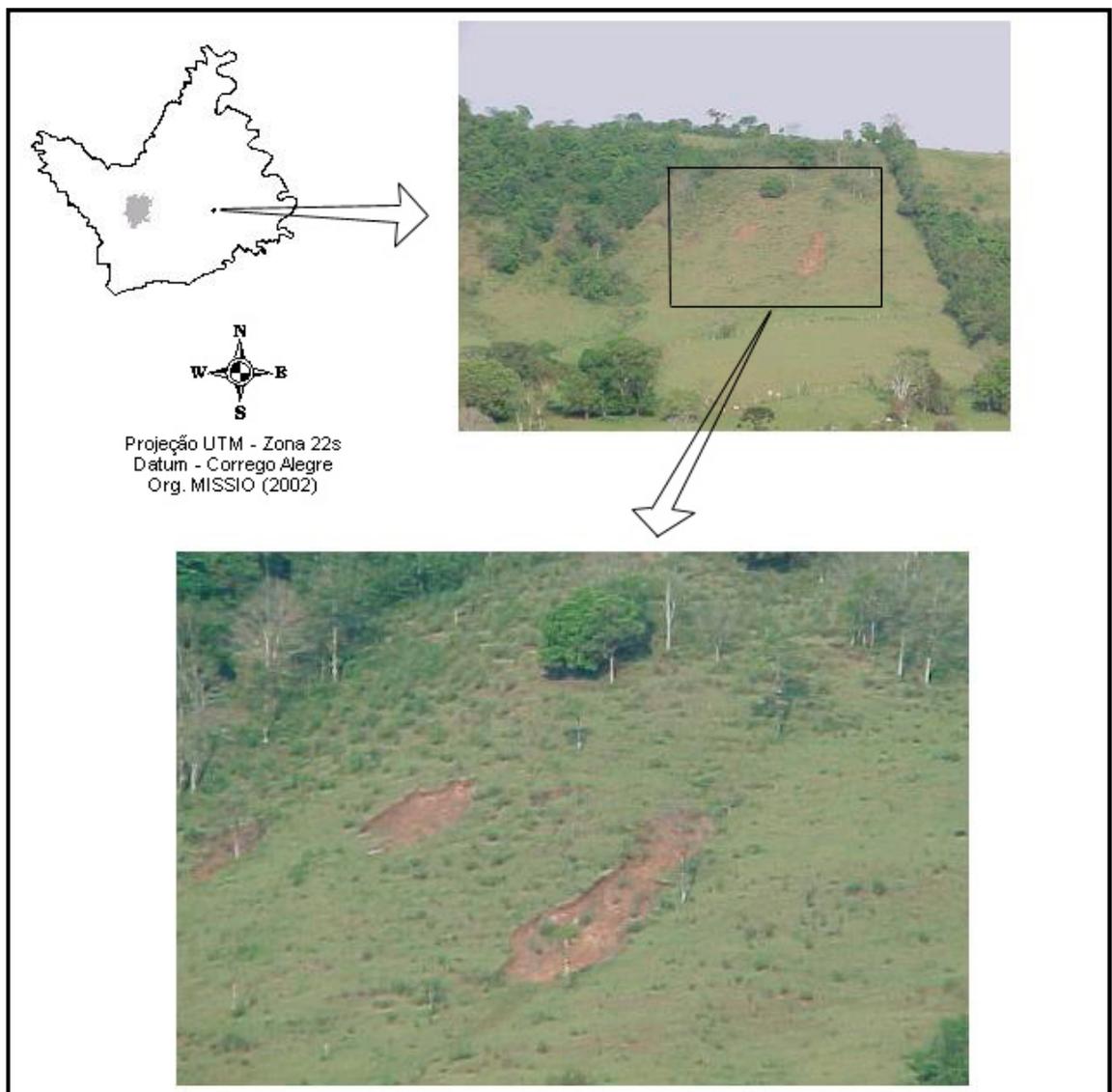


FIGURA 13: Danos causados por erosão em pastagem, localizada na bacia do Lajeado Chiquinha, em Frederico Westphalen RS.

De acordo com PORTELA (2002), o rebanho leiteiro no RS é composto de 7 vacas por propriedade que utilizam uma área de 11 ha, com uma produção total diária de 24,5 kg. Situação diferente da observada em Frederico Westphalen, onde a densidade de animais é superior à observada por este pesquisador, apesar de os animais ocuparem outras áreas, na propriedade, além das áreas ocupadas com pastagem.

As áreas ocupadas com a classe de uso água, na maioria dos casos, não estão associadas a cursos de água corrente propriamente ditos, mas ao represamento de água, geralmente, em pequenos açudes destinados à criação de peixes ou à dessedentação de animais. Trata-se de uma categoria de uso que tende a aumentar no município em função de estímulos e estruturas que foram e que estão sendo criadas na região. Na FIGURA 14 podem ser visualizados alguns açudes destinados à criação de peixes para pesque-pague, localizados no interior do município.

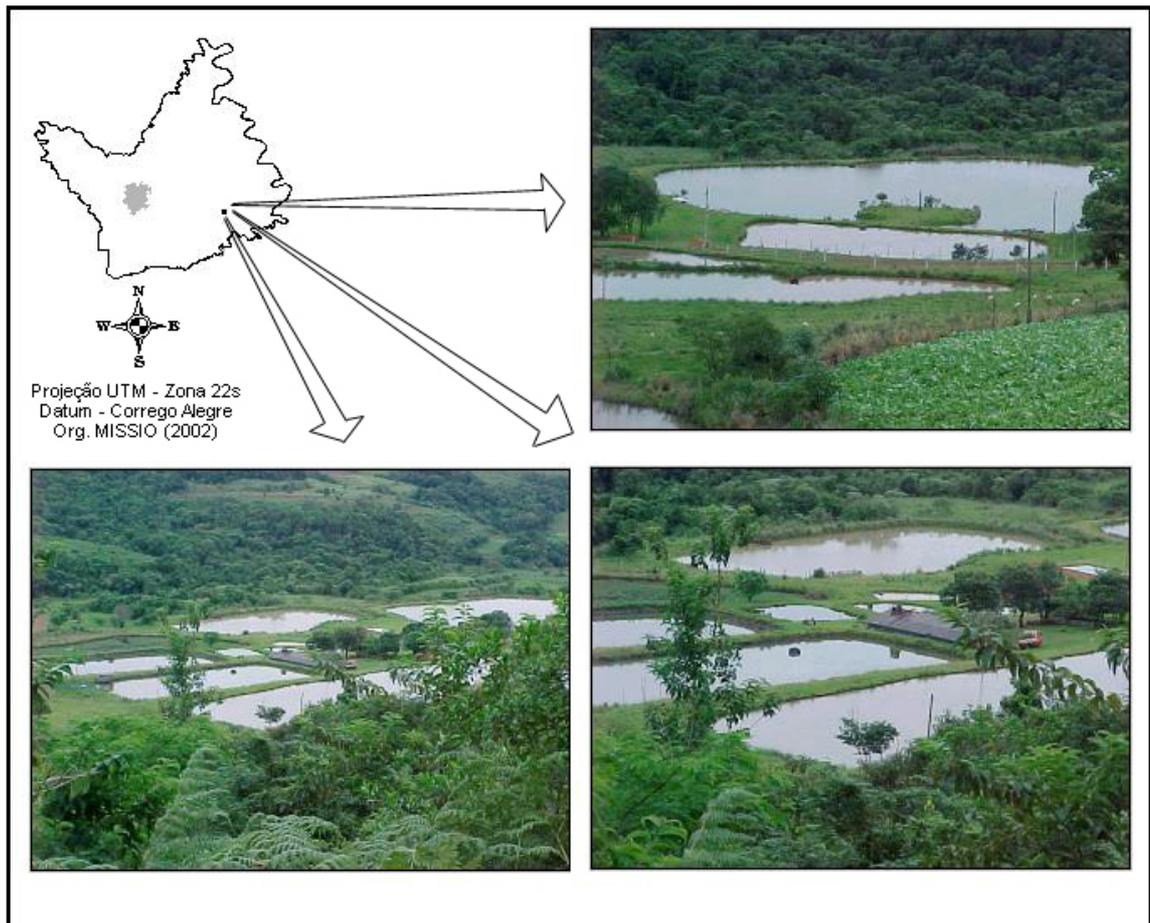


FIGURA 14: Vista parcial de açudes construídos com a finalidade de criação de peixes e pesca esportiva (Pesque-pague).

As classes de uso da terra água e área urbana, considerando a área total do município sofreram pouca alteração. Entretanto, quando esta comparação foi realizada dentro de cada uma das classes, a área ocupada com água aumentou 36,58%, enquanto que a área urbana aumentou 60,93%.

Nas TABELAS 7 a 11 e nas FIGURAS 15 a 21, são apresentados dados referentes aos diversos usos e ocupação da terra nas bacias hidrográficas dos Lajeados Castelinho, Mico, Perau, Chiquinha e Rio Pardo, que compõem o município de Frederico Westphalen.

Na TABELA 7 e na FIGURA 15 podem ser observados os dados relacionados à área ocupada pela classe mata nas cinco bacias hidrográficas estudadas. Observa-se que, apesar da área de mata ter diminuído apenas 1,61% na área total do município, na bacia hidrográfica LPE houve uma perda de 4,65% e na do LCA de 2,98%, da sua vegetação natural, estando acima da média do município, durante os 15 anos de estudo. Este fato se torna ainda mais grave, quando é considerado que a bacia do LCA já era a que possuía menor percentual de cobertura de áreas naturais do município.

TABELA 7 - Área, em ha, ocupada pela classe mata, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

ANO	Bacias hidrográficas				
	LCA	LCH	LMI	RPA	LPE
1984	388	1.683	1.185	1.057	975
1989	364	1.588	1.004	932	860
1994	367	1.738	1.087	985	908
1999	318	1.591	1.186	992	777

Nas bacias LCA e LPE, as áreas naturais diminuíram entre cada período de avaliação, enquanto que nas bacias LCH, LMI e RPA, não foi possível identificar um padrão de alteração nas áreas naturais, podendo, as diferenças entre os períodos de avaliação estar relacionadas à metodologia utilizada para a interpretação das imagens de

satélite. Problema semelhante foi observado por TONIAL (2003), que usou a análise multivariada para compreender melhor os padrões de alteração na paisagem.

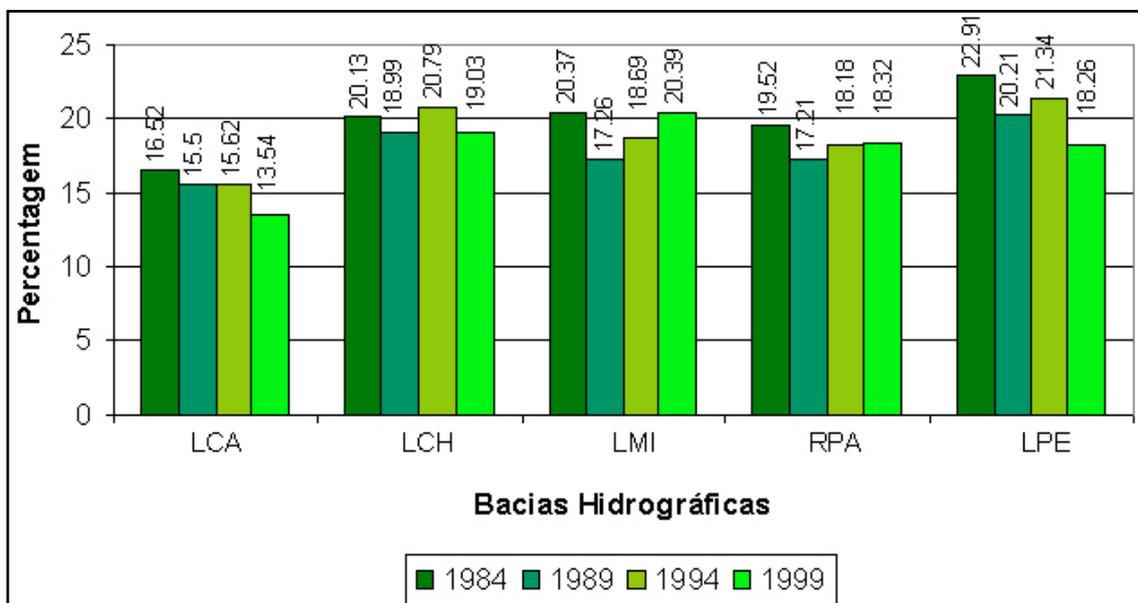


FIGURA 15: Percentagem da área ocupada pela classe mata, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

As áreas de capoeira diminuíram, em 1999, com exceção da bacia do RPA, provavelmente pela incorporação dessas áreas pela agricultura, conforme pode ser visualizado na TABELA 8 e na FIGURA 16.

TABELA 8 - Área, em ha, ocupada pela classe capoeira, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

ANO	Bacias hidrográficas				
	LCA	LCH	LMI	RPA	LPE
1984	55	176	136	93	100
1989	56	173	127	87	96
1994	60	200	137	96	105
1999	38	156	108	101	86

A classe de uso capoeira, juntamente com a classe pastagem, são as mais sensíveis as alterações, pois são influenciadas pelas políticas agrícolas de crédito e assistência técnica, que podem estimular ou desestimular determinadas atividades agrícolas, alterando a demanda por áreas de cultivo. Estas classes de uso são

incorporadas às áreas de cultivo ou abandonadas, de acordo com as características da atividade, ou cultura, que está sendo estimulada em determinado período.

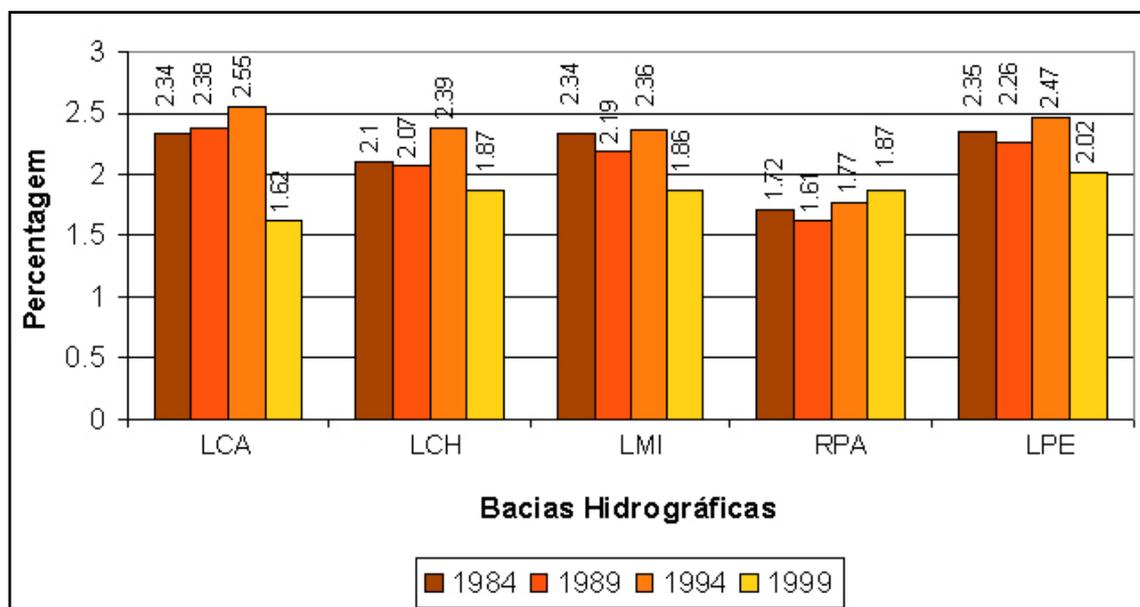


FIGURA 16: Percentagem da área ocupada pela classe capoeira, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

Esta oscilação é mais visível na classe de uso pastagem, o que está evidenciado na TABELA 9 e na FIGURA 17, onde está perceptível uma redução drástica no ano de 1999, que pode estar relacionada à valorização da soja nos anos de 1997 e 1998.

TABELA 9 - Área, em ha, ocupada pela classe pastagem, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

ANO	Bacias hidrográficas				
	LCA	LCH	LMI	RPA	LPE
1984	362	1.495	1065	677	834
1989	284	1.176	829	539	609
1994	459	1.410	839	563	825
1999	198	591	381	298	357

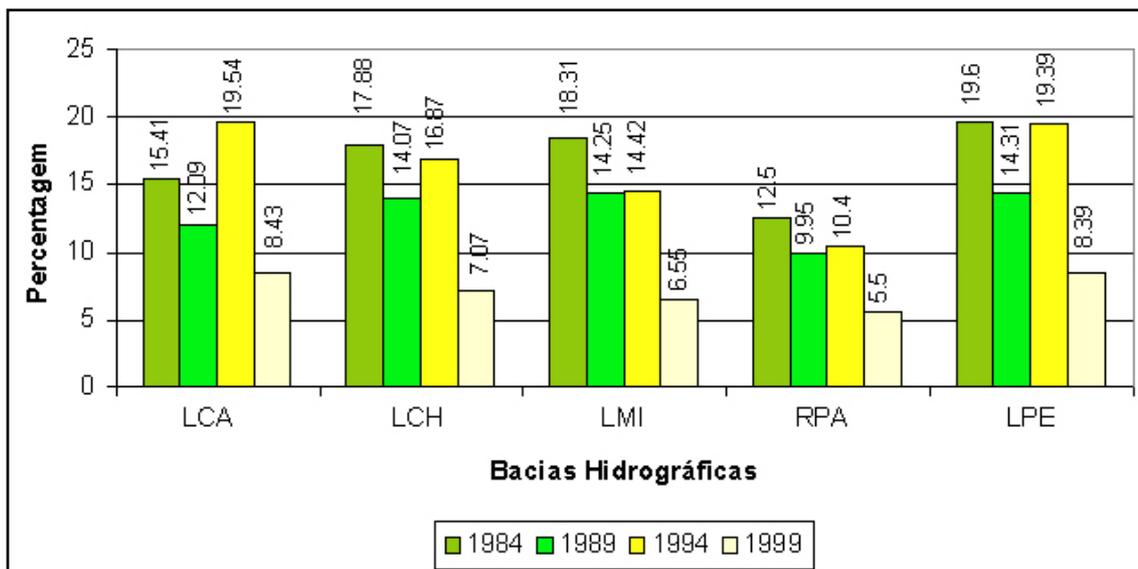


FIGURA 17: Percentagem da área ocupada pela classe pastagem, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

As áreas utilizadas com agricultura aumentaram em todas as bacias (TABELA 10 e FIGURA 18). Nas bacias hidrográficas LCA, LMI e LCH houve um aumento de 10,9%, 11,65% e 11,18% respectivamente, semelhante ao aumento ocorrido no município como um todo. Na bacia hidrográfica RPA o incremento na área agrícola foi de 6,5% enquanto que na do LPE foi de 15,39%. Esta situação é preocupante porque foi possível constatar que a expansão agrícola e a perda de áreas naturais estão indiretamente relacionadas, ou seja, quando a área agrícola aumenta, as áreas naturais diminuem, como pode ser observado na bacia hidrográfica LPE, que foi a bacia que apresentou a maior expansão agrícola e, também, a que perdeu mais áreas naturais no período estudado.

TABELA 10 - Área, em ha, ocupada pela classe agricultura, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

ANO	Bacias hidrográficas				
	LCA	LCH	LMI	RPA	LPE
1984	1.537	4.850	3.329	3.515	2.302
1989	1.642	5.241	3.749	3.778	2.620
1994	1.457	4.790	3.644	3.667	2.348
1999	1.793	5.785	4.007	3.868	2.957

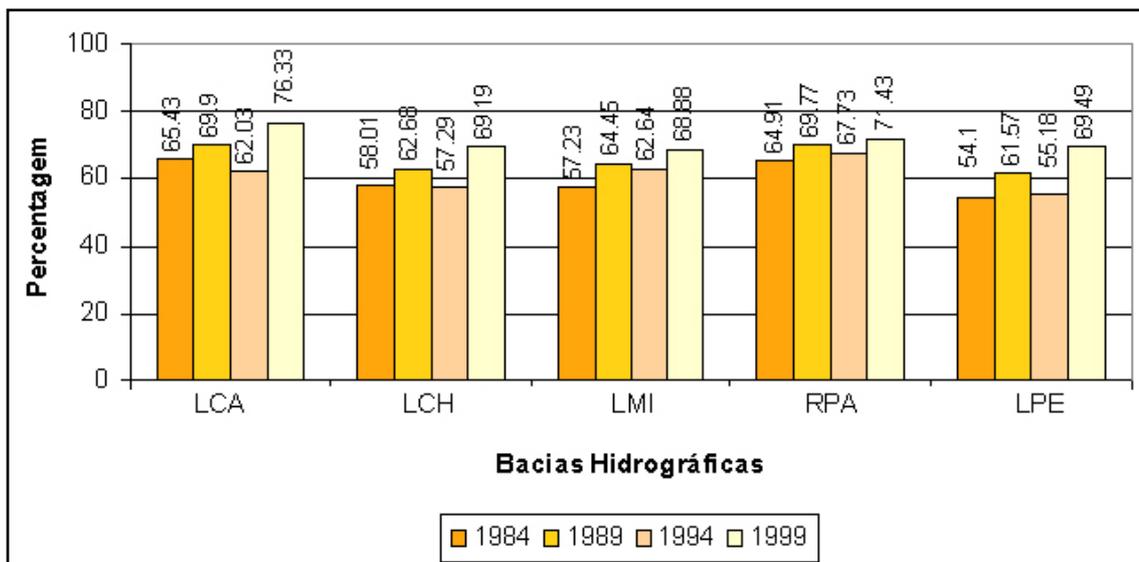


FIGURA 18: Percentagem da área ocupada pela classe agricultura, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

O aumento na área agrícola variou de 0,43% ao ano na bacia RPA a 1,03% na bacia LPE. Se esta condição for mantida, a perda de áreas naturais, que já atinge índices inaceitáveis, pode ser agravada, e o comprometimento ambiental será influenciado, como é possível observar na FIGURA 19, que apresenta vestígios de erosão e afloramento de rochas, decorrentes da remoção da camada superficial do solo em áreas sem aptidão para o cultivo agrícola.

A classe de uso água (TABELA 11 e FIGURA 20) ocupa uma área pouco expressiva na superfície do município. Entretanto, existe grande variação na área ocupada pela lâmina de água entre os períodos estudados. Esta variação pode, em parte, estar relacionada ao processo metodológico, à escala de mapeamento 1: 50.000 e, principalmente, ao tamanho do pixel que é de 30 metros, utilizado durante o processo de classificação dos usos da terra com base nas imagens de satélite.

Como as áreas alagadas são, na grande maioria, de pequeno porte, podem ter sido subestimadas ou, simplesmente excluídas, uma vez que a água pode ter sido confundida com outros usos da terra.

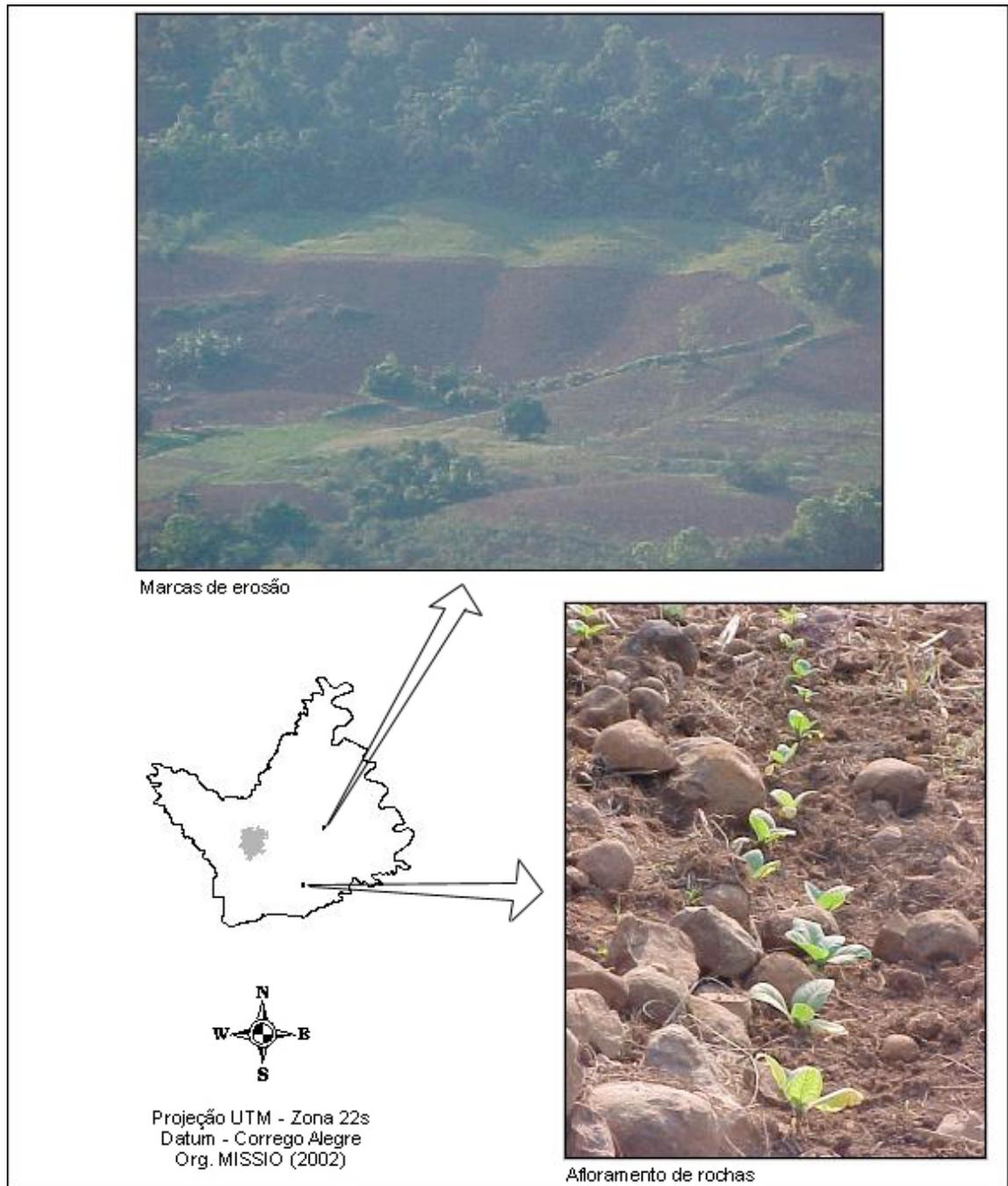


FIGURA 19: Erosão e afloramento de rochas em áreas agrícolas, no Município de Frederico Westphalen.

A área urbana, distribuída por bacia hidrográfica, está apresentada na TABELA 12 e na FIGURA 21. Observa-se que a expansão urbana está concentrada, principalmente, sobre as bacias hidrográficas do RPA e do LCH, demonstrando que é necessário rever o plano diretor, no que se refere a este tema, porque a bacia do RPA

apresenta restrições a este uso, em função da captação de água para abastecimento urbano e do potencial para aproveitamento agrícola das terras, principalmente, aquelas próximas à área urbana. A bacia LCH, que concentra, principalmente, a população urbana de baixa renda, está confinada num espaço restrito, em função da declividade dos solos, ocorrendo ocupação irregular do terreno (FIGURA 14).

TABELA 11 - Área, em ha, ocupada pela classe água, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

ANO	Bacias hidrográficas				
	LCA	LCH	LMI	RPA	LPE
1984	7	14	5	2	13
1989	3	8	6	3	22
1994	6	22	8	5	16
1999	2	17	18	11	8

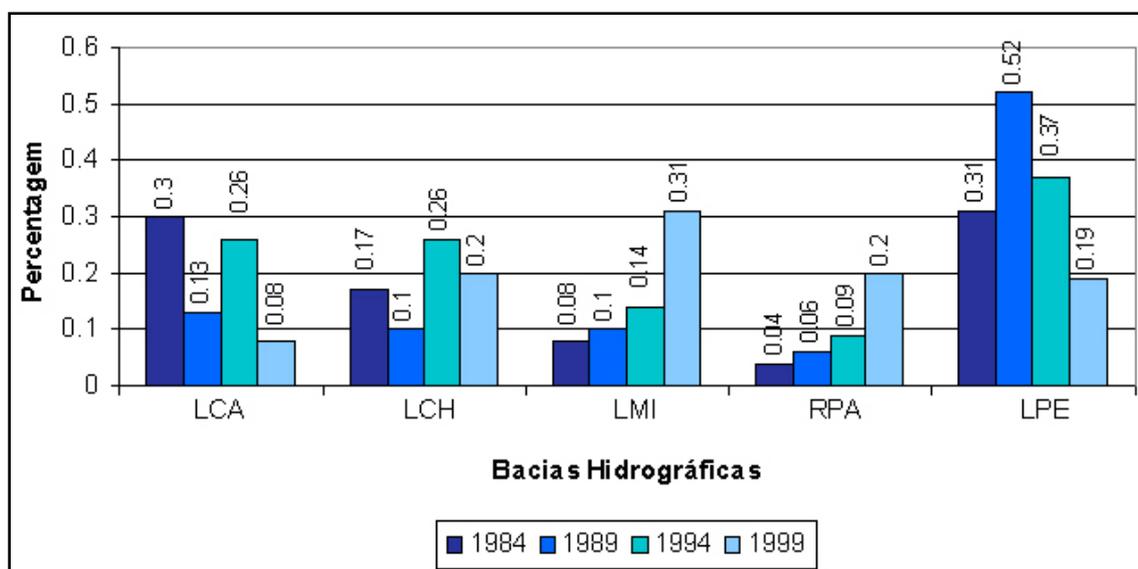


FIGURA 20: Percentagem da área ocupada pela classe água, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

TABELA 12 - Área, em ha, ocupada pela classe área urbana, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

ANO	Bacias hidrográficas				
	LCA	LCH	LMI	RPA	LPE
1984	-	143	97	71	31
1989	-	175	102	76	48
1994	-	201	102	99	53
1999	-	221	117	145	70

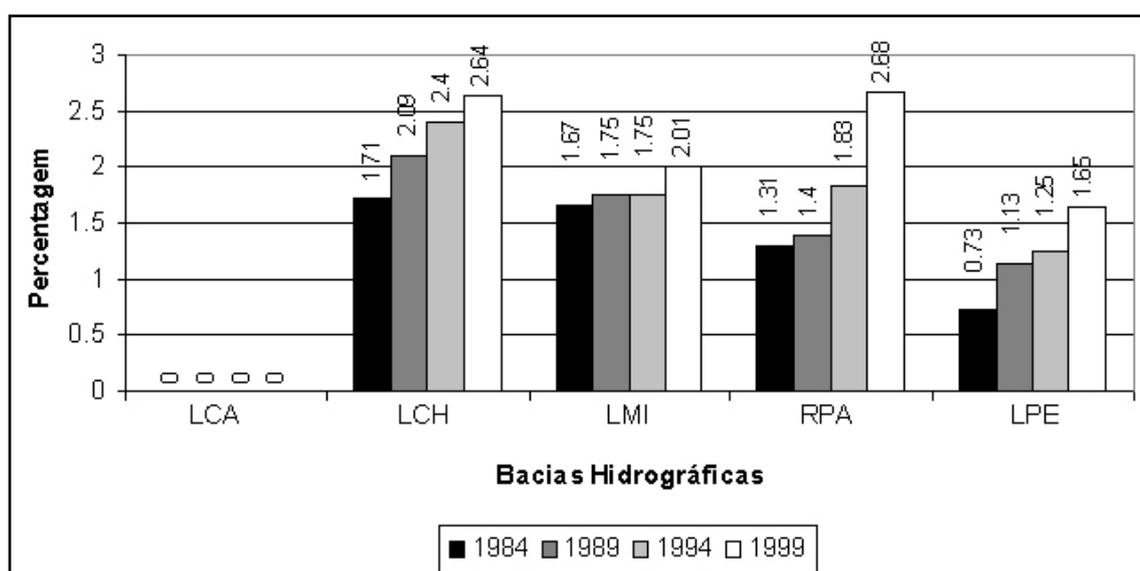


FIGURA 21: Percentagem da área ocupada pela classe área urbana, em cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

4.2.2 Hipsometria e Clinografia

A região onde está localizado o Município de Frederico Westphalen, apresenta basicamente um relevo dissecado, sendo localizadas e pouco expressivas as formas erosivas e de acumulação. O relevo dissecado é caracterizado por patamares estruturais modelados em rochas basálticas juro-cretáceas, da formação Serra Geral, destacando-se dois padrões: formas convexas com relevo de topo convexo e formas tabulares com relevo de topo aplainado, com diferentes índices de dissecação (ELETROSUL, 1979). As formas convexas encontram-se dispostas, principalmente, nas áreas de maior altitude das bacias de drenagem, junto aos divisores de água. As formas

tabulares ocorrem nas áreas de menor altitude do município, próximo ao Rio da Várzea. Com base nas curvas de nível, foi elaborado um bloco diagrama do Município, que pode ser visualizado na FIGURA 22.

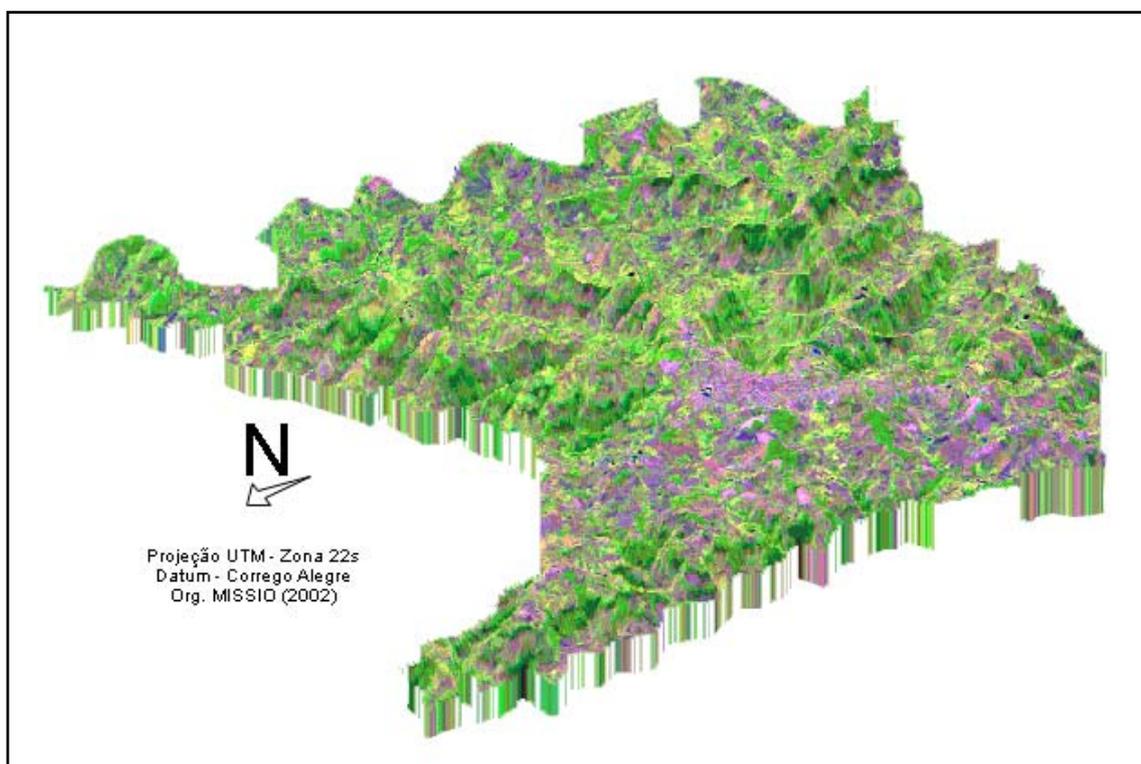


FIGURA 22: Bloco diagrama do Município de Frederico Westphalen – RS.

Para a elaboração do mapa de hipsometria do Município de Frederico Westphalen, a superfície do mesmo foi classificada em oito classes hipsométricas, espaçadas de 50 em 50 metros, evidenciando uma variação hipsométrica de 400 metros, compreendida entre as cotas de 200 e 600 metros acima do nível do mar. A área e a porcentagem da superfície localizada em cada uma das classes hipsométricas podem ser visualizadas na FIGURA 23 e analisadas na TABELA 13.

A distribuição da superfície em cada uma das classes hipsométricas, com exceção das duas extremas, é relativamente uniforme, deixando clara a movimentação do terreno e a heterogeneidade espacial da paisagem, influenciada pela presença de vales. Isto pode ser observado na FIGURA 24, que apresenta o perfil topográfico do município. É notória a presença de vales na faixa central que corta o município no sentido norte sul, e no extremo noroeste, onde se encontram as áreas com maior movimentação do relevo.

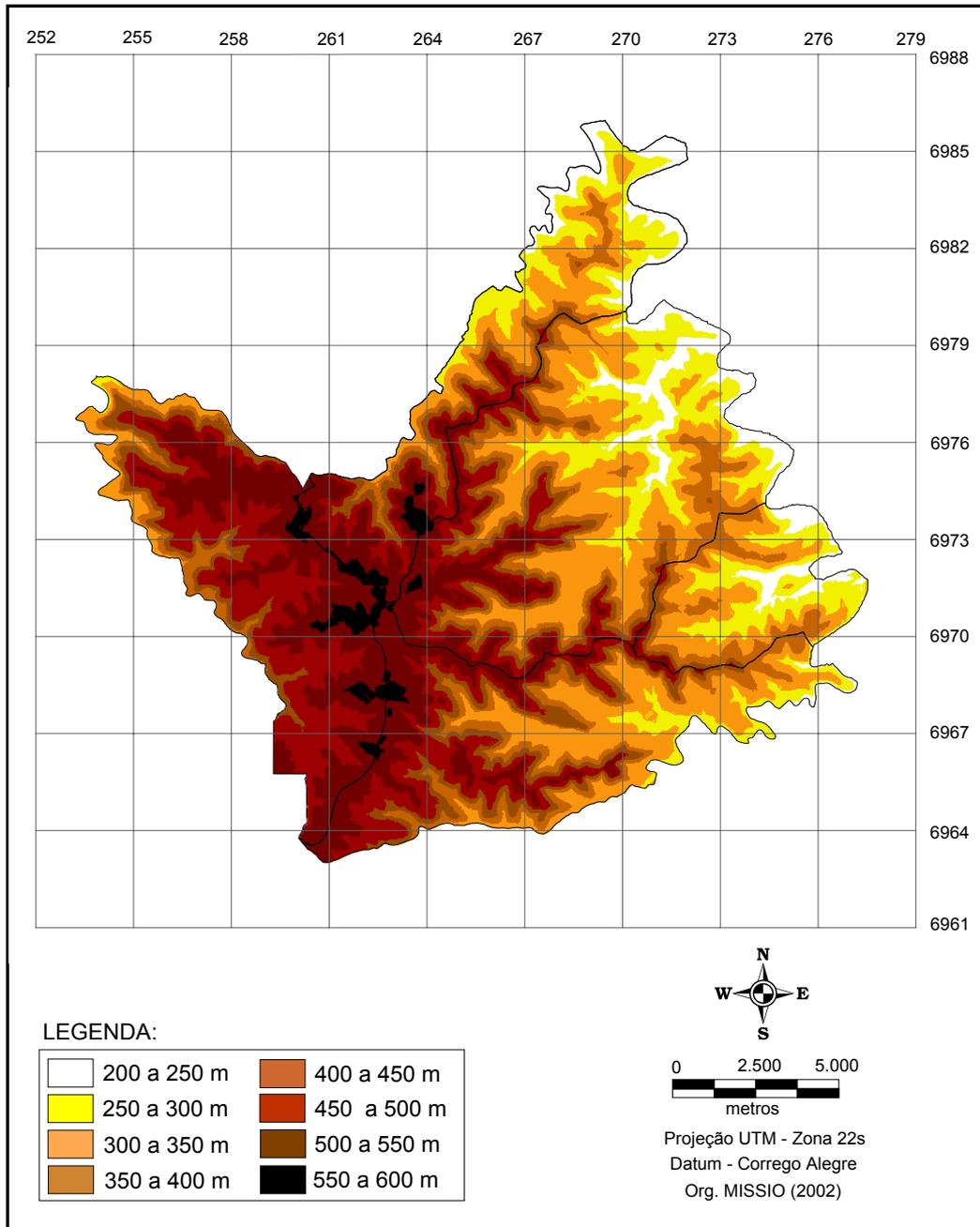


FIGURA 23: Mapa de hipsometria do Município de Frederico Westphalen – RS.

Com base no Modelo Digital de Elevação, foi possível gerar o mapa de clinografia do município, considerando, ainda, o grau de suscetibilidade à erosão, estabelecido pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 1995), com base no qual a superfície do município foi classificada em sete classes de declividade com graus de limitação ao uso por suscetibilidade a erosão crescente (FIGURA 25).

TABELA 13 - Distribuição da área, por classe hipsométrica, no Município de Frederico Westphalen-RS.

Classes hipsométricas	Área (ha)	%
200 – 250 m	1.388	5,30
250 – 300 m	3.481	13,29
300 – 350 m	5.963	22,76
350 – 400 m	3.316	12,66
400 – 450 m	2.668	10,19
450 – 500 m	4.428	16,90
500 – 550 m	4.478	17,09
550 – 600 m	475	1,81
TOTAL	26.197	100

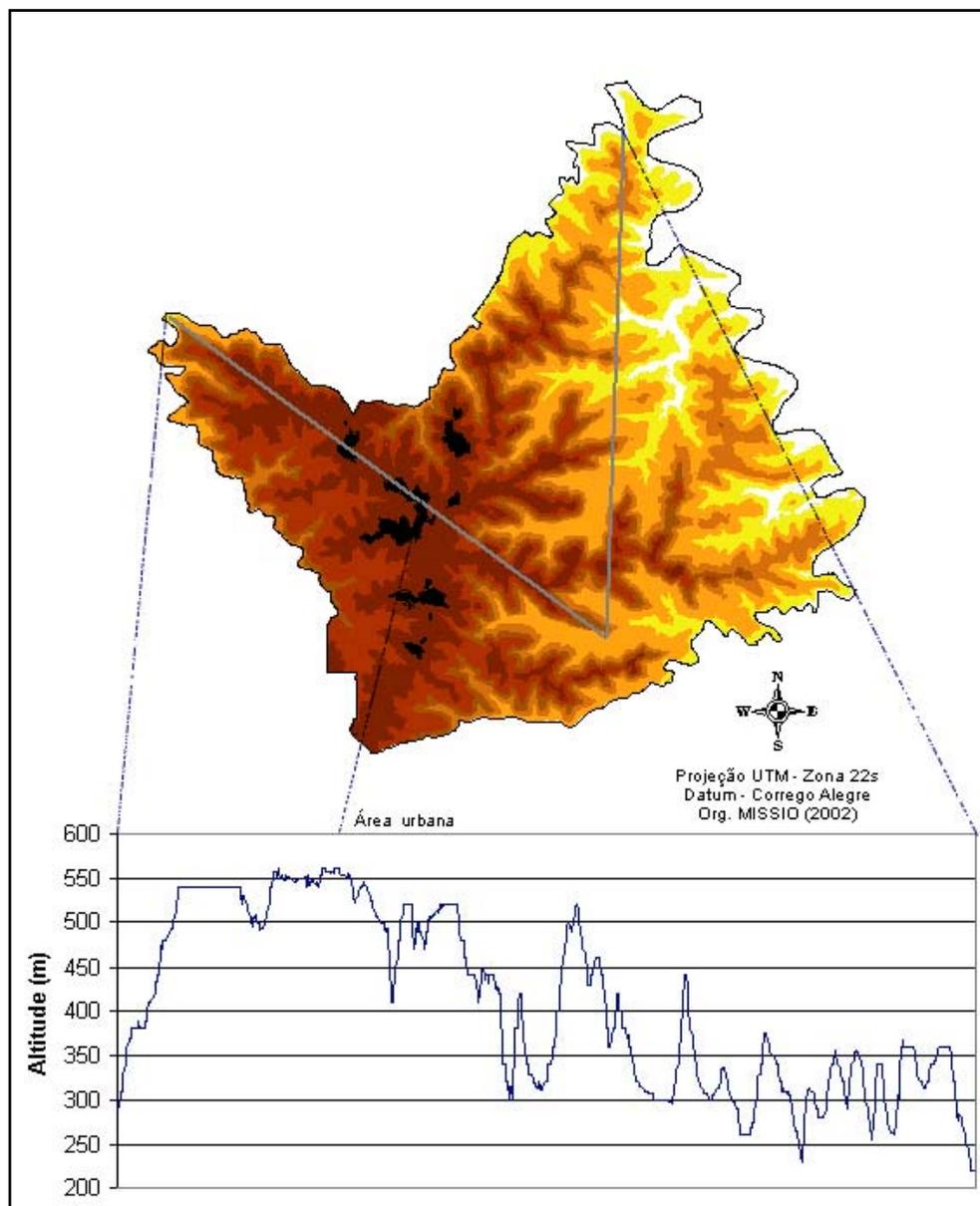


FIGURA 24: Perfil topográfico do Município de Frederico Westphalen – RS.

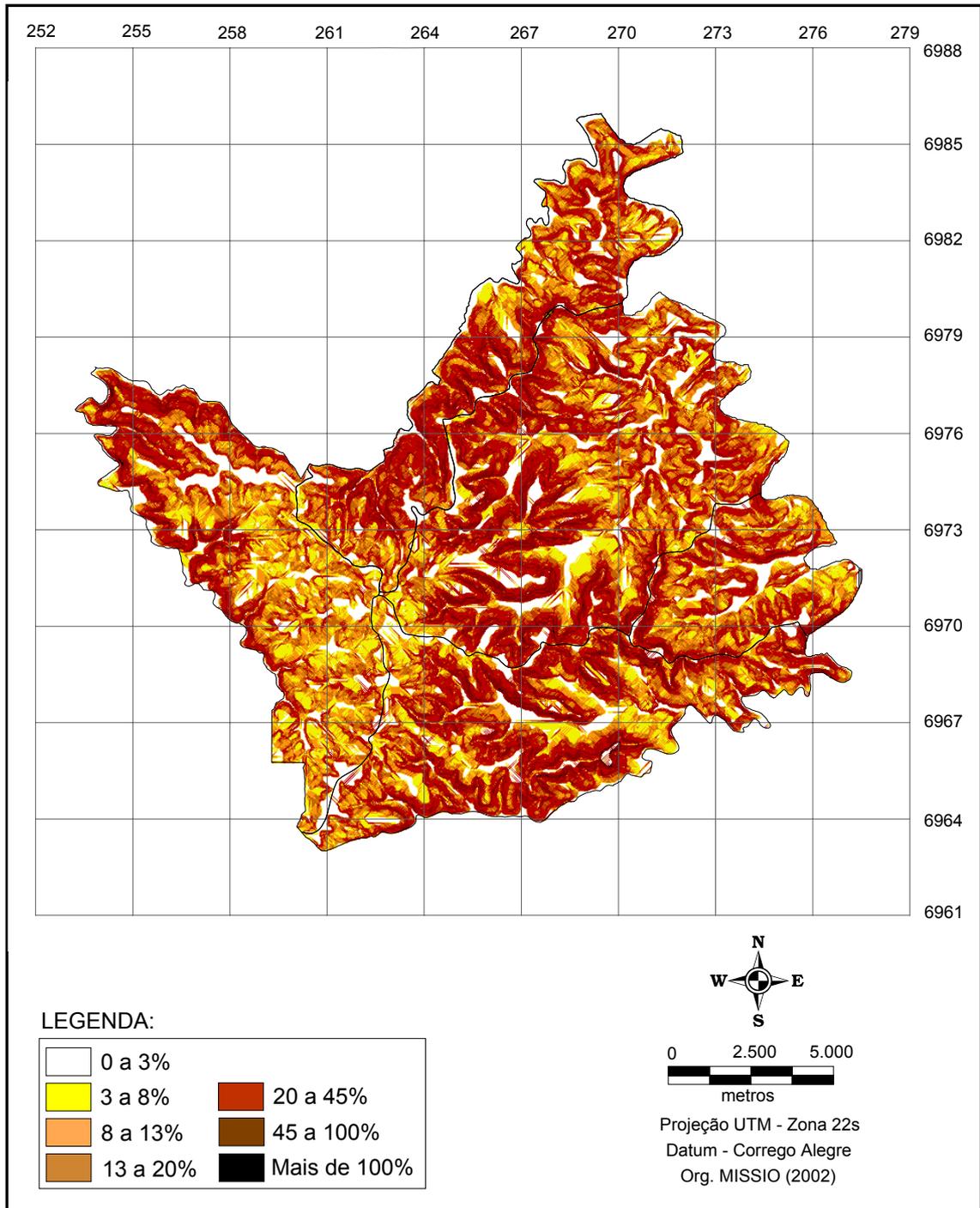


FIGURA 25: Mapa de clinografia do Município de Frederico Westphalen-RS.

As classes de declividade, classificação do relevo e o grau de limitação ao uso agrícola, considerado neste trabalho, constam na TABELA 14.

TABELA 14 - Distribuição das classes de declividade, de acordo com a classificação, graus de limitação e considerações para cada uma das classes.

Classes de declividade	Classificação	Grau de limitação	Considerações
0 – 3 %	Plano/praticamente plano	Nulo	Terras não suscetíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solo plano ou quase plano e com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos podem apresentar erosão ligeira, que pode ser controlada com práticas simples de manejo.
3 – 8 %	Suave ondulado	Ligeiro	Terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão. Geralmente, possuem boas propriedades físicas. Quando utilizadas com lavouras por um período de 10 a 20 anos, mostram normalmente uma perda de 25% ou mais do horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir contra esse tipo de erosão.
8 – 13 %	Moderadamente ondulado	Moderado	Terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização agrícola.
13 – 20 %	Ondulado	Forte	Terras que apresentam forte suscetibilidade à erosão. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente de 13 a 20%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo de suas condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.
20 – 45 %	Forte ondulado	Muito forte	Terras com suscetibilidade maior que o grau forte, tendo o seu uso agrícola muito restrito. Na maioria dos casos o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.
45 – 100 %	Montanhoso	Extremamente forte	Terras que apresentam severa suscetibilidade à erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidos em poucos anos. Tratam-se de terras onde deve ser estabelecida uma cobertura vegetal de preservação ambiental.
Mais de 100 %	Escarpado		Terras destinadas à preservação ambiental, conforme o Código Florestal Brasileiro.

Fonte: EMBRAPA, 1995

Organização: MISSIO, 2002

A análise dos dados referentes à clinografia (TABELA 15), revela um relevo bastante irregular, onde 39,98% das áreas apresentam até 13% de declividade, com relevo classificado como plano, suave ondulado e moderadamente ondulado, com graus de limitação nulo, ligeiro e moderado, respectivamente, que são áreas que, do ponto de vista da declividade podem ser utilizadas com agricultura, desde que sejam adotadas práticas simples de controle a erosão.

TABELA 15 - Distribuição da área, por classe clinográfica, no Município de Frederico Westphalen – RS.

Classes clinográficas	Área (ha)	%
0 – 3 %	3.254	12,42
3 – 8 %	2.966	11,32
8 – 13 %	4.230	16,15
13 – 20 %	4.781	18,25
20 – 45 %	8.430	32,18
45 – 100 %	2.518	9,61
Mais de 100 %	18	0,07
TOTAL	26.197	100

Em 18,25% da superfície ocorrem áreas com declividade entre 13 e 20%, relevo ondulado com grau de suscetibilidade forte, de modo que, quando são utilizados com agricultura, requerem práticas intensivas de controle à erosão. Áreas com declividade entre 20 e 45% ocupam 32,18% da superfície, onde o relevo forte ondulado determina uma suscetibilidade à erosão muito forte, e sabe-se que o controle à erosão é muito dispendioso, podendo ser antieconômico.

Áreas com relevo montanhoso a escarpado, que apresentam mais de 45% de declividade ocorrem em 9,68% da superfície as quais deveriam ser destinadas à preservação ambiental, embora a legislação brasileira considere como área de preservação permanente apenas as áreas com declividade superior a 100%.

Predominam no município e em todas as bacias hidrográficas áreas com declividade entre 20 e 45% (TABELA 16), e a percentagem de solos com declividade maior que 20% é de 30% na RPA, chegando próximo a 50% nas bacias LPE, LCH e LMI. Resultados semelhantes aos observados por RAMPAZZO *et al.* (2000), em uma Unidade de Conservação na Região do alto Uruguai, em Marcelino Ramos – RS e por MISSIO *et al.* (2000), nas bacias hidrográficas dos Lajeados Chiquinha, Castelinho, Perau, Mico e do Rio Pardo, na Região do Médio Alto Uruguai.

As bacias RPA e LCA são as que apresentam maior percentagem de solos com declividade até 20%, sendo 69,67% na RPA e 61,17% na LCA, sendo,

também, as que apresentam maior intensidade de uso agrícola e as maiores conversões de áreas naturais em áreas antrópicas.

TABELA 16 - Percentagem da área, por classe clinográfica, em cada bacia hidrográfica do Município de Frederico Westphalen – RS.

Classes clinográficas	Bacias hidrográficas (%)				
	LPE	LCH	RPA	LMI	LCA
0 – 3 %	12,74	12,71	13,54	11,54	10,43
3 – 8 %	8,22	10,19	15,35	11,47	11,32
8 – 13 %	14,95	14,25	21,00	14,30	18,43
13 – 20 %	18,75	17,89	19,78	15,87	20,99
20 – 45 %	36,24	34,10	24,41	33,74	32,06
45 – 100 %	9,05	10,84	5,87	12,96	6,64
Mais de 100 %	0,05	0,02	0,05	0,12	0,13

A bacia RPA, que apresenta 18,31% da superfície do solo ocupada por mata, pode ser claramente dividida em duas regiões. Na porção sudoeste dessa bacia, próximo à área urbana até a divisa com os Municípios de Seberi e Taquaruçu do Sul concentram-se áreas planas com percentagem de conversão de áreas naturais superiores a 90%, enquanto que na parte noroeste da bacia, próximo à divisa com os Municípios de Vista Alegre e Caiçara, encontram-se áreas declivosas e a percentagem de conversão para usos antrópicos é, significativamente, menor.

4.2.3 Hidrografia

A drenagem, na área de estudo, é estabelecida pelas formas do relevo associada à direção do fraturamento e, em certos trechos, ao controle exercido pelo contato entre as seqüências de derrames (ELETROSUL, 1995). A rede hidrográfica pertence à Bacia do Rio Uruguai e pode ser visualizada na FIGURA 26.

Destacam-se os Rios da Várzea e Pardo, os quais drenam para o Rio Uruguai e os Lajeados Perau, Chiquinha, Castelinho e Mico que drenam para o Rio da Várzea. O desnível da maioria dos cursos de água é da ordem de, aproximadamente, 400 metros, desde as nascentes próximas a área urbana de Frederico Westphalen até a foz no Rio Uruguai, no caso do Rio Pardo ou, no Rio da Várzea para os demais. Durante o percurso ocorrem faixas marginais com mata nativa e outras com atividades

agropastoris. Como o substrato é basáltico, apresentam uma base rochosa, na maioria do percurso, que determinou um aspecto encachoeirado. Esta característica influenciou na definição dos nomes dos mananciais das bacias hidrográficas do município. Com exceção da bacia hidrográfica do Rio Pardo, as demais são definidas como Lajeados, que pela definição são arroios ou regatos cujo leito é de rocha.

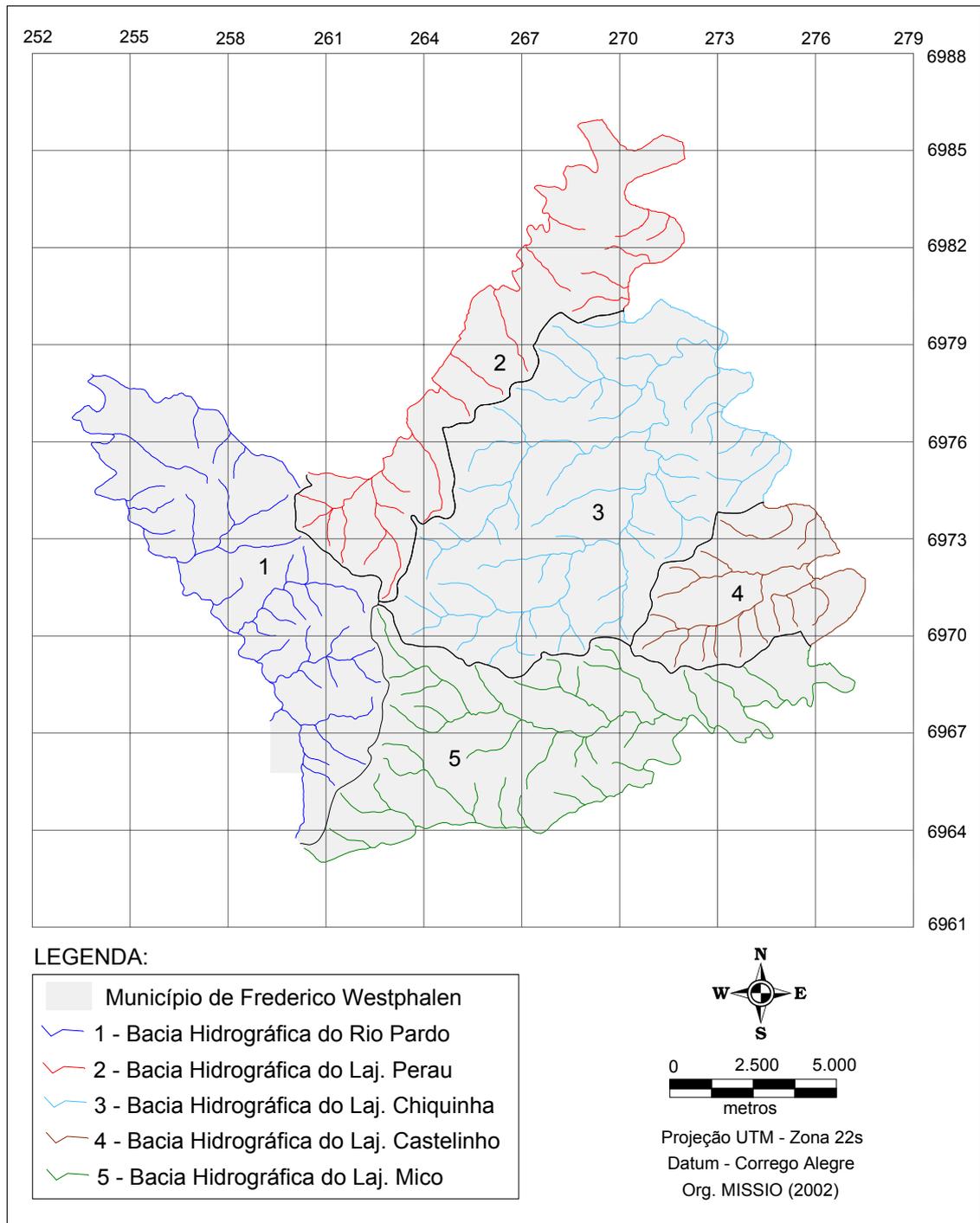


FIGURA 26: Mapa de hidrografia do Município de Frederico Westphalen – RS.

O comprimento total dos cursos d'água do município é de, aproximadamente, 407.264 metros e a densidade de drenagem calculada foi 15,55 m/ha, estando classificada na categoria rica. A bacia LCH, que é a única em que o lajeado não serve como divisa municipal, apresenta densidade de drenagem mediana (TABELA 17).

TABELA 17 - Caracterização da rede hidrográfica do Município de Frederico Westphalen.

Bacias	Comprimento (m)	Densidade (m/ha)	Padrão*
LPE	69.606	16,36	Rica
LCH	116.657	13,95	Mediana
RPA	84.387	15,58	Rica
LMI	89.751	15,43	Rica
LCA	46.863	19,95	Rica
TOTAL	407.264	15,55	Rica

*DNAEE-EESC, 1980

Os resultados da densidade de drenagem calculados são um pouco superiores aos observados por MISSIO *et al.* (no prelo), para as áreas totais das bacias hidrográficas do Rio Pardo, Lajeado Perau, Lajeado Chiquinha, Lajeado Castelinho e Lajeado Mico que ocupam uma área de 89.002 ha e contemplam o município de Frederico Westphalen. Considerando-se a superfície total destas bacias hidrográficas, a densidade de drenagem foi de 13,7 m/ha, classificada como mediana.

Os limites do Município de Frederico Westphalen foram estabelecidos, em quase toda sua extensão, com base na rede hidrográfica que aborda os afluentes de uma margem do curso principal, além do curso principal, que é o limite do município. Quando o comprimento da rede hidrográfica for dividido pela área parcial, e não pela área total de uma bacia de drenagem, o valor resultante da densidade de drenagem acaba sendo mais elevado em relação ao que seria obtido para toda a bacia hidrográfica. Isto pode ter contribuído para uma superestimação da densidade de drenagem nas bacias do município de Frederico Westphalen.

Similar ao observado para a hidrografia da Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre, Brasil (COSTA, 2000) e em cinco bacias hidrográficas na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (MISSIO *et al.*, no prelo), que foram

trabalhos realizados na escala 1:50.000, a não inclusão de muitos cursos d'água de primeira e segunda ordem, pode ser justificada por limitações relacionadas à escala do mapeamento, às dificuldades metodológicas diversas, ou pela escassez de levantamentos de campo. Provavelmente, o uso de uma escala cartográfica maior, poderia evidenciar um padrão de drenagem mais denso na área de estudo.

4.2.4 Malha viária

O município de Frederico Westphalen é servido por uma ampla e complexa rede viária, com 338,245 Km de estradas federais, estaduais e municipais (FIGURA 27 e TABELA 18). As rodovias federais, com 30,03 km e as estaduais, com 16,84 km, são revestidas com asfalto, enquanto que as municipais são estradas de “chão batido”, revestidas com cascalho, para permitir a regularização em muitos locais que apresentam afloramentos rochosos ou para permitir o tráfego em dias de chuva, principalmente nas áreas com declividade acentuada, além de facilitar os trabalhos de manutenção e conservação destas estradas.

As estradas municipais apresentam, de modo geral, boas condições de tráfego, mesmo em dias chuvosos. Entretanto, em muitos locais, principalmente onde a declividade do terreno é acentuada, sendo necessária a realização de cortes e aterros na superfície do solo para construir as estradas, existem riscos de deslizamentos, além da erosão no leito das estradas (FIGURA 28).

De forma semelhante ao cálculo da densidade de drenagem da rede hidrográfica, considerou-se o comprimento em função da área do município, obtendo-se uma densidade de estradas comparável à densidade de drenagem, com 12,89 m/ha ou 1,29 km/km². Se, por um lado, a densidade de estradas, quando alta pode ser pensada como positiva, pois significa maior possibilidade de comunicação / transporte para as comunidades humanas rurais, por outro, este aspecto pode ser considerado negativo, do ponto de vista da conservação da biodiversidade e da sustentabilidade ambiental, uma vez que aumenta a probabilidade de atropelamento de fauna, favorece o acesso às áreas

naturais, facilitando a coleta de plantas e animais e a entrada de impurezas e poluentes, bem como o processo erosivo no leito das estradas, principalmente naquelas localizadas em terrenos íngremes, que são comuns na região.

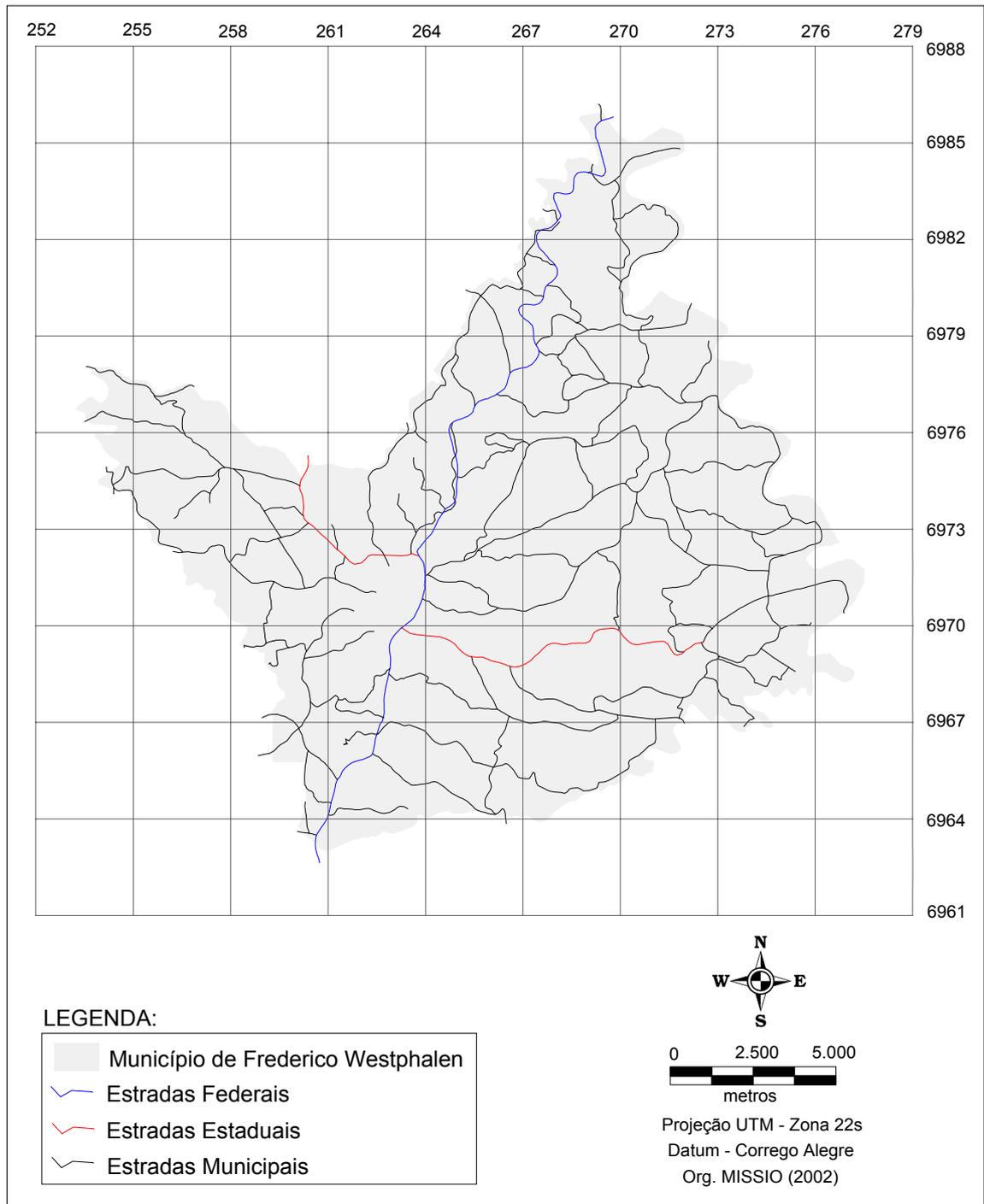


FIGURA 27: Mapa viário do Município de Frederico Westphalen-RS.

TABELA 18 - Caracterização da malha viária do Município de Frederico Westphalen.

Classificação	Comprimento (km)
Federais	30,03
Estaduais	16,84
Municipais	291,38
TOTAL	338,25

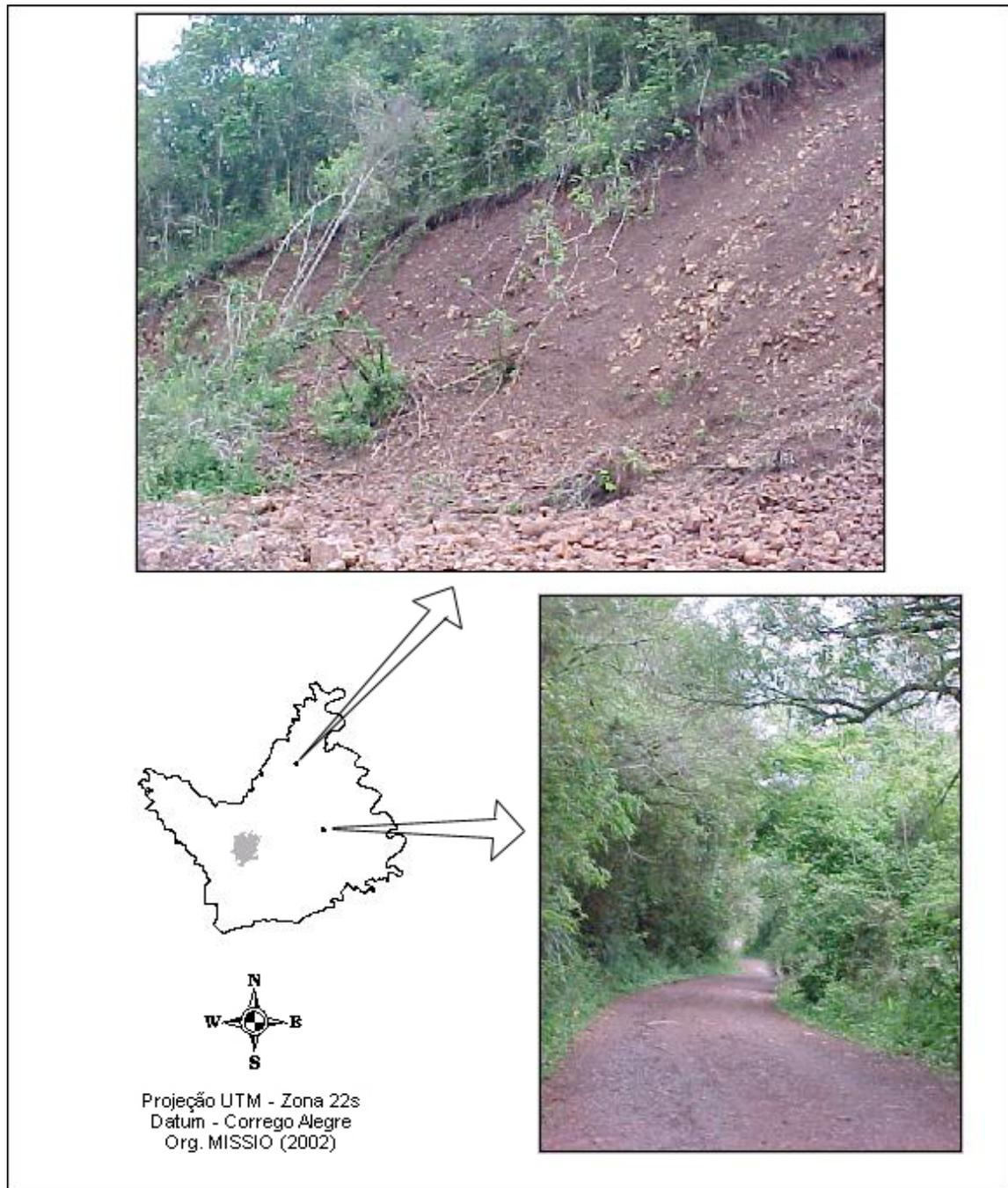


FIGURA 28: Características da malha viária municipal em 12/10/2002.

4.2.5 *Áreas de preservação permanente (APPs)*

As APPs são áreas com cobertura ou não de vegetação nativa, com função ambiental de preservar os 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.

Neste estudo, as APPs consideradas e mapeadas, compreendem áreas com declividade igual ou superior a 45° ou 100% na linha de maior declive, as áreas localizadas junto às nascentes numa extensão de 50 metros de raio e, ao longo dos mananciais hídricos numa faixa proporcional a largura dos mesmos. No caso do Município de Frederico Westphalen, com exceção do Rio da Várzea, onde a APP ocupa uma faixa de 100 metros de largura, para os demais rios e lajeados as APPs ocupam uma faixa de 30 metros de largura de cada lado do curso de água. Não foi considerado no estabelecimento das APPs, o nível mais alto, que é o nível alcançado pelos cursos d'água por ocasião da cheia sazonal, independente dele ser perene ou intermitente (APÊNDICE 1). Com base nestes aspectos, a APP calculada para o Município de Frederico Westphalen, compreende uma área de 2.344 ha, que representa 8,95% da área total da paisagem do município (FIGURA 29).

Ao longo dos cursos de água as APPs ocupam 2.221 ha e estão associadas, principalmente, a cursos d'água de pequeno porte e que apresentam grande variação no volume d'água no decorrer do ano, que é uma característica marcante na hidrografia da região, embora sejam perenes.

Na escala 1:50.000, utilizada neste trabalho, as curvas de nível espaçadas de 20 em 20 metros não representam, de forma precisa, a topografia da paisagem quando a declividade é superior a 100%, considerando que a espessura das linhas pode comprometer uma representação mais precisa. Da mesma forma, no caso de pendentes pouco extensas, a declividade pode ser subestimada em função da posição em que as curvas de nível cortam estas pendentes. Desta forma as áreas com declividade superior a 100% ocupam uma área de 14 ha na superfície do município.

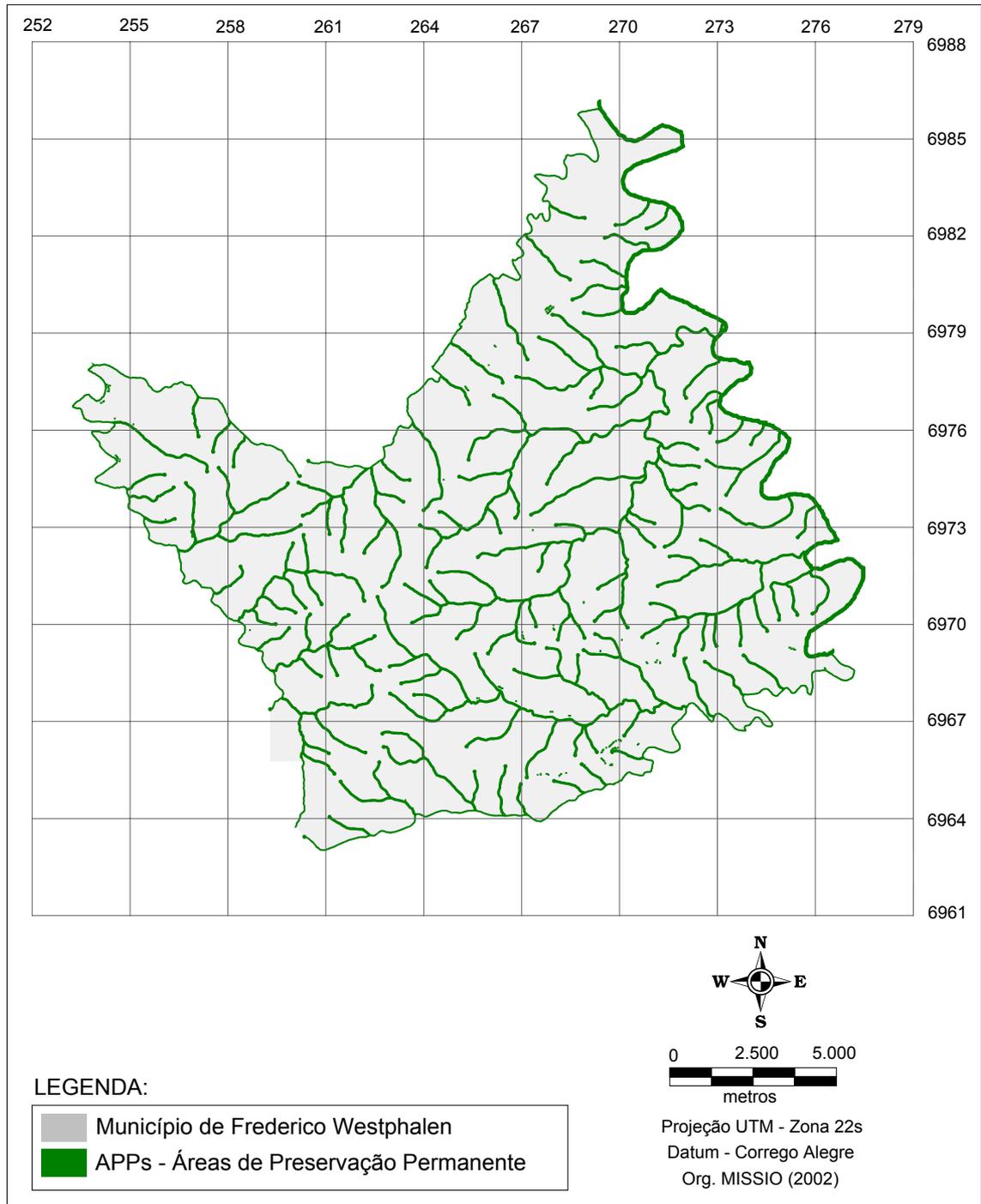


FIGURA 29: Áreas de preservação permanente (APPs) no Município de Frederico Westphalen – RS.

As APPs, localizadas junto às nascentes, ocupam uma área de 109 ha e também podem ter sido subestimadas, em função da escala de mapeamento utilizado, em que muitos cursos de água de primeira e segunda ordem podem não ter sido incluídos no mapeamento.

4.3 Análise de riscos ambientais

São considerados riscos ambientais as alterações naturais e tecnológicas a que o ambiente e o homem estão expostos e que implicam na possibilidade (ou probabilidade) de um impacto sobre o ambiente. Os riscos e impactos ambientais negativos devem ser identificados, mapeados e manejados para que se possa reduzi-los ou mesmo anulá-los (PIRES e SANTOS, 1995).

4.3.1 *Riscos ambientais sobre o componente Biota*

A vegetação é considerada como um importante indicador das condições ambientais de uma região, porque protege o solo, reduz o transporte de sedimentos e o assoreamento dos recursos hídricos, além de servir de habitat para animais silvestres, contribuindo com a manutenção da biodiversidade. Entretanto, nos últimos anos, a redução nas áreas naturais tem influenciado na fragmentação da paisagem, quando a vegetação natural é interrompida por barreiras antrópicas capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes entre áreas naturais próximas, comprometendo as funções ecológicas básicas dos ecossistemas e, conseqüentemente, reduzindo as populações de espécies na paisagem (SILVA, *et al.* 2000).

Os fragmentos de vegetação existentes na paisagem são remanescentes de vegetação nativa que, no município de Frederico Westphalen, era constituída, basicamente, por floresta estacional decidual (SEMA, 2002). Atualmente, as áreas encontram-se fragmentadas, em diferentes estágios de sucessão e com a estrutura alterada pela retirada seletiva de madeira ou pelo acesso de animais domésticos. Apresentam ainda grande número de pequenas áreas em estágios iniciais de sucessão, decorrentes do abandono da agricultura anteriormente praticada nestas áreas.

A TABELA 19 mostra o grau de conversão de áreas naturais em relação à área primitiva do município. Podemos observar que mais de 80% da superfície foi convertida para usos antrópicos diversos.

TABELA 19 - Área em ha e percentagem de áreas naturais convertidas para usos antrópicos, em cada bacia hidrográfica do Município de Frederico Westphalen, considerando-se o ano de 1999 em relação a condição original.

Bacia hidrográfica	Área ha	%
Lajeado Castelinho	2.349	86,46
Lajeado Mico	8.361	79,61
Lajeado Perau	5.817	81,74
Lajeado Chiquinha	5.415	80,97
Rio Pardo	4.255	81,68

Na FIGURA 30 pode ser observada a condição da fragmentação da paisagem na bacia hidrográfica do LMI, que é influenciada também pelas características da estrutura fundiária, onde é possível visualizar algumas linhas de vegetação, que, na maioria dos casos, acompanham o limite das propriedades. Na FIGURA 31 pode ser observada a degradação da estrutura da paisagem pela introdução de espécies exóticas como a uva-do-japão (*Hovenia dulcis*), que é observada com frequência em áreas naturais do município. A disseminação desta espécie, particularmente, é favorecida pelas características dos seus frutos, que são apreciados pelos animais domésticos e silvestres, associada à facilidade de germinação das sementes, após passar pelo trato digestivo desses animais. Apresentam, ainda, rápido desenvolvimento, mesmo em áreas de mata parcialmente fechada, ultrapassando rapidamente o dossel da mata, invadindo, assim, principalmente, as áreas onde os animais domésticos têm acesso e áreas próximas. Com frequência, observa-se o aumento da erosão do solo sob estas árvores em virtude do intenso trânsito de animais domésticos e silvestres, que procuram os frutos para alimentação, e acabam desagregando, compactando a superfície do solo e degradando a cobertura vegetal, em consequência do intenso pisoteamento, principalmente no período de frutificação.

Em relação ao desmatamento, perdas significativas de áreas naturais ocorreram antes de 1984, no Município de Frederico Westphalen, considerando que a superfície ocupada por mata praticamente não foi alterada no período estudado. Entretanto, é possível perceber um aumento na fragmentação da paisagem, com subdivisão de fragmentos de vegetação natural de maior tamanho e uma diminuição adicional destes, relacionada ao efeito de borda, deixando claro que a perda da

qualidade de habitats naturais, neste caso específico, é maior do que a perda em superfície desses habitats (FIGURA 32).

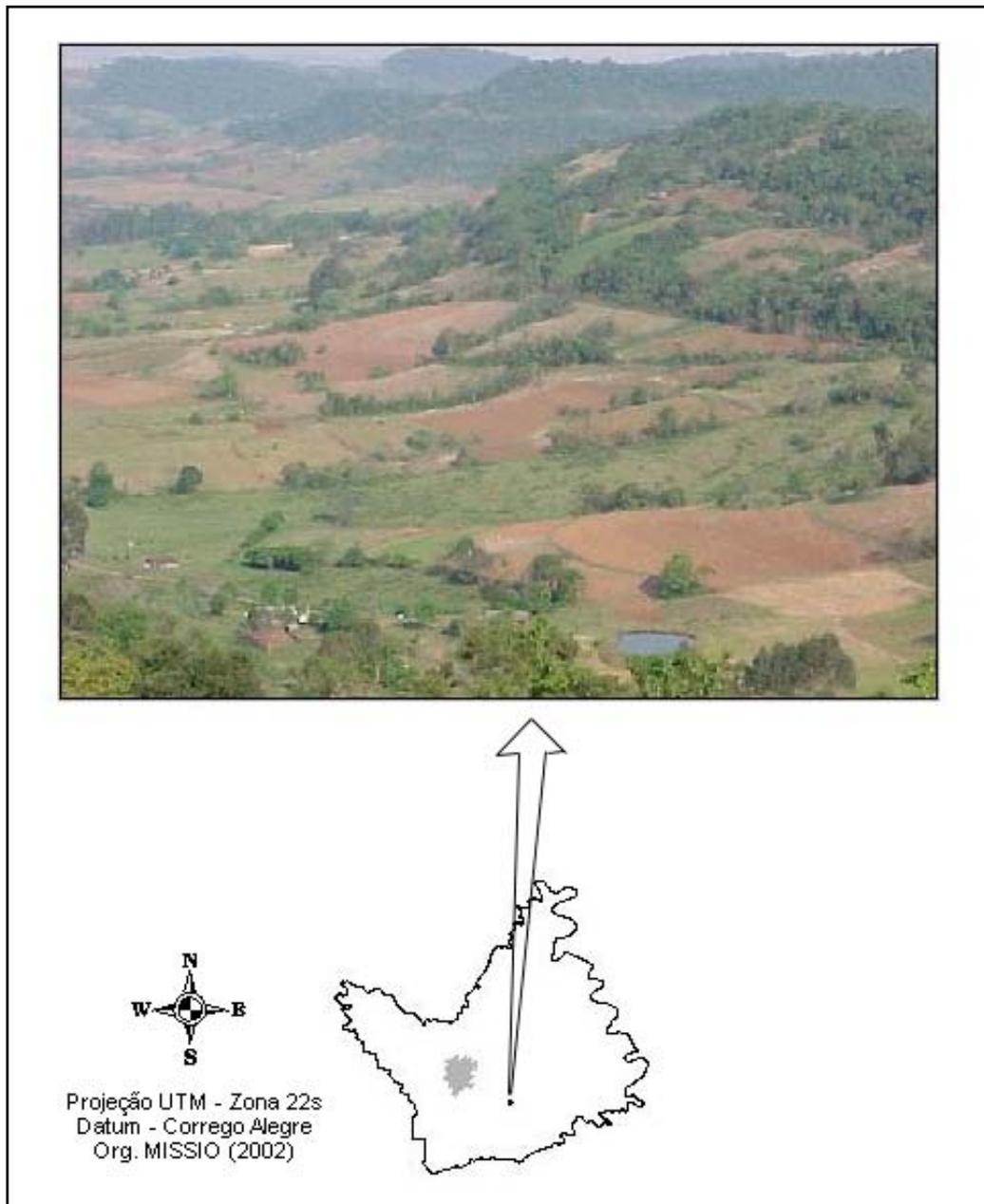


FIGURA 30 - Fragmentação da paisagem na Localidade Pedras Brancas, em Frederico Westphalen - RS.

Vários parâmetros relacionados aos fragmentos de vegetação nativa da classe mata foram calculados para o município, permitindo aprofundar a análise sobre a paisagem, que podem estar relacionados com processos ecológicos. A busca de métodos que possam correlacionar os processos ecológicos com as alterações na paisagem vem

sendo perseguida há algum tempo na ecologia da paisagem (O'NEILL, *et al.*, 1988; GUSTAFSON, 1998; PAN, *et al.*, 1999; ARES, *et al.*, 2001).

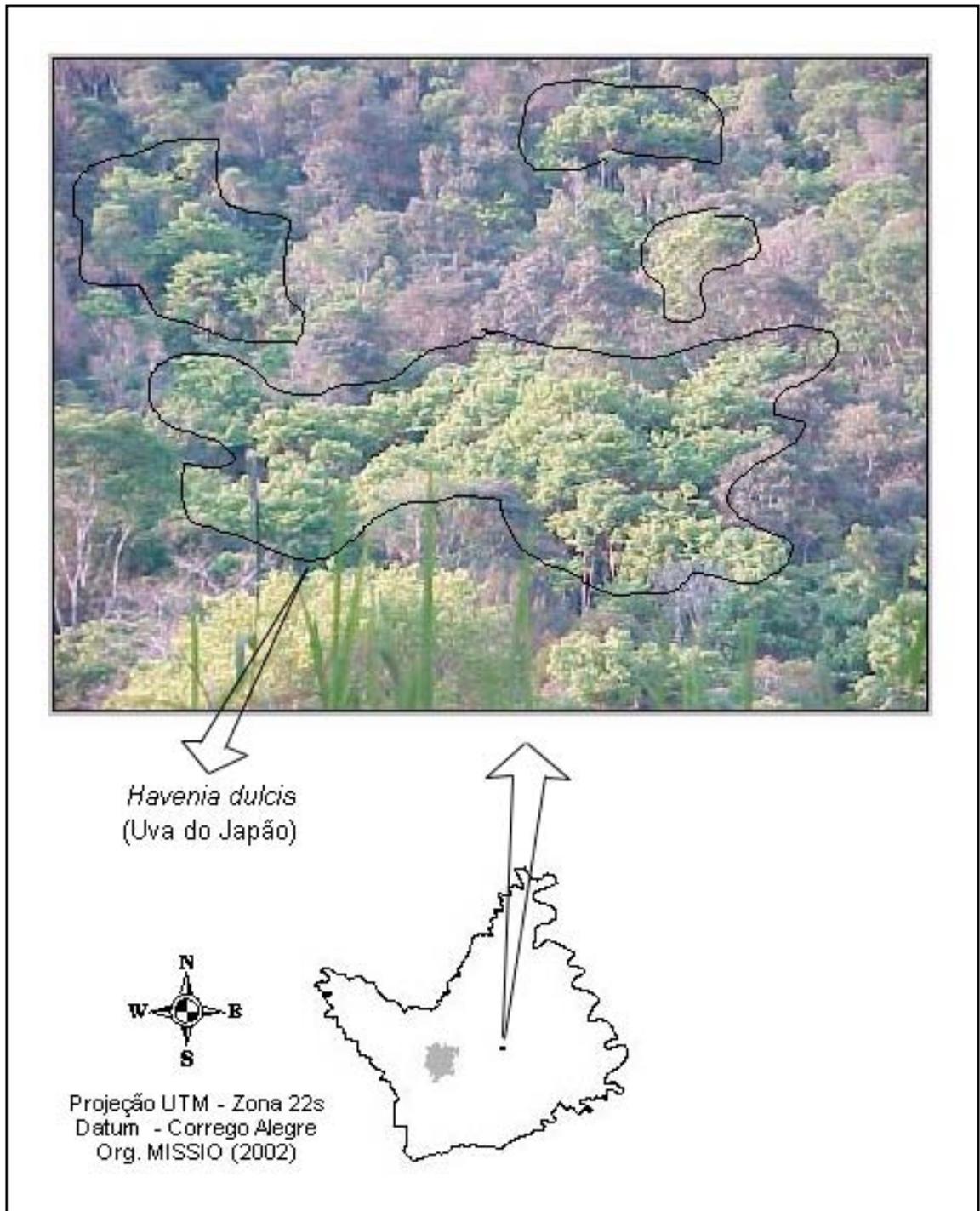


FIGURA 31. Ocorrência de espécies exóticas (*Hovenia dulcis*) em área de mata nativa na Comunidade da Linha Encruzilhada, Frederico Westphalen – RS.

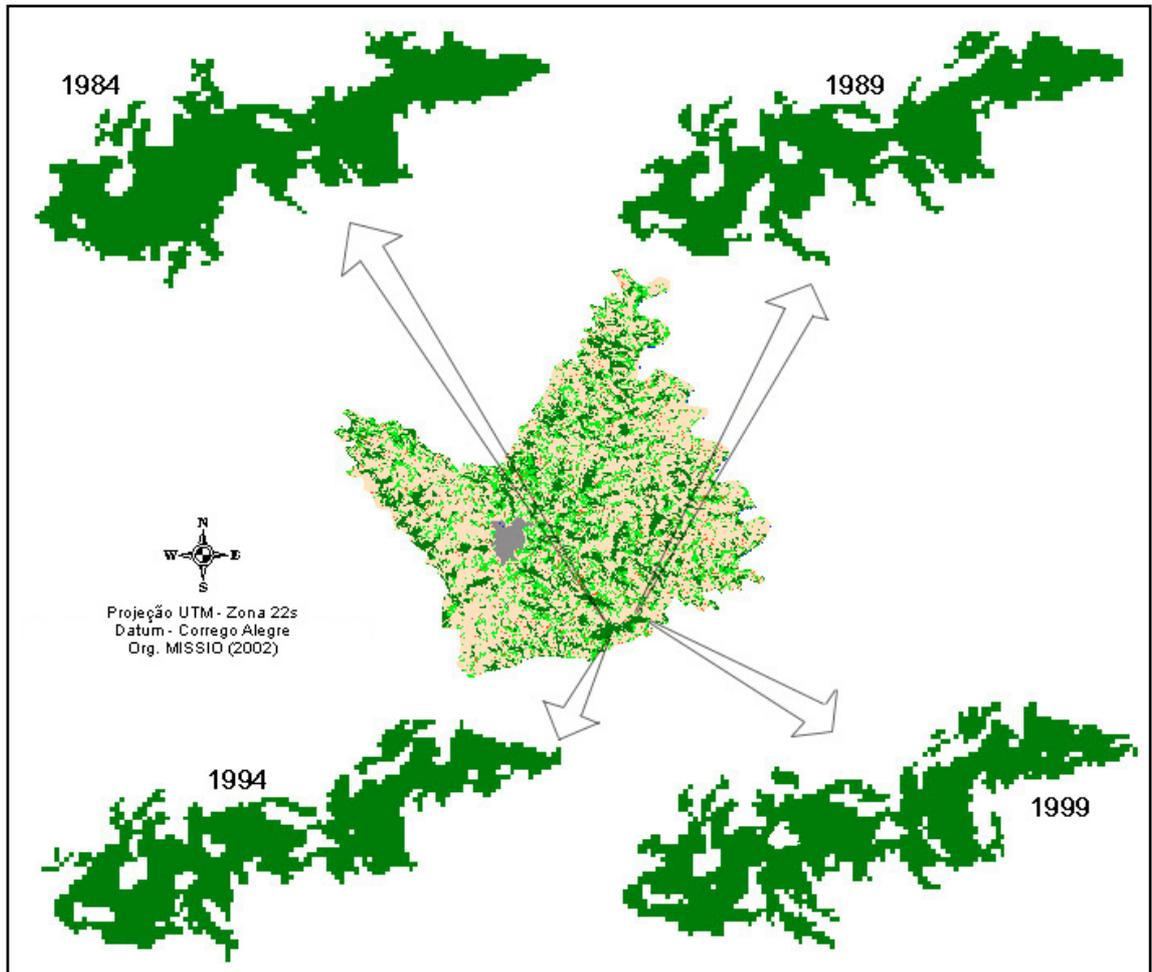


FIGURA 32: Alterações na estrutura de um fragmento no Município de Frederico Westphalen, no período estudado.

De acordo com GUSTAFSON (1998), a determinação do padrão de fragmentação da paisagem inclui a determinação do tamanho, número e densidade de fragmentos, sendo que estas medidas podem ser calculadas para todas as classes ou para uma classe de interesse particular.

Na TABELA 20 podem ser observados os parâmetros métricos relativos a área ocupada pelos fragmentos de mata, o tamanho médio dos fragmentos e a densidade de fragmentos na paisagem de cada uma das bacias hidrográficas do município, obtidos com base no software Fragstats.

TABELA 20 - Parâmetros métricos relativos à área dos fragmentos da classe mata para o ano de 1999.

Parâmetros métricos	Descrição dos parâmetros métricos	Bacia hidrográfica				
		LPE	LCH	RPA	LMI	LCA
ca	Área de todos os fragmentos da classe em ha (ha)	777	1.591	991	1186	318
pland	Percentagem da paisagem ocupada por mata (%)	18,27	19,03	18,31	20,39	13,54
np	Número de fragmentos existentes na classe mata	121	177	112	125	62
ar-mn	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	6,42	8,99	8,85	9,48	5,13
lpi	Percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe (%)	2,40	1,07	3,24	2,77	2,44
pd	Número médio de fragmentos por 100 ha	2,84	2,12	2,07	2,15	2,64

Os parâmetros ca, np e lpi estão relacionados ao tamanho das bacias hidrográficas. Portanto, as diferenças entre eles não refletem, necessariamente, diferenças entre as bacias. Por outro lado, o número de fragmentos de um tipo de habitat particular afeta a variedade dos processos ecológicos, dependendo do contexto da paisagem. O número de fragmentos, por exemplo, pode determinar o número de subpopulações que compõem uma população espacialmente dispersa, associada com aquele tipo de habitat (MCGARIGAL & MARKS, 1994). O tamanho médio e a densidade de fragmentos são parâmetros que estão diretamente relacionados à qualidade de habitat, pois quanto maior o tamanho dos fragmentos e mais próximos uns dos outros, maior a possibilidade de intercâmbio genético entre eles e, portanto, maior a persistência e estabilidade dos processos ecológicos atuantes na paisagem.

As bacias LCH, RPA e LMI apresentam a menor densidade de fragmentos (número de fragmentos por 100 ha), porém, o tamanho médio dos mesmos é, sensivelmente, maior que nas demais bacias e apresentam a maior percentagem da paisagem ocupada por mata, teoricamente apresentando melhor qualidade de habitat.

Portanto, com base, apenas, no tamanho médio dos fragmentos e na percentagem da paisagem ocupada por mata, podemos estabelecer um gradiente de comprometimento ambiental para o município, onde, a bacia LMI é a menos comprometida, seguida em ordem decrescente de comprometimento pelas bacias LCH, RPA, LPE e LCA, que é a mais comprometida.

Predominam no município de Frederico Westphalen fragmentos de mata pequenos, sendo raros na paisagem fragmentos de grande porte. Situação semelhante à observada por BLANCO JORGE & GARCIA (1997), no Município de Botucatu – SP em área de cerrado, onde o tamanho médio dos fragmentos é, significativamente, maior, entretanto, e a densidade de fragmentos é menor que a observada em Frederico Westphalen – RS.

As informações sobre os limites dos fragmentos podem incluir o perímetro de um fragmento ou o perímetro total de uma classe particular de uso. Entretanto, este parâmetro varia de acordo com a forma dos fragmentos. Outro parâmetro, que é amplamente usado e que está relacionado ao tamanho, perímetro e forma dos fragmentos, é a área de interior dos fragmentos, quando comparada à área de borda.

O software Fragstats calcula algumas métricas que quantificam a configuração da paisagem em termos de complexidade fragmento a fragmento ou ao nível de classe ou de paisagem.

A densidade de bordas, é um parâmetro que leva em consideração o perímetro dos fragmentos em função de uma unidade de área, que para este trabalho é o ha, relativizando a informação. Com base neste parâmetro, podemos verificar, na FIGURA 33, que as bacias LMI, LPE e LCH apresentam densidade de bordas superior às bacias RPA e LCA. Esta diferença em relação à RPA está relacionada à complexidade de forma dos fragmentos, enquanto que na LCA, que é a bacia com a menor percentagem da paisagem ocupada por mata, a área ocupada pelos fragmentos desta classe é mais importante na determinação deste valor.

A interação da forma com o tamanho dos fragmentos pode influenciar importantes processos ecológicos. Entretanto, a forma é um parâmetro difícil de quantificar de modo consistente em uma métrica. O software Fragstats calcula dois tipos

de índices de forma, ambos baseados na relação perímetro-área (MCGARIGAL & MARKS, 1994).

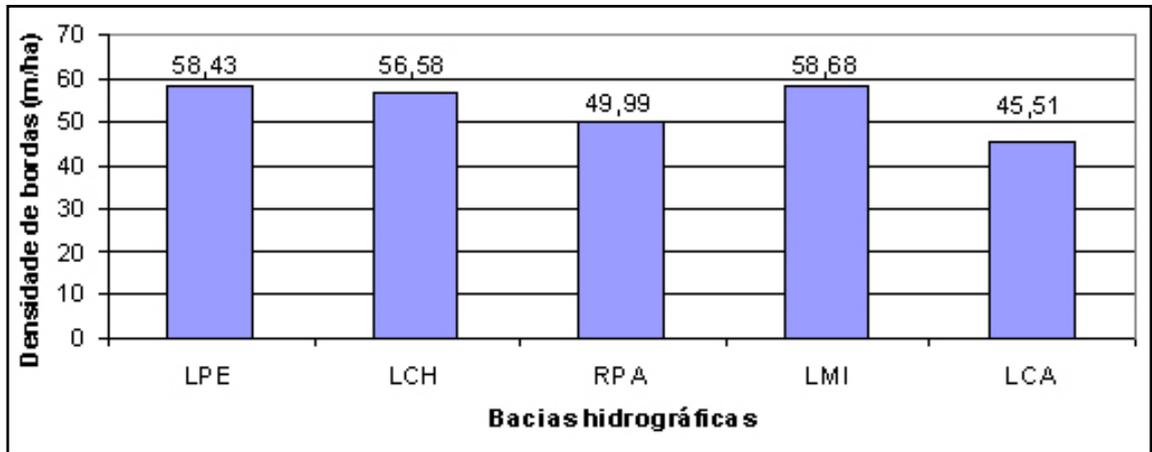


FIGURA 33: Densidade de bordas dos fragmentos da classe mata nas bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.

O índice de forma dos fragmentos, amplamente utilizado na pesquisa em ecologia da paisagem, conforme metodologia definida por MCGARIGAL & MARKS (1994), mede a complexidade do formato dos fragmentos comparados a uma forma padrão. No índice calculado a partir de arquivo vetorial, a forma do fragmento é comparada com um padrão circular. PIRES (1995) adotou este padrão e a relação de tamanho e área de interior e borda para determinar a vulnerabilidade ecológica relativa de fragmentos de vegetação natural do Município de Luiz Antônio (SP). De forma semelhante, no índice calculado a partir de arquivo raster, a forma dos fragmentos é comparada a um padrão quadrado. O índice de forma sempre será igual ou maior que um, sendo igual a um quando os fragmentos são circulares (formato vetorial) ou quando os fragmentos são quadrados (formato raster) e aumenta, de forma ilimitada, à medida que a irregularidade da forma dos fragmentos for aumentando.

Na FIGURA 34, são apresentados os valores do índice de forma médio dos fragmentos para cada uma das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, onde pode ser observado que a bacia do LCA é a que apresenta fragmentos cuja forma mais se assemelha ao formato padrão e a bacia do LCH é a que apresenta formas mais complexas. No caso da bacia do LCA, o avançado estágio de substituição da vegetação natural tem eliminado fragmentos de maior porte que podem apresentar

formas mais complexas, restando apenas pequenos fragmentos cuja forma se assemelha ao formato padrão.

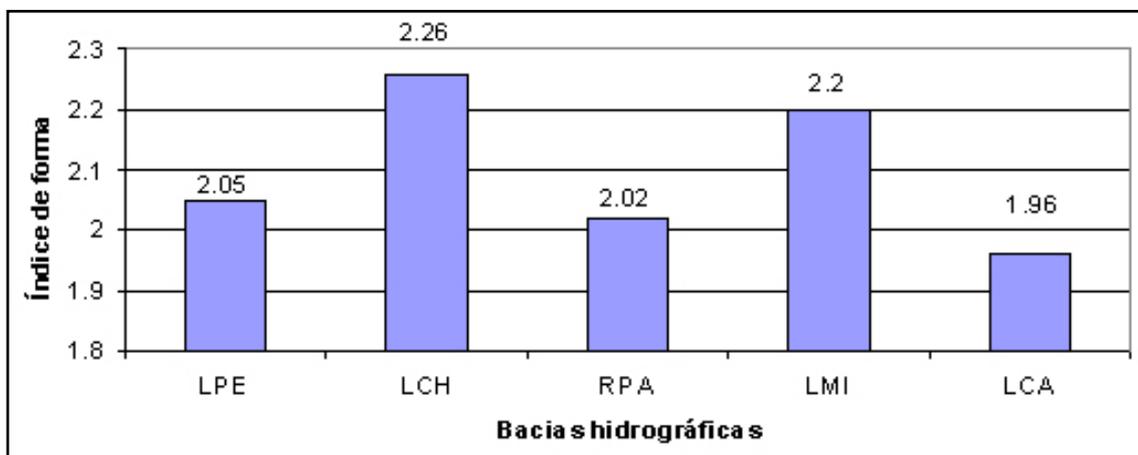


FIGURA 34: Índice de forma médio dos fragmentos da classe mata nas bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.

O índice de forma dos fragmentos de mata está diretamente relacionado ao perímetro destes, uma vez que, quanto mais distantes do formato padrão (circular ou quadrado), maior será o perímetro e o índice de forma dos mesmos.

Na área do município tendem a predominar fragmentos de mata com formas alongadas, o que pode estar relacionado às características do relevo do município associado à estrutura fundiária, onde os usos antrópicos tendem a ocupar as áreas com relevo mais favorável, criando contornos irregulares e alongados, conforme podemos evidenciar na FIGURA 35, que apresenta os valores da métrica “raio de revolução” dos fragmentos de cada bacia hidrográfica.

O raio de revolução é uma medida que se refere ao grau de alongamento dos fragmentos. Apresenta valor zero quando os fragmentos são formados por pequenas áreas, que constituem uma célula simples e, aumenta com a extensão (alongamento) dos fragmentos.

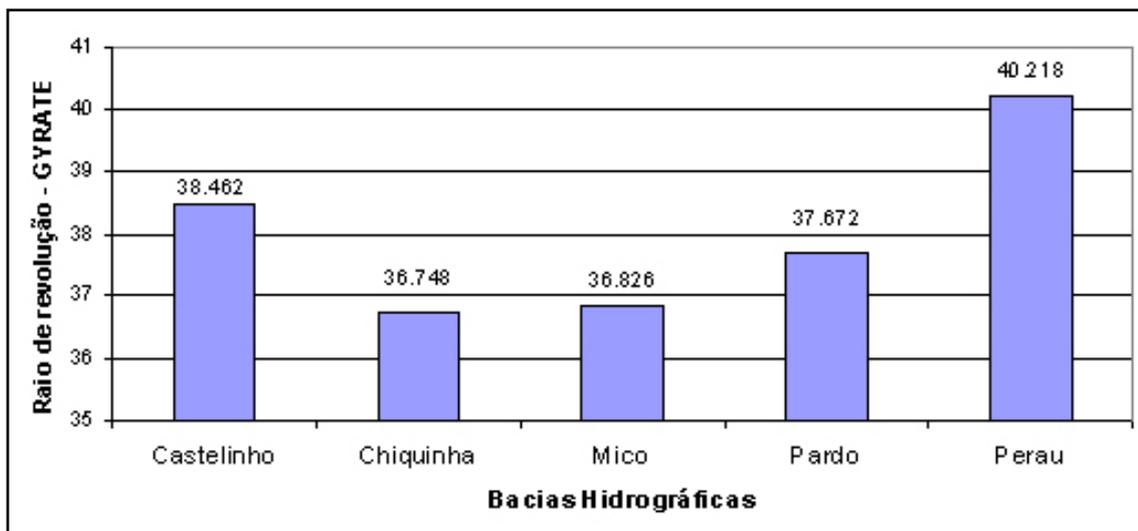


FIGURA 35: Raio de revolução dos fragmentos da classe mata das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, no ano de 1999.

A FIGURA 36 exemplifica como as alterações na forma dos fragmentos acontecem e são constantes na área do Município de Frederico Westphalen. Estas geralmente ocorrem a partir do limite externo dos fragmentos, o que pode ser visualizado na foto superior, onde a vegetação foi empurrada, três a cinco metros, em direção ao centro do fragmento com a ajuda de um trator de esteira, enquanto que, na foto inferior, houve o corte raso da vegetação nativa em área de declividade acentuada e solo litólico.

Adotando a abordagem de ecologia da paisagem, muitas pesquisas sobre a importância do padrão espacial estão relacionadas ao efeito de borda florestal. Este efeito resulta, principalmente, de alterações no vento e intensidade luminosa que interferem na qualidade do fragmento florestal em consequência de alterações no microclima e na taxa de perturbação. Estas mudanças, associadas a alterações na disponibilidade de sementes e herbivoria, podem influenciar a composição e a estrutura da vegetação (MCGARIGAL & MARKS, 1994).

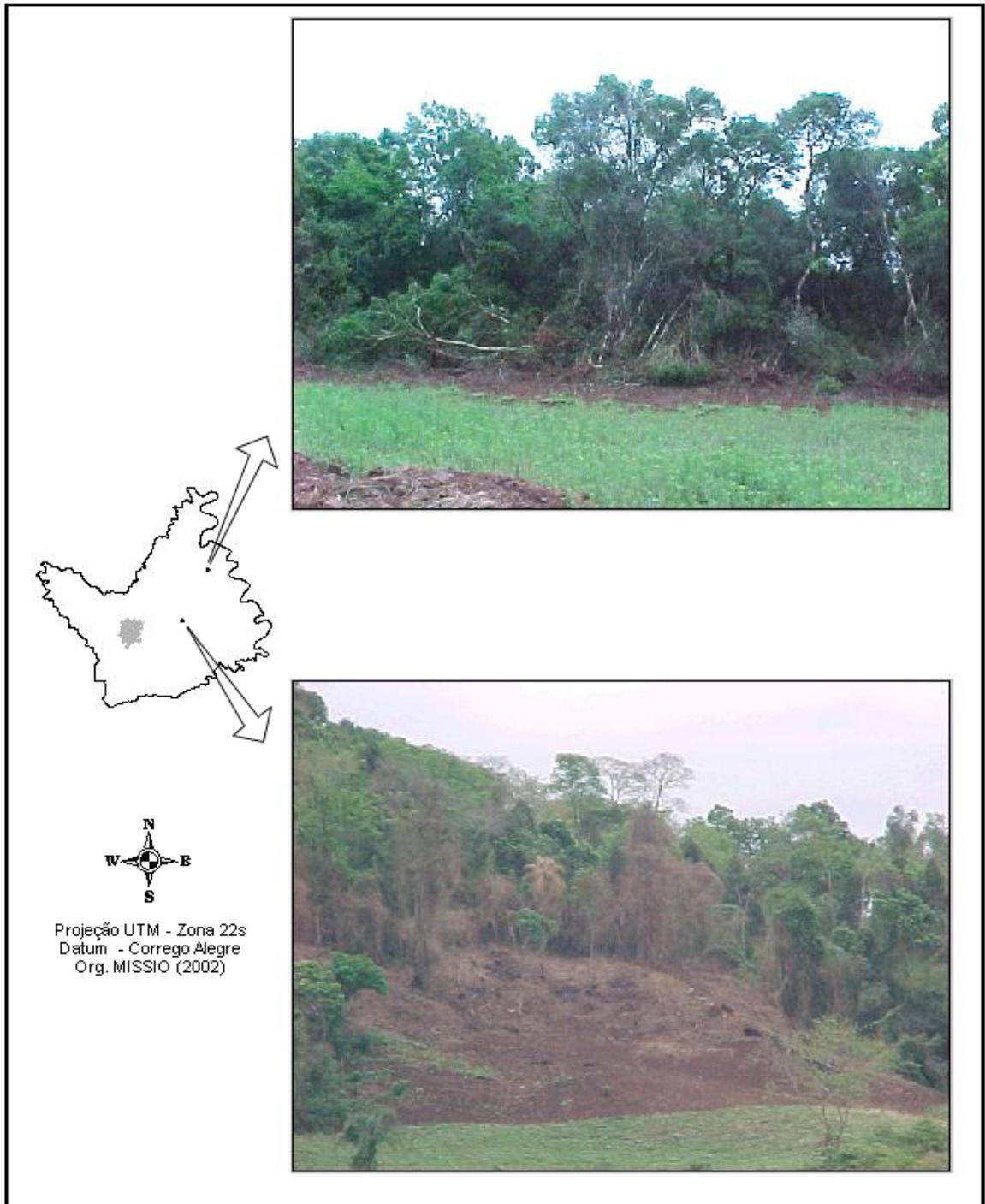


FIGURA 36: Comprometimento na forma e estrutura dos fragmentos de mata por redução na área dos fragmentos a partir das bordas (a) ou por corte raso da vegetação (b) no Município de Frederico Westphalen – RS. (12/10/02)

A proporção de um fragmento florestal que é afetado pela borda é dependente da forma, orientação e uso da terra nas áreas adjacentes ao fragmento. Atualmente, é aceito que o efeito de borda influencia os organismos de forma

amplamente diferente, sendo que, algumas espécies têm afinidade para a borda, outras não são afetadas e algumas sofrem influência adversa (MCGARIGAL & MARKS, 1994). Quanto maior a distância entre as extremidades (bordas) e o centro do fragmento (interior), maior a proteção das espécies do interior destas áreas em relação às ameaças externas.

A borda é uma função do perímetro do fragmento, sendo que o índice de borda é afetado pela resolução da imagem. Geralmente, uma resolução mais fina aumenta o detalhe com que as bordas são delineadas, aumentando o comprimento das mesmas.

A soma das bordas corresponde à soma dos limites externos de todos os fragmentos da classe que está sendo estudada, neste caso a classe mata. A área de borda, que está representada na FIGURA 37, foi calculada, descontando-se da área total de mata, a área de interior destes fragmentos. As áreas de interior compreendem as áreas localizadas a uma distância igual ou maior que 50 metros do limite externo dos fragmentos.

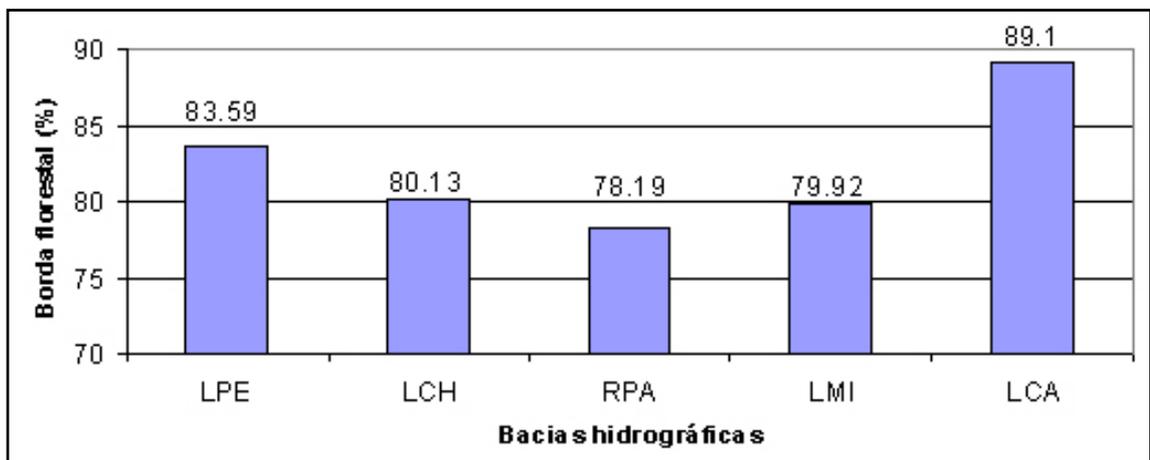


FIGURA 37: Percentagem dos fragmentos de mata que são borda florestal nas bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, para o ano de 1999.

A borda florestal ocupa uma área de 3.930 ha no município, variando de 78% das áreas de mata na bacia RPA, a 89% na bacia do LCA. Portanto, para o município, a maior parte dos fragmentos de mata compreendem borda florestal, que são áreas dos fragmentos que recebem influência de fatores externos como o vento, a

luminosidade, o fogo e a entrada de nutrientes ou contaminantes trazidos pelos ventos, que influenciam a umidade e o estabelecimento das espécies, determinando variações na composição de espécies nas áreas de interior em relação à borda dos fragmentos (PIRES, 1995).

A soma das bordas da classe mata é um parâmetro que está diretamente relacionado ao tamanho da bacia hidrográfica e ao número de fragmentos de mata que existem na paisagem. A densidade de borda está relacionada ao tamanho e à forma dos fragmentos de mata, sendo que quanto mais recortados forem os fragmentos, maior a densidade de borda para a mesma área de mata de uma bacia.

Os fragmentos de mata da bacia do LCA são os que apresentam maior proporção de bordas no município, ou seja, a bacia onde as espécies estão mais vulneráveis e a preservação da biodiversidade mais comprometida, agregando mais argumentos sobre o maior comprometimento desta bacia, no âmbito municipal.

A área de interior é outro índice amplamente utilizado em ecologia da paisagem e está relacionada com o tamanho e a forma dos fragmentos. Este índice representa a porção do fragmento que se encontra no centro, a uma distância especificada a partir do limite externo do fragmento, onde é provável que não seja afetado pelos efeitos de borda. Alguns efeitos podem se estender até distâncias relativamente curtas no interior do fragmento, como o microclima, enquanto que outros podem penetrar distâncias maiores, como a predação (GUSTAFSON, 1998; MCGARIGAL & MARKS, 1994).

Estes aspectos são importantes, à medida que sabemos que a sobrevivência humana e a manutenção da qualidade de vida dependem direta ou indiretamente da manutenção das funções dos ecossistemas naturais (DE GROOT, 1992; SANTOS, *et al.*, 2000; OBARA, *et al.*, 2000), que garantem a disponibilidade de produtos e serviços ambientais de diversas formas.

A distância usada para definir a área de interior pode estar relacionada a um organismo específico ou a um processo de interesse e deve ser suficiente para isolar uma área que não seja afetada pelo efeito de borda, que resulta de uma combinação de fatores bióticos e abióticos que alteram as condições ambientais ao longo da borda dos fragmentos em comparação ao interior do mesmo. Esta distância é fixada considerando-se o contraste e a orientação do limite da área para o centro do fragmento (GUSTAFSON, 1998).

Para processos ecológicos ou organismos adversamente influenciados pela borda, parece provável que a área de interior caracteriza melhor um fragmento que a área total do mesmo, pois, um fragmento pode ser grande bastante para conter determinadas espécies, mas a área de interior pode não ser grande o suficiente para garantir a sustentabilidade destas espécies.

Infelizmente, segundo MCGARIGAL & MARKS (1994), na maioria dos casos, não há conhecimento empírico suficiente para designar a largura da borda para cada tipo de organismo ou processo ecológico atuante na paisagem. Segundo PIRES (1995), diferentes autores utilizam diferentes limites para definir a borda. Para o Município de Luiz Antônio (SP), foi adotado um limite de 150 metros. O presente trabalho, adota no Município de Frederico Westphalen, o limite de 50 metros, considerado como zona de efeito de borda e utilizado para calcular as áreas de interior dos fragmentos de mata das bacias hidrográficas. Este limite foi estabelecido de forma arbitrária, mas foram levados em consideração os usos da terra nas áreas adjacentes, que estão relacionados à agricultura familiar, com diversificação de atividades, onde predominam máquinas e equipamentos de baixa potência, tração animal ou humana, para a maioria das operações, associada à estrutura fechada da mata, que, teoricamente, diminuem a quantidade de partículas estranhas, como agrotóxicos, que entram no interior da mata, bem como, diminuem a distância alcançada pelas mesmas. Outro aspecto é a dificuldade de acesso, em função da topografia do terreno, que dificulta a coleta e a predação.

Os resultados calculados para as bacias hidrográficas do município, referentes à área de interior são apresentados na TABELA 21.

Os resultados evidenciam que, dos 26.197 ha, que compreendem a superfície do município, apenas 933 ha compreendem áreas de interior de fragmentos de mata, ou seja, apenas 3,56% da superfície do município apresenta condições mais favoráveis para manutenção da biodiversidade regional. Ao mesmo tempo, o tamanho médio das áreas de interior (dcore-mn) é muito pequeno, em média 1,72 ha considerando-se as cinco bacias, sendo um fator limitante, senão para a sustentação de indivíduos de grande porte, ao menos para a manutenção de diversidade genética de espécies consideradas de interior de habitats.

TABELA 21 - Caracterização das bordas dos fragmentos de mata das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, para o ano de 1999.

Parâmetro	Descrição dos parâmetros	Bacia hidrográfica				
		LPE	LCH	RPA	LMI	LCA
tca	Soma das áreas de interior da classe mata (ha)	127,53	316,17	216,18	238,14	34,65
ndca	Número de áreas de interior de toda a classe	74	177	89	127	45
core-mn	Área de interior média, considerando todos os fragmentos de mata (ha)	1,05	1,79	1,93	1,91	0,56
dcore-mn	Área de interior média, considerando apenas os fragmentos de mata que possuem área de interior (ha)	1,72	1,79	2,43	1,88	0,77
cai-amn	Porcentagem da área de mata que é área de interior (%)	16,41	19,88	21,81	20,09	10,89
cpland	Percentual da paisagem que é área de interior excluídas as bordas (%)	3,00	3,78	3,99	4,10	1,48

A bacia hidrográfica do LCA é a que apresenta o maior grau de comprometimento da qualidade ambiental, com apenas 1,48% da paisagem ocupada com áreas de interior de fragmentos de mata, sendo que o tamanho médio das áreas de interior, nesta bacia, são menores que um ha (0,77 ha) e apenas 10,89% da área de mata são áreas de interior. A bacia LPE é a segunda mais comprometida, com 3% da paisagem ocupada com áreas de interior e o tamanho médio das áreas de interior de 1,72 ha. As bacias LMI, RPA e LCH também apresentam percentuais pouco significativos de

áreas de interior e tamanho médio das áreas de interior, entretanto, sensivelmente maiores que nas bacias LCA e LPE.

O número de áreas de interior na bacia LMI é maior que o número de fragmentos, demonstrando que a complexidade da forma dos fragmentos é maior nesta bacia, ocorrendo fragmentos com mais de uma área de interior (efeito de estrangulamento).

O Fragstas calcula a distância média entre cada um dos fragmentos de mata e o vizinho mais próximo de cada fragmento, baseado nos limites das bordas de cada um dos fragmentos. A distância entre fragmentos pode influenciar processos ecológicos importantes como a dinâmica de populações, interações entre espécies e populações espacialmente subdivididas. Segundo MCGARIGAL & MARKS (1994), resultados de pesquisas sugerem que a dinâmica de populações de plantas e animais é influenciada pela proximidade de outras sub-populações da mesma espécie ou espécies competidoras.

A distância entre fragmentos vizinhos está apresentada na FIGURA 38, onde a bacia LMI é a que apresenta a menor distância entre fragmentos vizinhos, decorrente do maior percentual de cobertura de mata nesta bacia. Valores relativamente altos na bacia RPA são decorrentes da existência de duas regiões distintas, com graus de conversão de áreas naturais contrastantes. Os valores relativamente baixos da distância entre fragmentos vizinhos na LPE são decorrentes da maior fragmentação da paisagem nesta bacia, que é de 2,84 fragmentos por 100 ha, sendo maior que nas demais bacias.

Considerando os parâmetros relativos à área (TABELA 20), densidade de borda, forma, índice de borda, raio de revolução e área de interior dos fragmentos (TABELA 21), foi possível evidenciar que a LCA é a bacia ambientalmente mais comprometida seguida pela LPE, enquanto que a LMI é a menos comprometida. As bacias LCH e RPA apresentam grau de comprometimento semelhantes e intermediários entre a LMI e LPE, sendo que a LCH apresenta grau de comprometimento levemente

superior. A representação do grau crescente de comprometimento é apresentada na FIGURA 39 onde a LMI é a menos comprometida e a LCA é a mais comprometida.

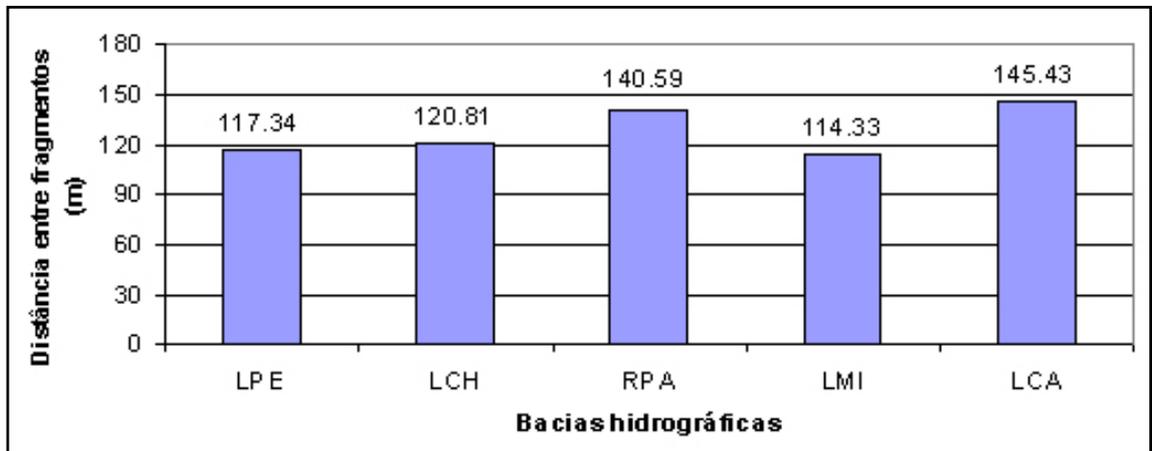


FIGURA 38: Distância média entre fragmentos de mata vizinhos, das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen, para o ano de 1999, representados em percentagem



FIGURA 39: Gradiente de comprometimento ambiental das bacias hidrográficas do Município de Frederico Westphalen-RS.

4.3.2 Riscos ambientais aos componentes solo e água

4.3.2.1 Risco potencial à erosão

As características do relevo na área de estudo, juntamente com o escoamento superficial do volume excedente de água da chuva que, segundo IBGE

(1985), é da ordem de 800 a 900 mm por ano, favorecem o processo erosivo e o desgaste acelerado dos solos, uma vez que a erosão depende das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrico), das condições do solo (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compactada e pedregosidade), das condições do relevo (declividade, extensão da pendente e microrrelevo) e da cobertura vegetal (EMBRAPA, 1995; PIRES, 1995; BERTOL & COGO, 1996). Solos com mais de 20% de declividade ocorrem em 42,49% da superfície do município e tendem a sofrer com a ação destes processos, principalmente quando manejados de forma inadequada.

A paisagem foi classificada nas classes mata e capoeira, que são áreas que apresentam risco mínimo à erosão, independente da declividade, enquanto que o restante da área foi classificado como de uso antrópico, onde as classes de risco estiveram associadas à declividade do solo. A superfície do município foi classificada em quatro classes de risco à erosão, que são: Risco mínimo; Risco menor; Risco intermediário e Risco maior (FIGURA 40).

No Município de Frederico Westphalen, 13.039 ha, aproximadamente 50% da superfície, pertencem à classe de risco menor em relação à degradação dos componentes solo e água. Estas áreas são utilizadas com algum uso antrópico e variam de 46,14% da superfície da bacia do LMI a 59,31% da bacia do RPA. Estas áreas podem ser utilizadas de forma intensa, desde que sejam adotadas práticas de manejo do solo e controle à erosão eficientes (TABELA 22).

A classe de risco intermediário ocupa 6.334 ha, aproximadamente $\frac{1}{4}$ da superfície do município. Nesta classe, a suscetibilidade à erosão é muito forte e o uso agrícola é muito restrito, sendo fundamental a mudança da matriz produtiva, que no Município de Frederico Westphalen, está baseada na produção de grãos, onde apenas as culturas da soja e do milho ocuparam 15.500 ha no ano 2000. Atividades como a fruticultura, silvicultura, agrossilvicultura, olericultura, etc, podem produzir mais renda em pequenas áreas e permitem um manejo mais adaptado às características regionais.

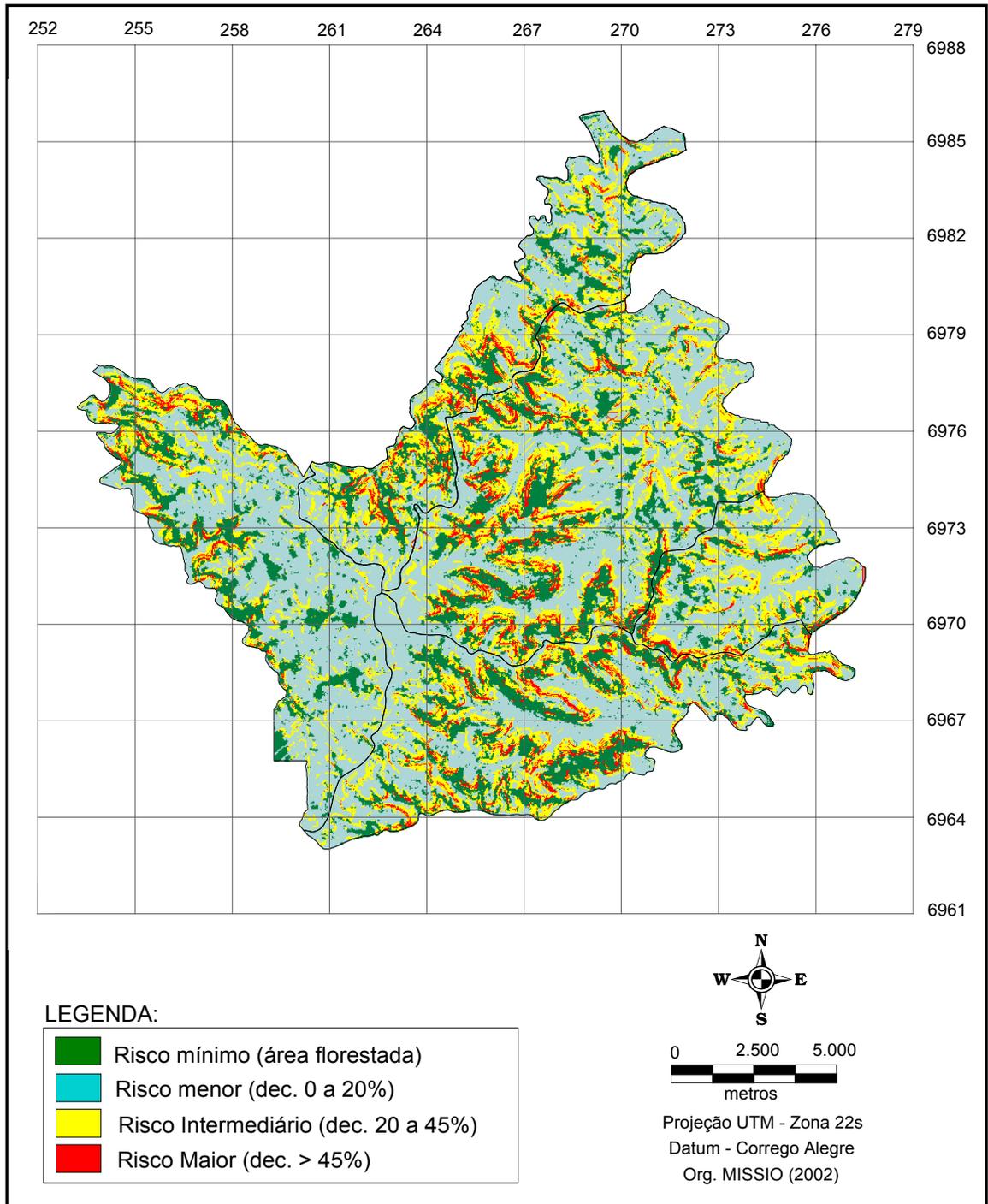


FIGURA 40: Mapa de riscos ambientais ao componente solo.

Uma área de 1.471 ha, utilizada com atividades antrópicas diversas, pertence à classe de risco maior, onde a declividade é superior a 45% e a suscetibilidade à erosão é severa. Nestas áreas o uso agrícola não é recomendado sob pena de seus solos serem totalmente erodidos. É necessário orientar o manejo destas áreas no sentido do

estabelecimento de uma cobertura vegetal de preservação ambiental, podendo, em último caso, considerando ainda a realidade e a necessidade do agricultor, utilizar estas áreas com extrativismo vegetal, através do enriquecimento com espécies nativas com potencial como a erva-mate, frutíferas nativas (jabuticaba, pitanga), plantas medicinais, apicultura, entre outras.

TABELA 22 - Distribuição da área, em hectare e percentagem, por classe de risco à erosão, nas bacias hidrográficas que compõem o Município de Frederico Westphalen – RS.

BACIAS	Risco mínimo		Risco menor		Risco intermediário		Risco Maior	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Castelinho	356	15,16	1.258	53,55	623	26,52	112	4,77
Chiquinha	1.747	20,89	3.903	46,68	2.166	25,91	545	6,52
Mico	1.294	22,25	2.684	46,14	1.437	24,70	402	6,91
Pardo	1.093	20,18	3.211	59,31	944	17,43	167	3,08
Perau	863	20,28	1.983	46,60	1.164	27,36	245	5,76
TOTAL	5.353		13.039		6.334		1.471	

Estas atividades devem ser estimuladas de forma mais intensa nas áreas de risco intermediário, permitindo uma diversificação da produção, com melhor aproveitamento dos recursos naturais, da mão-de-obra disponível e, principalmente, diminuindo os riscos de degradação ambiental.

A soma das áreas de terra pertencente à classe de risco intermediário e maior totaliza 7.805 ha, e a distribuição da percentagem de terra nessa classe de risco, nas 5 bacias hidrográficas, segue a seguinte ordem; LPE, LCH, LMI, LCA e RPA, respectivamente, o que significa que a LPE é a bacia onde o risco de comprometimento do componente solo é maior, enquanto que na RPA é menor.

4.3.2.2 Usos e ocupação da terra nas APPs – incompatibilidades legais

As APPs foram classificadas, de acordo com o uso e ocupação da terra, nas categorias condizente(C) e não condizente (NC) com o Código Florestal Brasileiro.

A categoria não condizente com a legislação resulta da sobreposição entre áreas legalmente protegidas e os usos ali praticados com outras finalidades, que não a de preservação ambiental. Os resultados foram apresentados na TABELA 23 e podem ser visualizados na FIGURA 41. Aproximadamente, 30% das APPs encontram-se na categoria condizente com a legislação, enquanto que 70% encontram-se ocupadas com outras finalidades.

Alterações no uso e ocupação da terra, de caráter tradicionalmente produtivo para usos conservacionistas ou mais compatíveis com áreas de preservação, são necessárias e urgentes no âmbito do município; entretanto, são extremamente difíceis de serem realizadas. Envolve negociação entre os proprietários da terra, usuários, técnicos e a população, como um todo, para que sejam aceitas e efetivadas.

TABELA 23 - Usos e ocupação da terra nas APPs, no Município de Frederico Westphalen - RS.

APPs	1984		1989		1994		1999		total	
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC		
Áreas com declividade maior que 100%	ha	9	5	8	6	9	5	9	5	14
	%	64,29	35,71	57,14	42,86	64,29	35,71	64,29	35,71	
Nascentes	ha	29	80	24	85	29	80	27	82	109
	%	26,61	73,39	22,02	77,98	26,61	73,39	24,77	75,23	
Hidrografia	ha	682	1539	513	1708	690	1531	647	1574	222
	%	30,71	69,29	23,10	76,90	31,07	68,93	29,13	70,87	
TOTAL	ha	841,61	1802,39	647,26	1996,74	849,97	1794,03	801,19	1842,81	2344
	%	30,72	69,28	23,25	76,75	31,06	68,94	29,14	70,86	

4.3.2.3 Riscos de contaminação ambiental

As atividades industriais, comerciais, prestação de serviços, agropecuária e os efluentes provenientes da área urbana são os principais elementos que representam riscos e são responsáveis pela degradação ambiental no Município de Frederico Westphalen. No mapa da FIGURA 42 é apresentada a localização de algumas das principais empresas que atuam no ramo industrial, prestação de serviços e comércio de combustíveis. Nota-se que, na maioria dos casos, estão localizadas na área urbana ou no seu entorno.

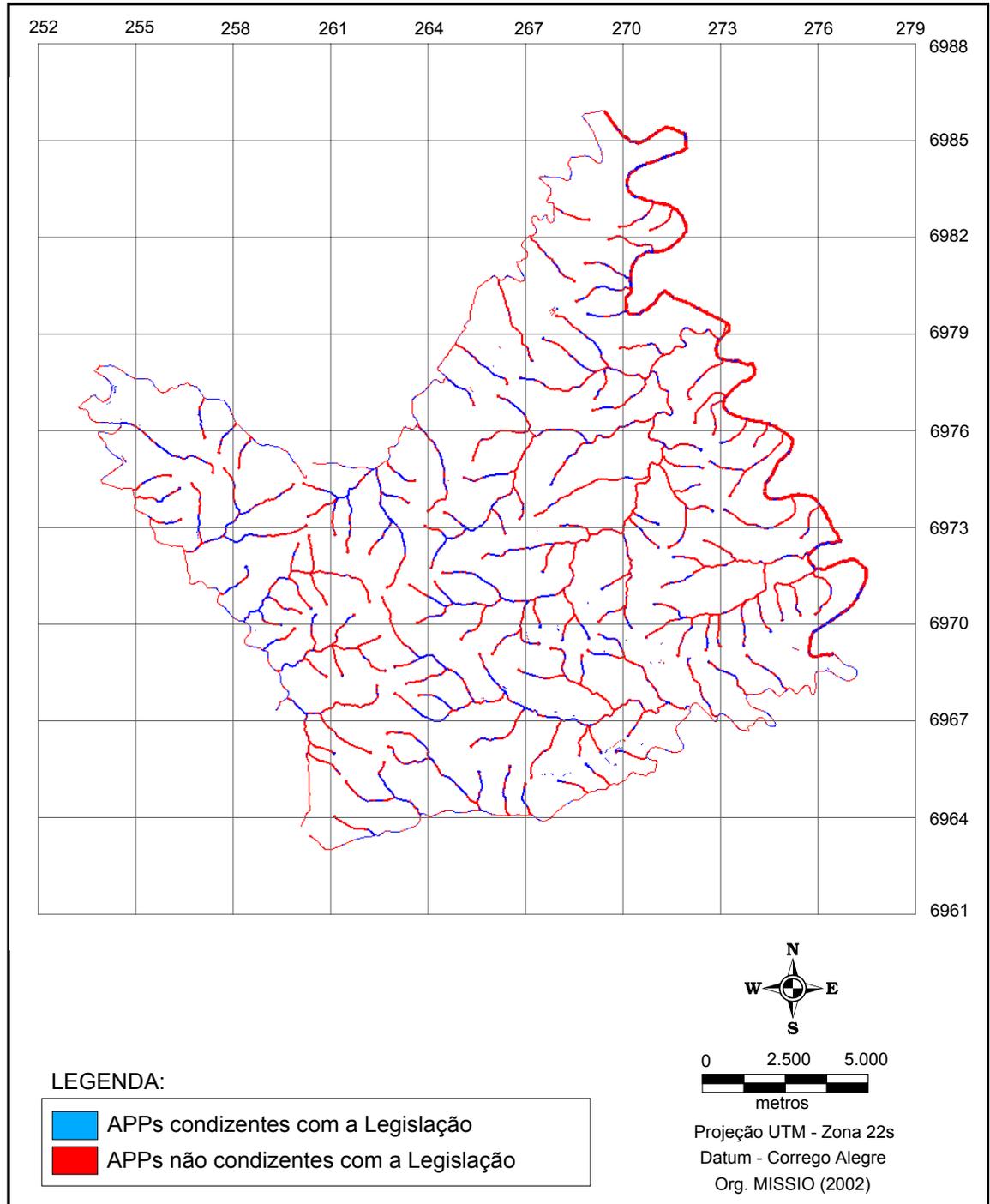


FIGURA 41: Mapa de usos da terra nas APPs e situação, condizente(C) e não condizente (NC) com a legislação no Município de Frederico Westphalen – RS, no ano de 1999.

A localização da área urbana, na parte mais alta do município, coincide com a localização das nascentes que dão nome às bacias hidrográficas do município, com exceção da bacia do Lajeado Castelinho, que é a única que está fora da área urbana de Frederico Westphalen. Este aspecto, aliado ao recente e ainda deficiente sistema de

tratamento de efluentes urbanos, que cobre apenas alguns bairros, até o momento, é um dos fatores de degradação e contaminação ambiental que atinge, além da área urbana, extensões bem maiores, a partir da contaminação das nascentes.

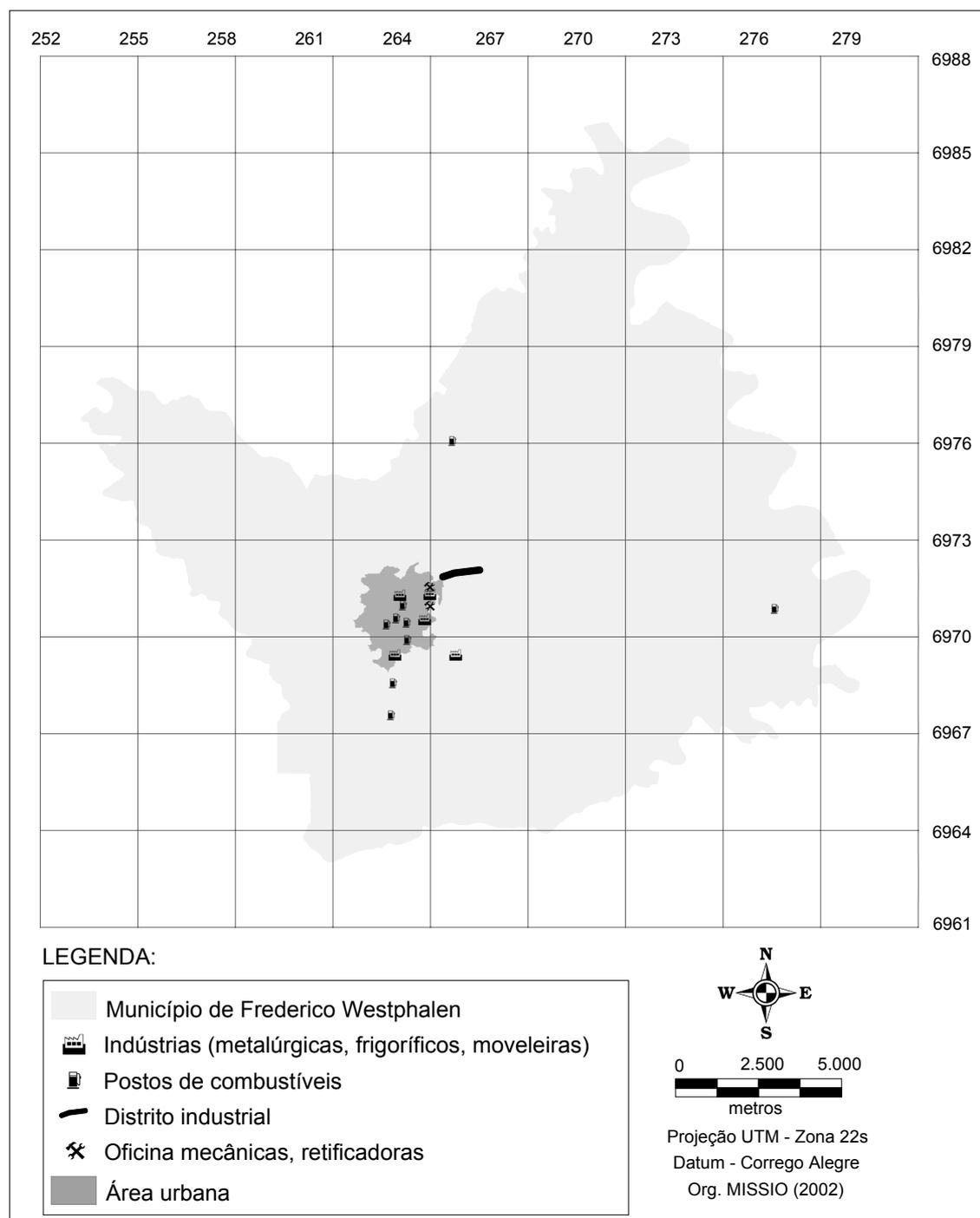


FIGURA 42: Mapa de localização de algumas indústrias, pontos comerciais e de

A atividade industrial é pouco expressiva, não existindo grandes empresas no município conforme podemos observar na FIGURA 43, onde estão representadas algumas das empresas localizadas no distrito industrial, e na FIGURA 44, onde estão representadas algumas das empresas localizadas junto ou no entorno da área urbana. Merecem destaque as empresas que atuam nos seguintes ramos:

- metalurgia, que são constituídas, na maioria dos casos, por empresas familiares de pequeno ou médio porte;
- uma empresa de médio porte que atua no ramo de fibra de vidro e que apresenta alto risco de contaminação ambiental, porque trabalha com grande quantidade de produtos tóxicos (resinas);
- frigoríficos, destacando-se um onde são abatidos mais de 1.000 suínos por dia, além de outros de porte menor e caracteristicamente familiares;

prestação de serviços.

- empresas de beneficiamento de pedras preciosas, destinadas à exportação, caracterizam-se pelo baixo risco de contaminação ambiental no pátio da empresa, apesar de utilizarem substâncias ácidas na limpeza das pedras. Apresentam, entretanto, grandes impactos e degradação ambiental nas áreas de mineração. Estas empresas são abastecidas por produtos provenientes, principalmente, dos Municípios de Ametista do Sul, Planalto e Frederico Westphalen, sendo que a produção de pedras preciosas em Frederico Westphalen é pouco expressiva (FIGURA 45)

Na área comercial, a venda de combustíveis, juntamente com a limpeza e trocas de óleo de automóveis e caminhões constituem as principais fontes de risco de contaminação ambiental.

Grande número de pequenas oficinas, borracharias, auto elétricas, ferros-velhos, etc., atuam no município na área de prestação de serviços e constituem pontos críticos com riscos de contaminação ambiental.

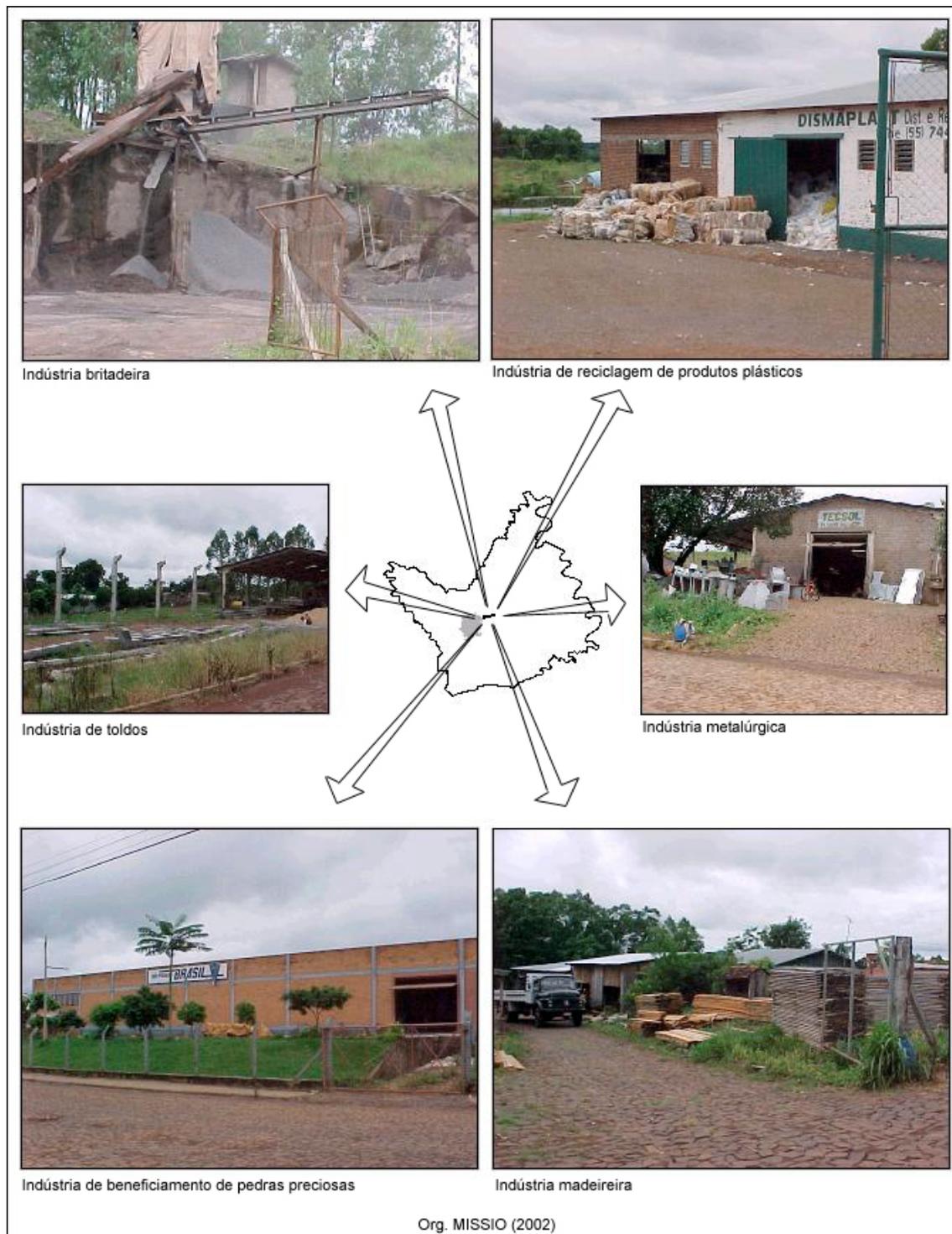


FIGURA 43: Vista parcial de algumas indústrias instaladas no distrito industrial de Frederico Westphalen-RS.

Na área de saúde, assim como na de prestação de serviços, representada principalmente por consultórios médicos e odontológicos, a ausência de sistema de

recolhimento e tratamento adequado do lixo e/ou resíduos, aumenta o grau de risco de contaminação ambiental, bem como a proliferação de doenças ou a dispersão de substâncias tóxicas.

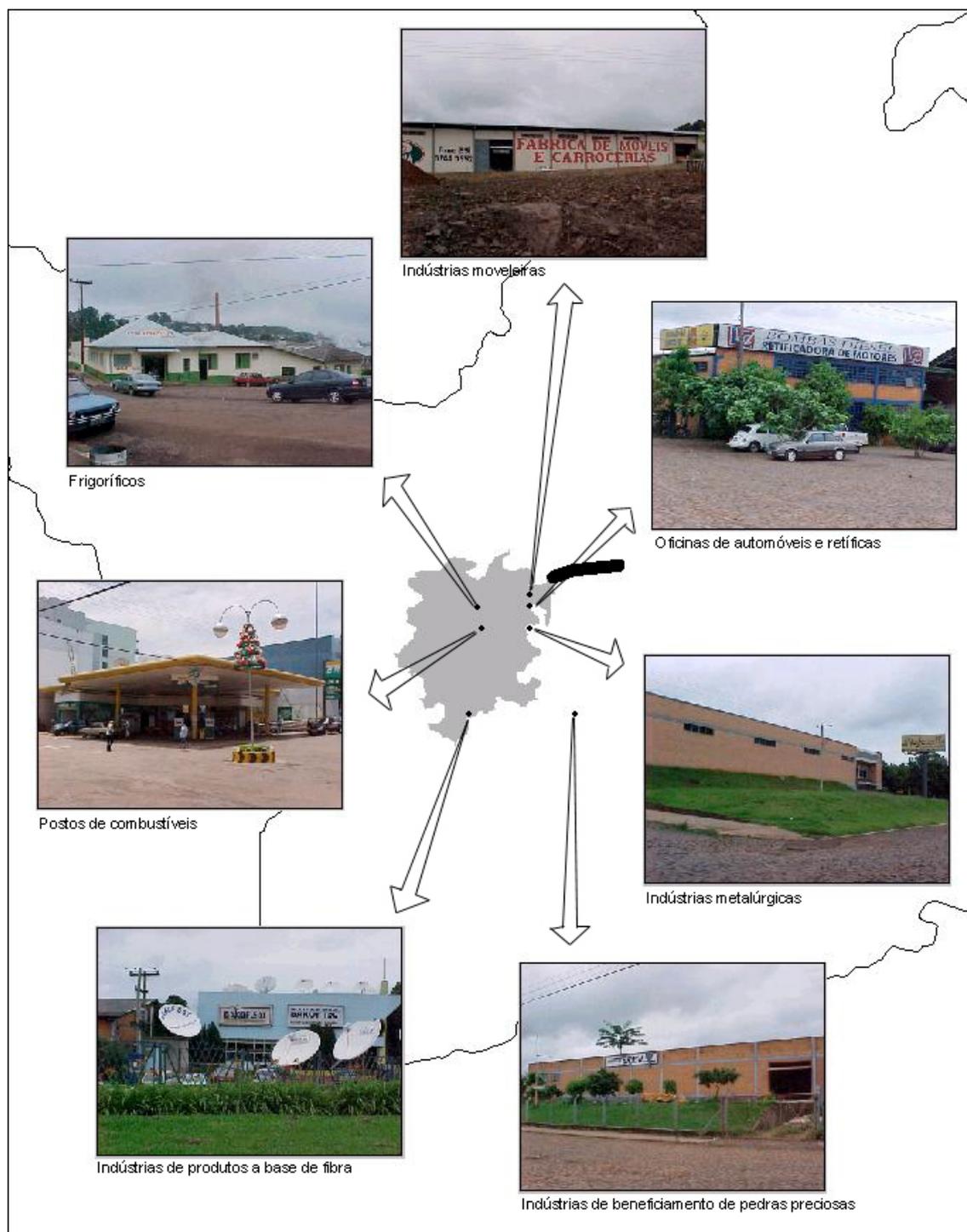


FIGURA 44: Atividade industrial, comércio e prestação de serviços no Município de Frederico Westphalen-RS.



FIGURA 45: Vista parcial de uma indústria de beneficiamento de pedras preciosas.

Entre as atividades econômicas praticadas no município, a agropecuária é a atividade que apresenta maior importância econômica para o município, sendo que entre as atividades agropecuárias, a suinocultura é a mais importante quando são

considerados os aspectos econômicos e os riscos de contaminação ambiental. Segundo a FEPAM, o acúmulo de dejetos, que compreendem fezes, urina, “cama” e restos de alimentos, constituem uma das mais importantes fontes de contaminação ambiental e degradação, principalmente dos recursos hídricos.

Na TABELA 24, é apresentada a evolução da população das principais espécies de animais domésticos criadas no Município de Frederico Westphalen, no período de 1990 a 2001.

TABELA 24 - Evolução da população das principais espécies de animais domésticos criados no Município de Frederico Westphalen, no período de 1990 a 2001. (Adaptado de IBGE, 2002)

Anos	Bovinos	Suínos	Ovinos	Aves
1990	14.277	35.166	764	148.330
1991	14.776	36.924	810	154.062
1992	16.992	41.968	939	176.245
1993	18.992	45.961	976	190.165
1994	19.751	49.745	1073	209.210
1995	21.726	48.135	1159	211.507
1996	18.553	23.482	401	191.903
1997	19.048	24.206	500	196.301
1998	19.429	24.240	560	196.920
1999	19.840	24.606	572	198.222
2000	19.916	24.374	583	202.400
2001	19.910	24.911	585	197.833

Destas atividades, a criação de suínos é a que apresenta maior potencial de contaminação ambiental porque, geralmente, as criações são realizadas em granjas onde ocorre a concentração dos animais em pequenos espaços e, conseqüentemente, acúmulo de grandes quantidades de dejetos, que representa o principal problema de contaminação ambiental no interior do Município de Frederico Westphalen.

A avicultura apresenta características semelhantes. Entretanto, não é uma atividade de grande importância econômica no município. A avicultura, bovinocultura, assim como a suinocultura são atividades desenvolvidas em, praticamente, todas as propriedades do município e têm a finalidade principal de atender a subsistência das famílias. Nestes casos, apesar de o número de animais, por propriedade, ser pequeno, o grande número de pequenas propriedades associado à ausência de estruturas para

recolhimento e armazenamento de dejetos acaba resultando no acúmulo destes materiais nas proximidades das instalações das propriedades, o que é visível e freqüente, representando grande potencial de contaminação ambiental e degradação visual.

A suinocultura, quando praticada como atividade econômica, apresenta características diferentes das criações de subsistência, principalmente pela concentração de animais e acúmulo de dejetos. Neste caso, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, estabeleceu critérios técnicos, para enquadramento das instalações, dos locais de criação, armazenamento e deposição dos dejetos. Estes critérios foram elaborados com base em: lei nº 4.771, de 16 de setembro de 1975, que estabelece o Código Florestal Brasileiro, lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, que institui o Código Florestal Estadual e na lei nº 23.430, de 24 de outubro de 1974, que institui o Código Sanitário do Estado (BRASIL, 2002). Estes critérios não fazem parte de publicações ou sites oficiais, mas estão disponíveis na FEPAM, em Porto Alegre, e foram distribuídos na forma de uma apostila para os profissionais que trabalham com Licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul (comunicação pessoal, PAULO FIALHO, Eng. Agr. FEPAM) (APÊNDICE 2). Segundo esta comunicação, estes critérios devem sofrer alterações, a partir de março de 2003, com base na Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e nas Resoluções do CONAMA de nº302 e 303, de março de 2002.

Em junho de 2002, foram identificadas, visitadas, cadastradas e mapeadas 64 granjas destinadas à criação de suínos em escala comercial, no Município de Frederico Westphalen, conforme pode ser visualizado na FIGURA 46, que evidencia o mapa do município com as granjas localizadas geograficamente no território. Provavelmente não foram mapeadas todas as granjas, considerando que não existe uma relação constando todas os produtores, além de que foram desconsideradas as criações de pequeno porte que comercializam apenas alguns animais, depois de atender à subsistência familiar.

Estas granjas possuem, em média, 393 animais por propriedade, totalizando 25.147 animais, no período pesquisado. A maior granja possuía 1.850 animais enquanto que a menor possuía 63.

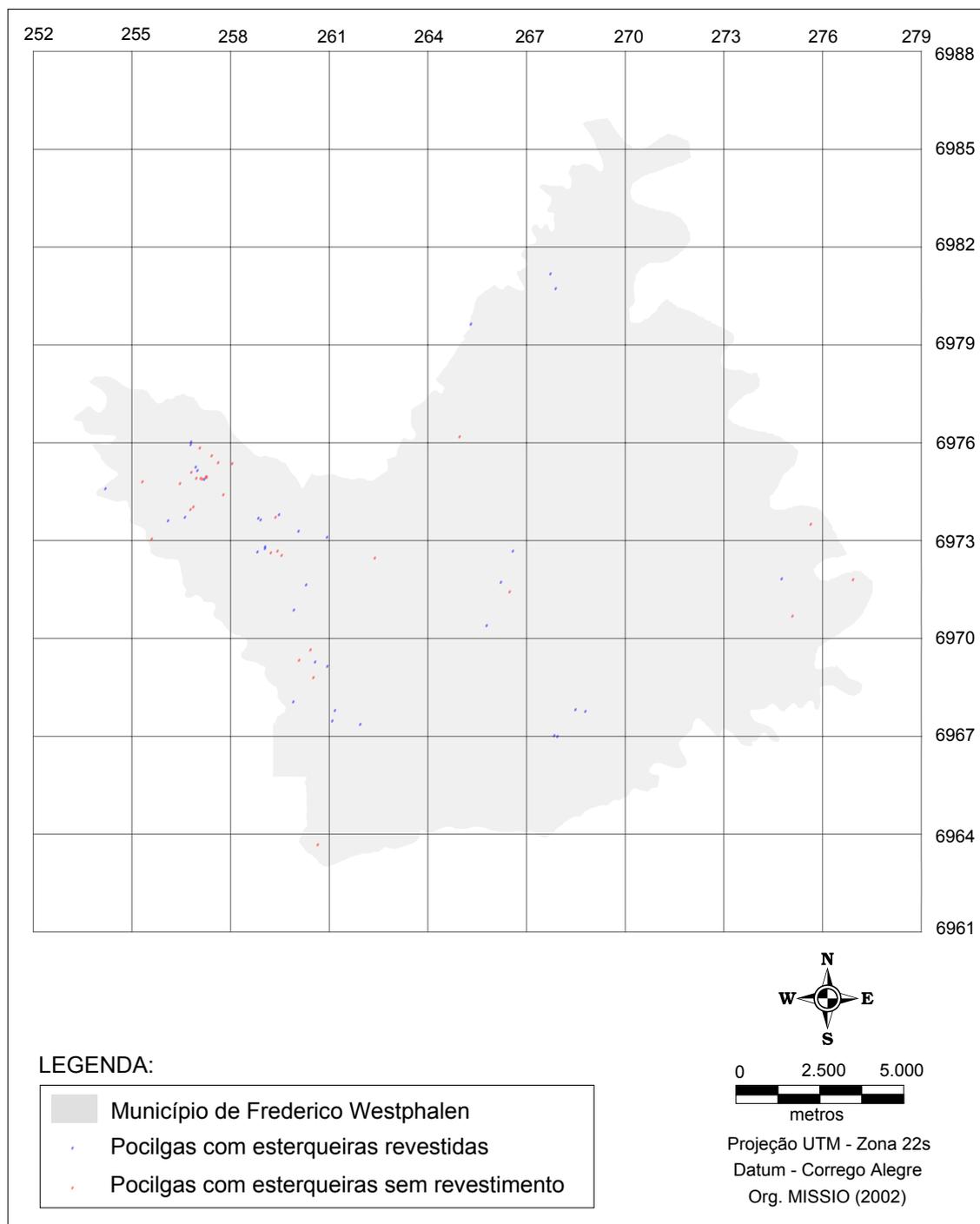


FIGURA 46: Mapa de localização das granjas destinadas à criação de suínos, no Município de Frederico Westphalen e características das esterqueiras.

A quantidade de animais criados nas granjas, em junho de 2002, é superior ao número de animais cadastrados pelo IBGE, no ano de 2001, que era de 24.911, incluindo os animais destinados à subsistência familiar, nas pequenas propriedades. Esta tendência de aumento é decorrente da reabertura e consolidação do

frigorífico, em Frederico Westphalen. Este frigorífico havia sido fechado em dezembro de 1996, período em que foi observado um grande desaquecimento da atividade, no âmbito municipal (TABELA 24).

Das 64 granjas cadastradas, 13 trabalham no sistema de ciclo completo, sete como iniciadores e 44 com terminação. O plantel, em junho de 2002, compreendia 1.236 matrizes, 4.577 leitões e 19.334 animais na fase de terminação.

As instalações apresentavam, em média, 601,5 m², resultando 38.496 m² de área construída, considerando-se as 64 propriedades cadastradas. Cada animal dispunha de, aproximadamente, 1,53 m² de área construída, podendo variar de propriedade para propriedade.

A quantidade de dejetos foi calculada com base em OLIVEIRA (1994), que é a referência utilizada pela EMBRAPA e pela FEPAM para dimensionar a infraestrutura de armazenamento e/ou tratamento dos dejetos. Os resultados estão na FIGURA 47.

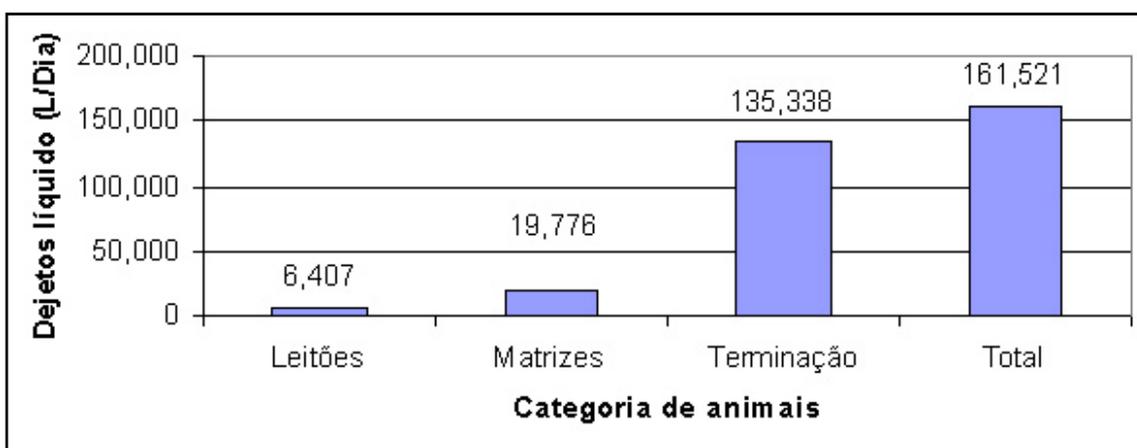


FIGURA 47: Quantidades diárias de dejetos de suínos gerados diariamente por categoria de animais.

Com relação à infra-estrutura para armazenamento de dejetos, que são chamadas de esterqueiras, elas deveriam ser construídas em alvenaria com revestimento impermeável ou, com manta impermeável, no caso daquelas construídas em valas diretamente no solo. Em ambos os casos devem existir sistemas de segurança para evitar

a contaminação dos recursos hídricos em caso de trasbordamentos. Na FIGURA 48, podemos observar que 34 das 64 possuem esterqueiras revestidas, sendo 9 com manta e 25 em alvenaria. Em 30 granjas o armazenamento dos dejetos era feito diretamente na superfície do solo, sem qualquer revestimento, acarretando grande impacto ambiental no município, decorrente da contaminação do solo e dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos com coliformes, resíduos de medicamentos, nitrato, etc. além de alterar a estrutura das comunidades aquáticas. Na FIGURA 49, podem ser visualizados cada um dos tipos de esterqueiras utilizadas pelos suinocultores em suas criações.

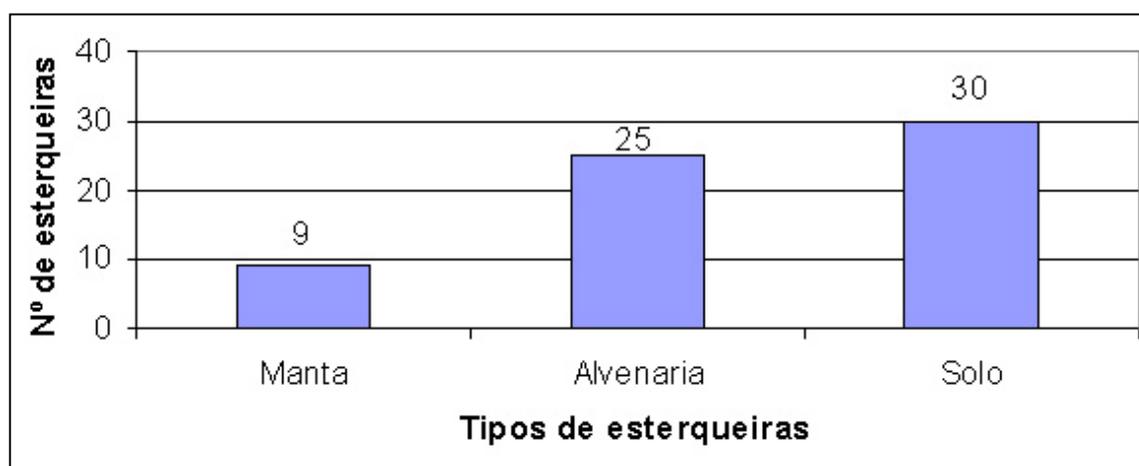


FIGURA 48: Distribuição por tipos de esterqueiras utilizadas para armazenamento dos dejetos, nas propriedades pesquisadas.

A distância das instalações em relação aos recursos hídricos foram determinadas e são apresentadas na FIGURA 50. Como podemos observar, 21 das 64 granjas obedecem à distância mínima de 150 metros, para criações que apresentam entre 200 e 400 animais. Doze granjas estão a menos de 50 metros e 43 a menos de 150 metros, constituindo um problema ambiental grave, para o qual deve ser encontrada uma solução urgente, a fim de desenvolver a suinocultura com sustentabilidade, uma vez que é uma das atividades econômicas mais importantes para o município. Por outro lado, as empresas responsáveis pelo licenciamento da atividade precisam ser melhor capacitadas e equipadas, além de ampliar os sistemas de fiscalização, que precisam ser mais ativos e fazer cumprir a lei, deixando de prevalecer os interesses políticos e econômico, em relação aos interesses ambientais e sociais.

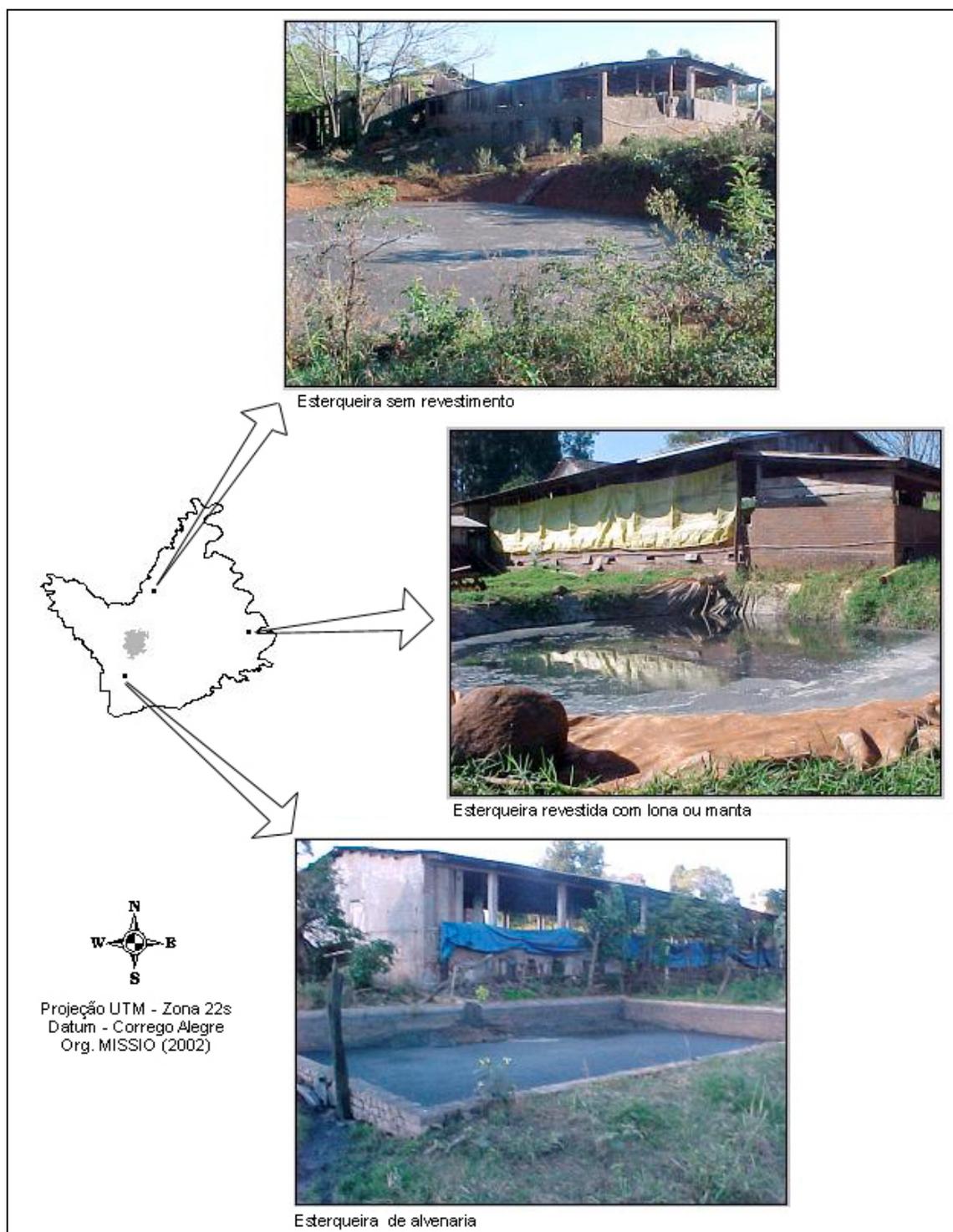


FIGURA 49: Características das esterqueiras utilizadas para o armazenamento dos dejetos suínos, no Município de Frederico Westphalen.

O risco de contaminação ambiental, representado pelos dejetos suínos, está registrado na FIGURA 51, que apresenta o volume de dejetos gerados, em litros e

em porcentagem, por intervalo de distância dos recursos hídricos. Observa-se que 71% dos dejetos são gerados a menos de 150 metros dos recursos hídricos.

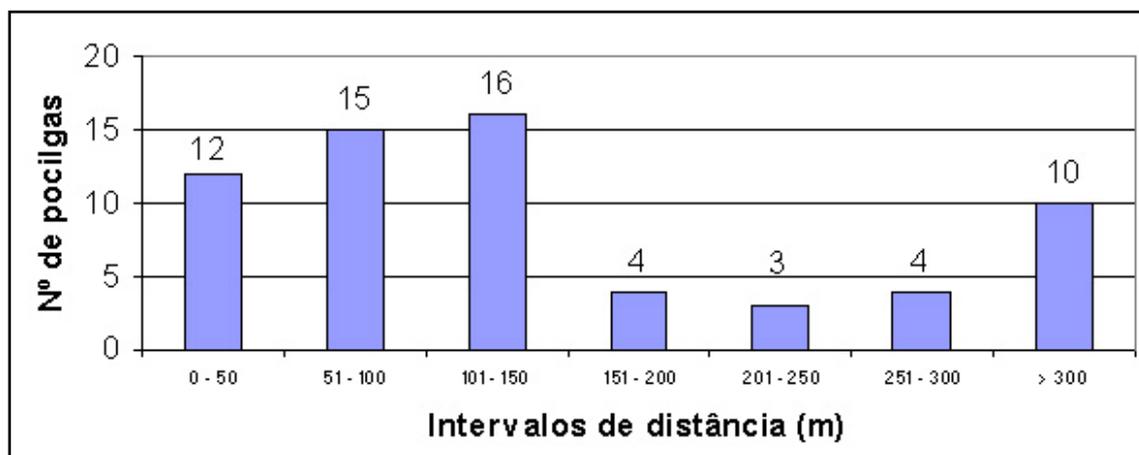


FIGURA 50: Número de pocilgas por intervalo de distância dos recursos hídricos e/ou tomada de água.

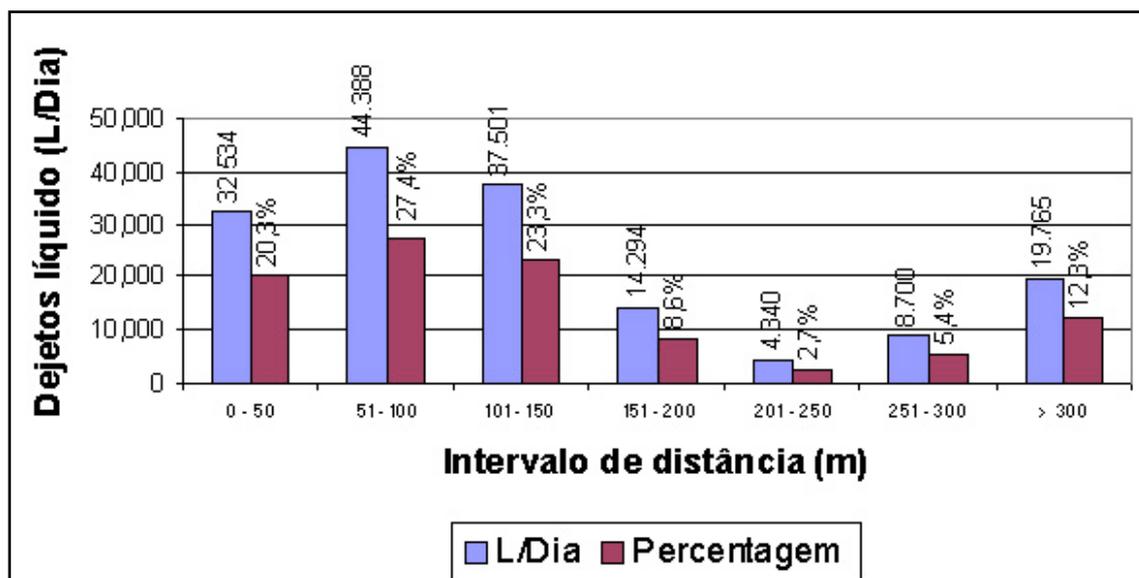


FIGURA 51: Produção diária de dejetos por intervalo de distância dos recursos hídricos.

Resultados mais detalhados sobre a suinocultura, bem como os dados referentes a cada uma das granjas cadastradas no Município de Frederico Westphalen, podem ser encontrados no trabalho de RUBERT (2003).

4.4 Zoneamento ecológico-econômico para o Município de Frederico Westphalen

O Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE tem sido, nos últimos anos, a proposta do Governo Brasileiro para subsidiar as decisões do planejamento social, econômico e ambiental de desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis.

O PZEE deve pensar o país integralmente, considerando a diversidade de ordens de grandeza envolvidas no território nacional. O Planejamento territorial foi dividido em seis níveis, considerando-se, de um lado, as diversas escalas geográficas dos fenômenos e de outro, a estrutura Político-Administrativa do País (TABELA 25) (BRASIL, 2001).

Considerando-se o nível de abrangência municipal, para elaborar o zoneamento ambiental do Município de Frederico Westphalen, utilizou-se o enfoque de atuação Tático (operacional), que apoia o gerenciamento de ações de preservação e proteção do capital ambiental em nível local, reduzindo os riscos de perda do capital natural em empreendimentos econômicos e, subsidiando planos de monitoramento e avaliação de impactos ambientais e planos diretores de áreas de preservação.

TABELA 25 - Enfoques e abrangência territorial e político-administrativa do planejamento territorial.

Enfoque	Abrangência Territorial	Nível Político – Administrativo	Ordens de grandeza
ESTRATÉGICO (POLÍTICO)	Continental	Federal	1:10.000.000/1:5.000.000
	Nacional	Federal	1:2.500.000/1:1.000.000
	Regional	Federal/Estadual	1:1.000.000/1:250.000
TÁTICO (OPERACIONAL)	Estadual	Estadual/Municipal	1:250.000/1:100.000
	Municipal	Municipal	1:100.000/1:50.000
	Local	Distrital	1:25.000/1:1.000

Adaptado de BRASIL, 2001 Organização: MISSIO 2002

Neste enfoque, é possível trabalhar com escalas maiores que 1:250.000 e, no caso do Município de Frederico Westphalen, foi utilizada a escala 1:50.000, permitindo um maior detalhe das informações, tornando possível uma análise mais precisa e, conseqüentemente, uma maior compreensão dos subsistemas ambientais.

O nível de tratamento das informações para os trabalhos de ZEE utilizam os níveis de abordagem mega-diagnóstico (Continental), macro-diagnóstico (ZEE-Brasil), meso-diagnóstico (Zoneamento regional), diagnóstico (Estadual) e, micro-diagnóstico (Municipal e Distrital). As características do zoneamento realizado para o Município de Frederico Westphalen estão apresentadas na TABELA 26.

Nas últimas décadas, as soluções para os problemas de uso dos recursos naturais foram tratadas de forma unilateral, pelo planejamento ambiental, baseado em abordagens utilizadas nas ciências exatas, sendo direcionadas para o planejamento de um único recurso como a água, pesca, florestas, transportes, ou outro recurso particular. No âmbito municipal, a conotação ainda é fortemente urbanística e está relacionada com planejadores que trabalham com planos diretores municipais.

TABELA 26 - Nível de tratamento, enfoque, principais produtos e ordem de grandeza das informações resultante do trabalho de zoneamento, utilizando a abordagem Micro-diagnóstico.

Nível de abordagem	Micro-diagnóstico (Municipal e Distrital)
Nível administrativo	Governo Estadual e Governo Municipal
Enfoque	Modelagem de impactos ambientais e sociais / participação social / planos diretores
Variável principal	Sustentabilidade ambiental e econômica dos microssistemas
Principais produtos do ZEE (características)	Documentos e representação espacial: 1. Meio Físico-biótico 2. Meio socioeconômico 3. Meio jurídico institucional 4. Situação atual Prognóstico 1. Cenários 2. Proposição de zonas Implementação Propostas de ações Estaduais e Municipais
Ordem de grandeza	1:100.000 / 1:50.000
Adaptado de BRASIL, 2001	Organização: MISSIO, 2002

O modelo SIGA (PIRES *et al.*, no prelo), que se refere a um Sistema de Gerenciamento Ambiental para o Município, rumo ao desenvolvimento sustentado, considera o planejamento territorial em um sentido mais amplo, envolvendo tanto a área urbana quanto a rural e está voltado para a preservação e conservação dos recursos

naturais (água, solo e biodiversidade), com fortes conotações ecológicas. Esta abordagem está ligada ao manejo ou gestão de recursos com o objetivo não só da preservação e proteção, como da ordenação do território baseada em sua utilização racional. Para tanto, deve definir as melhores formas de utilização do espaço e avaliar e manejar os riscos ambientais associados aos diferentes usos da terra.

Para a elaboração e delimitação das unidades de intervenção referentes ao Município de Frederico Westphalen, inicialmente foram analisados os mapas de hipsometria e clinografia, verificando-se que existiam três zonas distintas em relação às condições geomorfológicas. O arquivo vetorial das curvas de nível foi sobreposto ao mapa de clinografia, auxiliando na orientação e traçado da primeira proposta de zonas de manejo parcialmente distintas (FIGURA 52).

Posteriormente, o mapa de uso e ocupação da terra foi sobreposto ao mapa de clinografia, permitindo ajustar o traçado das zonas. Sempre que a linha divisória entre duas zonas distintas cortava uma área ocupada com mata, a linha divisória era deslocada, procurando manter esta área, na zona em que o manejo está orientado para uma utilização menos intensiva do solo e voltada à preservação ambiental (FIGURA 53).

Foram, também, sobrepostos os mapas de hidrografia, Áreas de Preservação Permanente e malha viária, procurando ajustar a linha divisória entre as zonas de acordo com as características naturais e com a infra-estrutura existente na paisagem (FIGURA 54).

Adotando-se critérios de impactos mínimos sobre os recursos naturais, tendo como base a experiência técnica sobre as ameaças intrínsecas de diferentes usos da terra sobre os sistemas ambientais, foram, então, delineadas as unidades de intervenção (zonas), conforme a vulnerabilidade ambiental e potencialidade de receber diferentes tipos de usos da terra, compatíveis com estas potencialidades e restrições naturais. Cada zona foi comparada uma à outra e as diferenças são relativas, não permitindo, portanto, extrapolações com outras áreas na região.

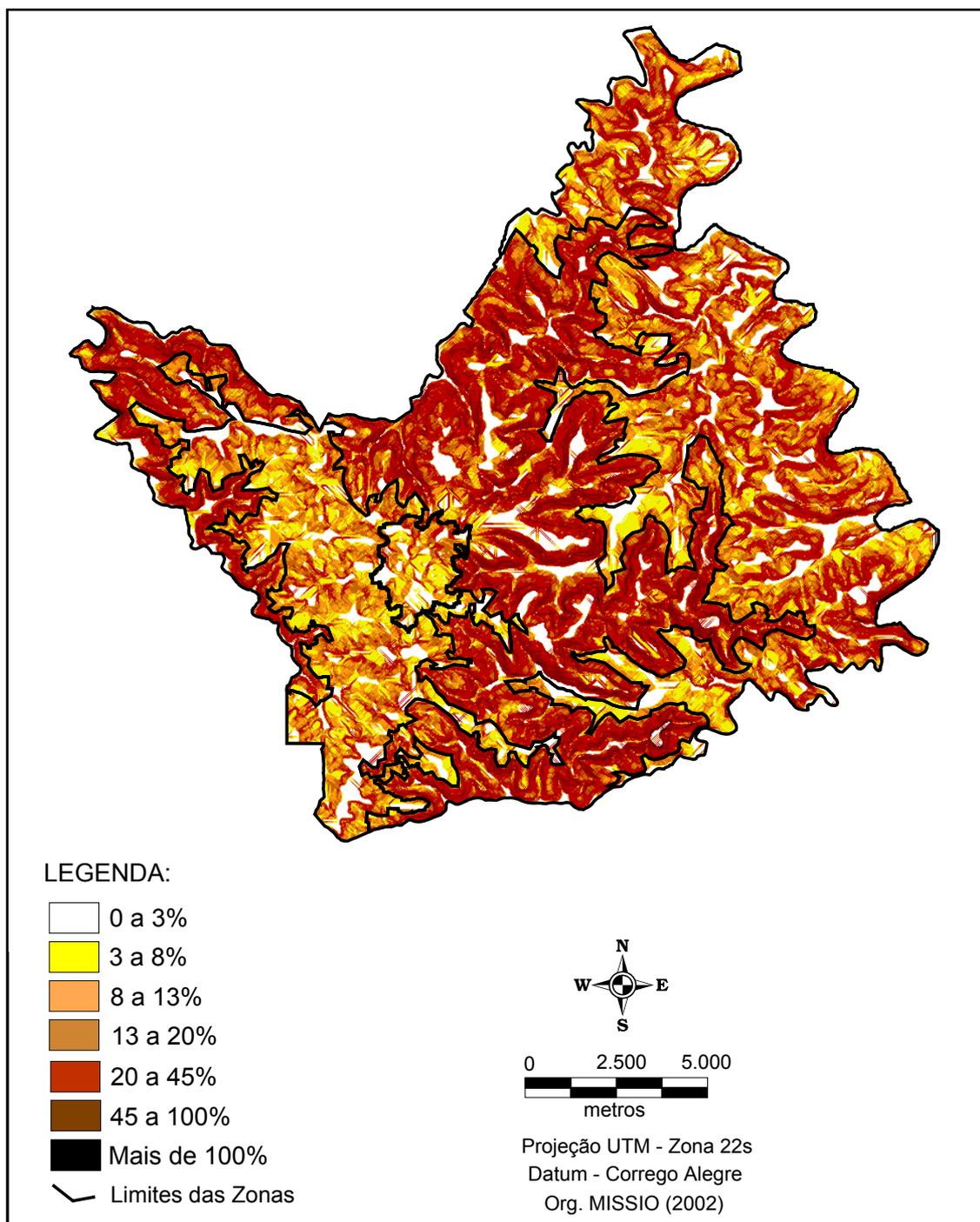


FIGURA 52: Traçado das zonas sobre o mapa de clinografia.

Desta forma, o município foi dividido em três zonas parcialmente homogêneas e relativamente distintas entre si, que são: Zona com Maior Fragilidade Ambiental Relativa (ZMAF), Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa (ZMEF) e Zona com Maior Estabilidade Ambiental Relativa (ZMAE), além da Zona Urbana

(ZURB) e da Zona destinada à Expansão Urbana (ZEUR), a distribuição das áreas em cada uma das zonas pode ser observada na FIGURA 55 e na TABELA 27.

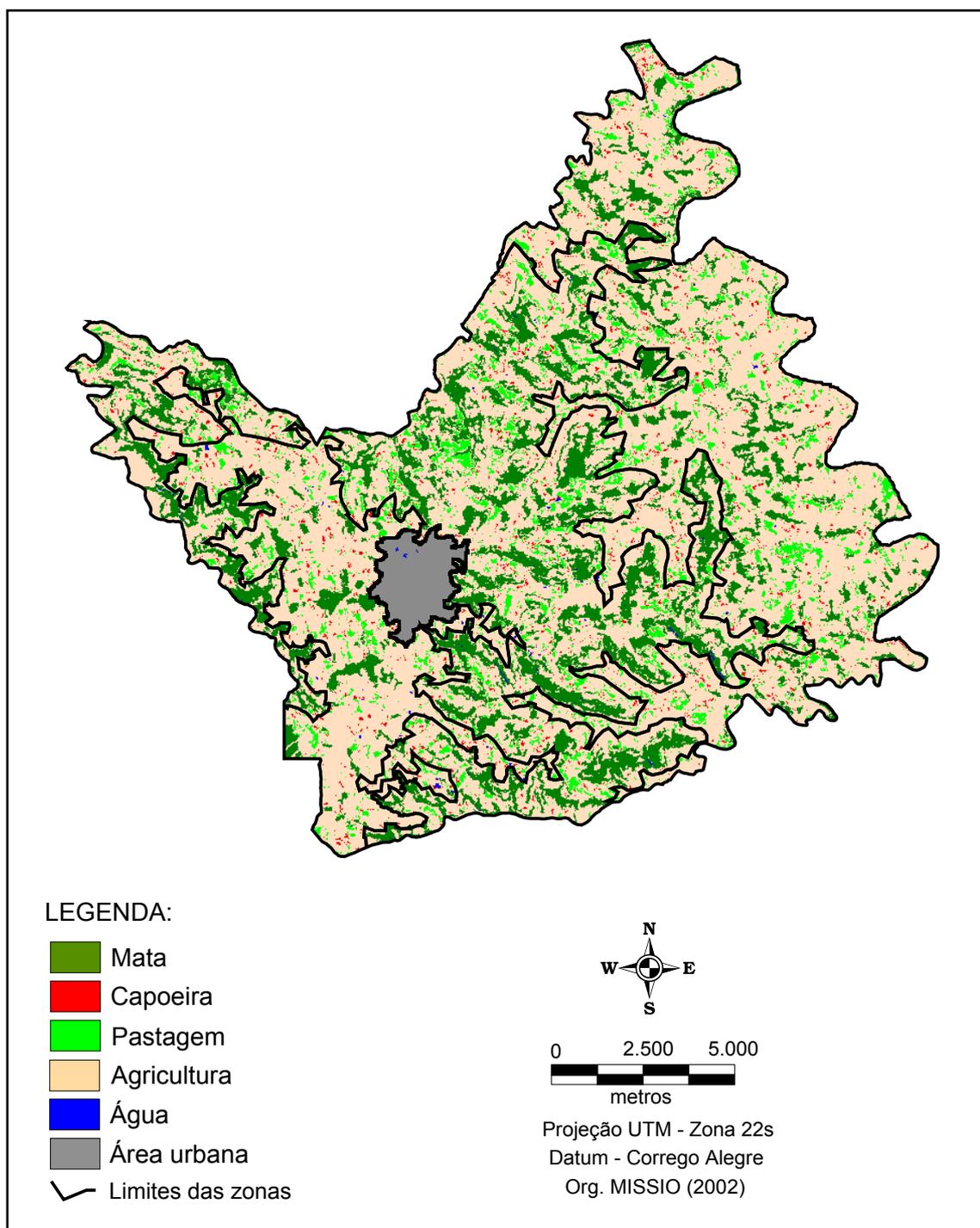


FIGURA 53: Traçado das zonas sobre o mapa de usos do solo.

De modo geral, foi observado que a área de estudo é ambientalmente frágil, com sistemas ambientais variando de medianamente estável a frágil,

predominando as zonas ZMAF e ZMEF. Em grande parte isto decorre de sua conformação geomorfológica do terreno, implicando em relevo “movimentado”, propenso à perda de solos e água em qualidade e quantidade, principalmente, quando suas características naturais de cobertura da terra são drasticamente alteradas.

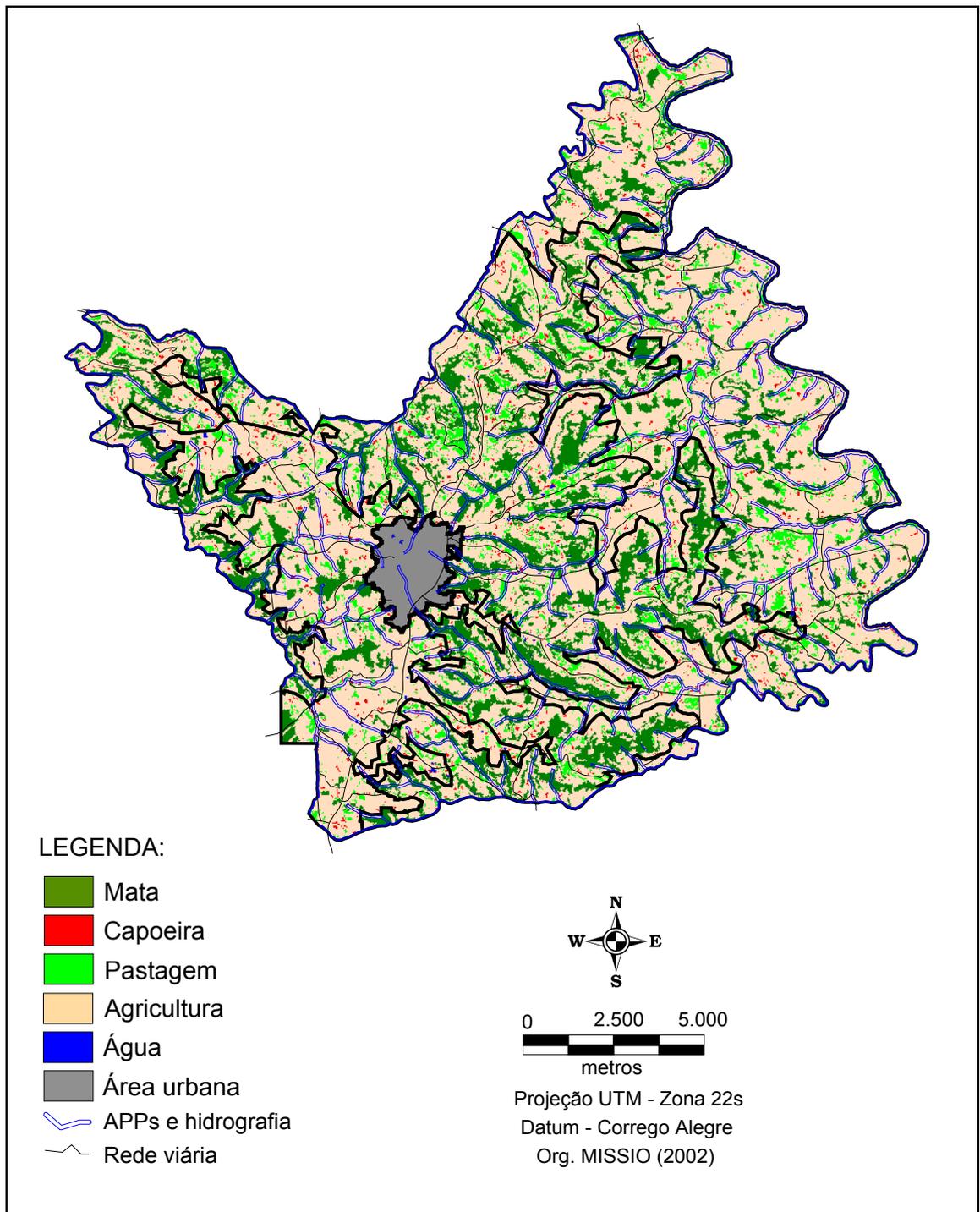


FIGURA 54: Traçado das zonas sobre os mapas de uso do solo, hidrografia, APPs e rede viária.

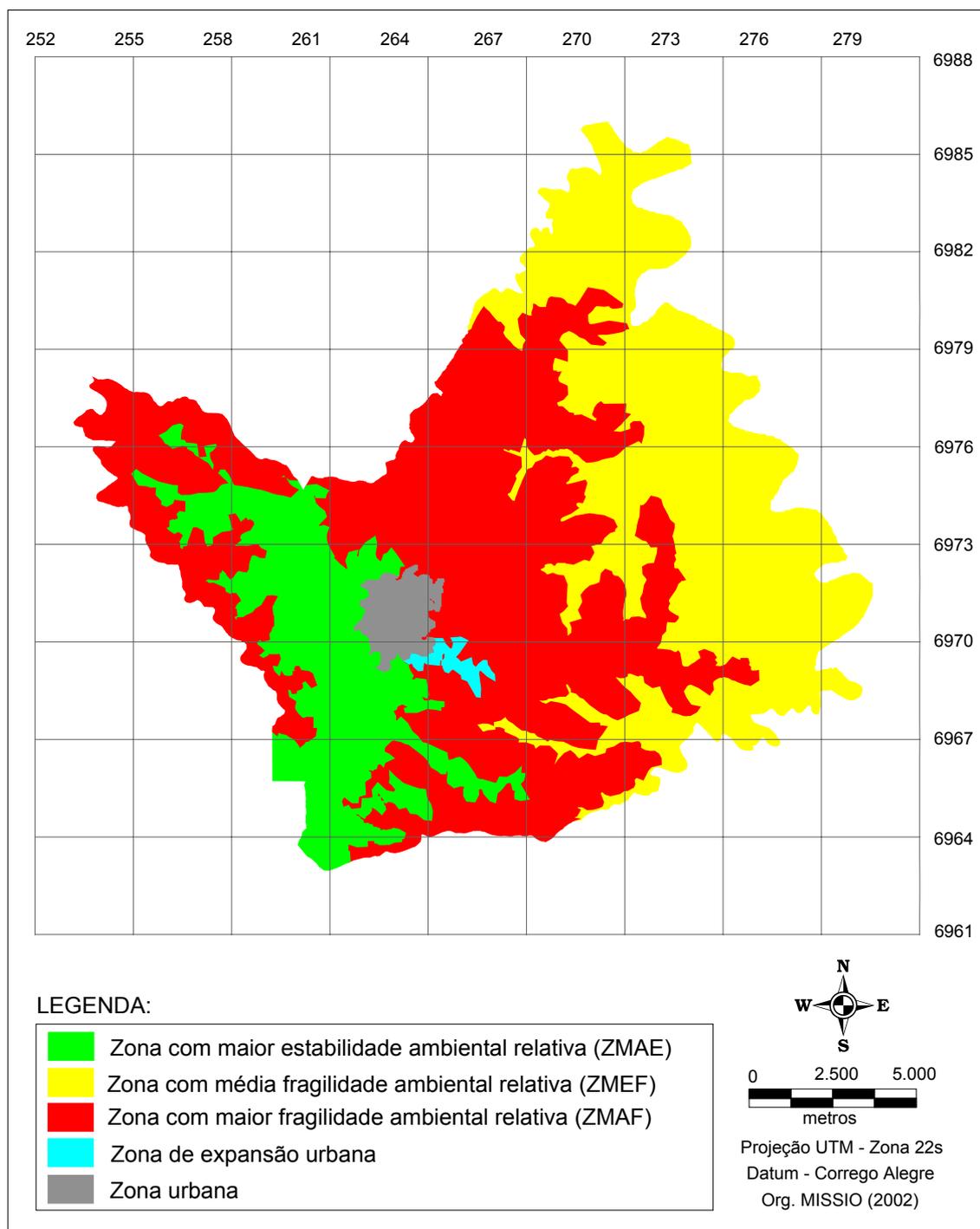


FIGURA 55: Mapa de zoneamento ambiental do Município de Frederico Westphalen.

As unidades de intervenção ou zonas foram produzidas com base em discussões técnicas, que podem e devem avançar no sentido de envolver as demais instituições ou organismos civis que trabalham no âmbito municipal e atuam no âmbito produtivo.

TABELA 27 – Área em ha, por zona de fragilidade relativa, do Município de Frederico Westphalen-RS.

Zonas		Área ha	Área %
ZMAE	Zona com Maior Estabilidade Ambiental Relativa	4178	15,95
ZMEF	Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa	9497	36,25
ZMAF	Zona com Maior Fragilidade Ambiental Relativa	11835	45,18
ZEUR	Zona destinada à Expansão Urbana	133	0,51
ZURB	Zona Urbana	554	2,11
TOTAL		26197	100

4.4.1 Fragilidade dos sistemas ambientais

O município foi dividido em cinco zonas. Inicialmente, com base na geomorfologia, podemos identificar duas regiões suficientemente distintas, destacando-se a parte alta, onde está localizada a área urbana e uma parte baixa, que abrange a região leste do município, ao longo da margem direita do Rio da Várzea. A transição entre a parte alta e a parte baixa é acompanhada por uma faixa onde a declividade do terreno é uma característica marcante e constitui a terceira região.

Além da geomorfologia, as características de uso e ocupação da terra corroboram na determinação da fragilidade ambiental no Município de Frederico Westphalen, onde a Zona com Maior Fragilidade Ambiental Relativa (ZMAF) ocupa 45,18% do território municipal, enquanto que a ZMEF ocupa 36,25% e a ZMAE apenas 15,95%.

Estas características apontam para a necessidade da soma de esforços do poder público e da sociedade local, no sentido de estabelecer políticas de desenvolvimento, atreladas ao crédito, assistência técnica e à educação ambiental, que promovam o desenvolvimento sustentável, adequado às fragilidades do ambiente local.

As diferentes unidades de intervenção (Zonas) serão detalhadas de acordo com sua função, tipo de intervenção requerida, com prioridades de ação a serem consideradas pelo Governo Municipal.

As Zonas com maior Fragilidade Ambiental Relativa (ZMAF) ocupam a parte central do município, constituindo uma faixa no sentido norte-sul, além de outra área no extremo noroeste, na divisa com os municípios de Vista Alegre e Caiçara, compreendendo a região que faz a ligação entre a parte alta e a parte mais baixa do município. Nesta zona estão localizadas as áreas com maior declividade do terreno, predominando relevo forte ondulado e montanhoso, que forma vales profundos e estreitos, em forma de “V”, com vertentes íngremes e fortemente dissecadas pelos rios.

Sob o aspecto pedológico, predominam os solos pertencentes à Unidade de Mapeamento Charrua, associados aos solos da unidade de Mapeamento Ciríaco, que formam a Associação Ciríaco Charrua (BRASIL, 1973). Nesta zona predominam solos Litólicos, da Unidade de Mapeamento Charrua, embora estejam associados com Cambissolos. Os fatores limitantes principais estão relacionados à profundidade, pedregosidade e, principalmente, à erosão, devido ao relevo movimentado em que ocorrem. Estas características dificultam o manejo dos solos e, conseqüentemente, o uso sustentável deste recurso natural.

A Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa (ZMEF) ocupa a parte mais baixa do município, localizada na região leste, acompanhando a margem direita do Rio da Várzea. Quanto à característica clinográfica, a declividade média dos solos é menor que na Zona com maior Fragilidade Ambiental Relativa, mas maior que na Zona com Maior Estabilidade Ambiental Relativa, sendo que as áreas com relevo moderadamente ondulado, ondulado e forte ondulado (EMBRAPA, 1995) são equivalentes e ocupam quase 70 % da superfície desta zona.

Em relação à pedologia, predominam os solos pertencentes à Associação Ciríaco Charrua, os mesmos que são observados na ZMAF. Entretanto, predominam os Cambissolos, que pertencem à Unidade de Mapeamento Ciríaco (BRASIL, 1973). Embora os solos apresentem uma profundidade relativamente maior que na ZMAF, a movimentação do relevo continua determinando alta suscetibilidade à erosão, principalmente quando utilizados com culturas anuais, que é a atividade predominante na região.

A Zona com Maior Estabilidade Ambiental Relativa (ZMAE) localiza-se na parte mais alta do município, ocupando uma faixa longitudinal, desde o extremo sudoeste, na divisa com os Municípios de Seberi e Taquaruçu do Sul, até o limite norte do município. Estende-se, de forma paralela à ZMAF, apresentando uma transição bastante abrupta e constante, uma vez que a Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa (ZMEF) está totalmente isolada na porção leste do município e a ZMAE limita-se em toda a sua extensão com a ZMAF.

O relevo, na ZMAE, é suave ondulado e moderadamente ondulado (EMBRAPA, 1995), onde predominam os solos da Unidade de Mapeamento Erechim, que é classificado como Latossolo Roxo Distrófico. Estes solos são profundos, bem drenados, com coloração vermelho escura e textura argilosa, geralmente com mais de 60% de argila. É comum o aparecimento de pequenas manchas de solos Ciríaco e Charrua em associação com o Erechim.

Estes solos apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento agrícola, sendo que as principais limitações estão relacionadas ao risco de erosão, que varia de moderado a forte e, ao elevado teor de alumínio trocável, bem como ao baixo teor de fósforo disponível.

Dessas limitações, o elevado teor de Al foi corrigido pela aplicação de calcário, ao passo que a deficiência de P ainda representa um problema na maioria das áreas, juntamente com a erosão. Estas duas limitações tendem a diminuir à medida que os agricultores vêm melhorando as práticas de cultivo com a adoção de práticas conservacionistas, como a utilização de culturas de cobertura do solo e o plantio direto.

Nesta zona, a agricultura é praticada de forma mais intensa que nas demais. Entretanto, a porção sul é utilizada como bacia de captação de água que abastece o reservatório de onde é retirada a água para atender a área urbana do Município de Frederico Westphalen, estando, portanto, sujeita a riscos de contaminação decorrente do uso antrópico praticado nesta área.

4.4.1.1 Usos e ocupação da terra por zona

Os usos da terra, em cada uma das zonas, podem ser observados nas TABELAS 28, 29, 30, 31 e 32, onde é apresentada, ainda, a evolução de cada uso no período de 1984 a 1999.

Na TABELA 28 está evidenciado que a área ocupada por áreas naturais (mata), aumenta significativamente, à medida que aumenta a fragilidade do ambiente. A Zona com Maior Fragilidade Ambiental Relativa (ZMAF) apresenta, aproximadamente, 30% de áreas ocupadas com mata, enquanto que na Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa (ZMEF), as áreas ocupadas com este uso diminuíram de 15 para 10%, aproximadamente, durante o período estudado e, a Zona com Maior Estabilidade Ambiental Relativa (ZMAE) apresentava, desde 1984, menos de 10% de áreas naturais.

TABELA 28 - Área ocupada com mata em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

Ano	Zonas							
	ZMAF		ZMEF		ZMAE		ZEUR	
	Ha	%	Ha	%	ha	%	ha	%
1984	3409	28,81	1482	15,60	387	9,26	5	3,76
1989	3010	25,43	1347	14,18	374	8,95	10	7,52
1994	3397	28,70	1378	14,51	302	7,23	5	3,76
1999	3498	29,56	1028	10,83	337	8,07	0	0

De forma inversa ao observado na TABELA 28, a área utilizada com agricultura, TABELA 29, aumenta à medida que a fragilidade ambiental diminui. Este aumento é proporcional à diminuição das áreas naturais (mata) e de pastagens.

A área ocupada com agricultura aumentou, aproximadamente, 10% em todas as zonas estudadas, durante o período estudado. Na Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa (ZMEF) foi observado o maior percentual de aumento na área agrícola, que foi de 14,64%, passando de 64,49% para 79,13% da área desta zona.

TABELA 29 - Área ocupada com agricultura em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

Ano	Zonas							
	ZMAF		ZMEF		ZMAE		ZEUR	
	Ha	%	Ha	%	ha	%	ha	%
1984	6092	51,48	6125	64,49	3089	73,94	86	64,66
1989	6991	59,07	6556	69,03	3267	78,20	102	76,69
1994	6367	53,80	6072	63,94	3283	78,58	101	75,94
1999	7326	61,90	7515	79,13	3452	82,62	118	88,72

De modo geral, os sistemas de produção predominantes no município como um todo e, principalmente, na ZMAF, têm levado a uma queda nos rendimentos agrícolas dos agroecossistemas e causado forte degradação ambiental, semelhante ao observado por PINTO e CRESTANA (1998) para os agroecossistemas da região de São Carlos, SP.

As áreas ocupadas com capoeira, TABELA 30, são resultantes da fragmentação das áreas naturais, que acabam isolando pequenos capões de mata, ou de áreas agrícolas abandonadas, onde a vegetação tende a se recompor lentamente. Ocupam, aproximadamente, 2% da paisagem com pequena variação para mais ou para menos, em todas as zonas durante os 15 anos de estudo.

TABELA 30 - Área ocupada com capoeira em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

Ano	Zonas							
	ZMAF		ZMEF		ZMAE		ZEUR	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1984	223	1,88	243	2,56	88	2,11	4	3,01
1989	232	1,96	223	2,35	75	1,80	4	3,01
1994	222	1,88	282	2,97	90	2,15	2	1,50
1999	177	1,50	211	2,21	97	2,32	3	2,26

Esta classe de uso é bastante dinâmica porque pode ser anexada à área natural, à medida que a vegetação vai se recompondo, ou corredores vão interligando os fragmentos de áreas naturais, ou ainda, podem voltar a ser utilizadas com agricultura ou

pastagens de acordo com a política agrícola, sofrendo grandes transformações ao longo do tempo, embora o percentual de área ocupado tende a se manter constante.

A percentagem de áreas ocupadas com pastagem tende a ser mais elevada nas Zonas ZMAF e ZMEF em relação à ZMAE, apesar de ter diminuído, drasticamente, em todas as zonas no último período de avaliação (TABELA 31).

TABELA 31 - Área ocupada com pastagem em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

Ano	Zonas							
	ZMAF		ZMEF		ZMAE		ZEUR	
	Ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1984	2106	17,79	1615	17,01	611	14,62	38	28,57
1989	1593	13,46	1342	14,13	458	10,96	17	12,78
1994	1839	15,54	1726	18,17	498	11,92	24	18,05
1999	807	6,82	728	7,67	280	6,70	11	8,27

A pastagem, talvez seja a classe de uso mais dinâmica na paisagem, porque está relacionada às Políticas Agrícola, de Crédito e Assistência Técnica, assim como as áreas de capoeira, que podem ser facilmente convertidas em áreas de cultivo ou retornar à pastagem, em função de incentivo ou do valor dos produtos.

No período de 1994 a 1999, a diminuição nas áreas de pastagem esteve relacionada às políticas de crédito, que estimularam o plantio de culturas anuais, além do preço favorável dos grãos.

A aqüicultura é uma atividade que se encontra em franca expansão na área do Município de Frederico Westphalen. Entretanto, a percentagem de área ocupada com água ainda é muito pequena e os açudes construídos, geralmente, são de pequeno porte, dificultando a classificação e identificação destas áreas na imagem de satélite que tem uma resolução de 30 metros. Outro aspecto que dificulta e confunde a classificação das áreas ocupadas com água são as áreas sombreadas, que são comuns no fundo dos vales em forma de “V” e que apresentam uma resposta espectral parecida com a da lâmina de água.

Entretanto, os resultados observados (TABELA 32) dão um indicativo que a atividade existe e está sendo ampliada, o que é de extrema importância na diversificação de atividades nas propriedades familiares, predominantes no município.

TABELA 32 - Área ocupada com água em cada uma das Zonas, no Município de Frederico Westphalen, nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999.

Ano	Zonas							
	ZMAF		ZMEF		ZMAE		ZEUR	
	Ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1984	5	0,04	32	0,34	3	0,07	0	0
1989	9	0,08	29	0,31	4	0,09	0	0
1994	10	0,08	39	0,41	5	0,12	1	0,75
1999	27	0,22	15	0,16	12	0,29	1	075

A Zona de Expansão Urbana foi delimitada procurando-se excluir áreas naturais como áreas de mata e áreas de preservação permanente, em nascentes e córregos, Por isso, atualmente, a maior parte desta área está ocupada com agricultura (88,72%) e pastagem (8,27%), não existindo maiores impedimentos à expansão urbana nesta área. Esta área foi definida considerando-se que a área urbana no município de Frederico Westphalen apresentou um crescimento de 209 ha no período estudado, que equivale a um crescimento de, aproximadamente, 14 ha por ano.

Este ritmo de crescimento não é compatível com as características da região, que apresenta limitações quanto à oferta de áreas adaptadas à expansão urbana, bem como com o Plano Diretor, que prevê em seu objetivo que a municipalidade promoverá o desenvolvimento urbano de Frederico Westphalen, de modo integrado, com finalidade de obter melhoria de vida da população e o incremento de bem-estar da comunidade, tendo como objetivos específicos:

I - ordenação do crescimento urbano do município, em seus aspectos físicos, econômicos, culturais e comunitários do município;

II - pleno aproveitamento dos recursos administrativos, financeiros, naturais, culturais e comunitários do município;

III - atendimento das necessidades e carências básicas da população quanto às funções de habitação, trabalho, lazer e cultura, circulação, saúde, abastecimento e convívio com a natureza.

IV – conservação do patrimônio ambiental do município, através da proteção ecológica, paisagística e cultural;

V – integração da ação governamental municipal com a dos órgãos e entidades federais, estaduais e regionais e, ainda com a iniciativa particular;

VI – participação comunitária no processo de planejamento;

VII – ordenação do uso e ocupação do solo, em consonância com a função social da propriedade urbana.

As fotografias, representadas na FIGURA 56, evidenciam a ocupação urbana em áreas de baixa aptidão e com carência de infra-estrutura básica, onde fica difícil para a municipalidade colocar em prática os objetivos previstos no Plano diretor.

É importante, no Município de Frederico Westphalen, compatibilizar a aplicação do Plano Diretor mediante a prática do Licenciamento e fiscalização das atividades de uso do solo da zona urbana, o que, aparentemente, não vem sendo realizado até o momento.

Problemas relacionados à expansão urbana e à ocupação de áreas sem aptidão para esse uso foram constatados, também, por LÓPEZ, *et al.* (2001), na cidade do Morelia, no México, onde a cidade que ocupava 709 ha em 1960 passou a ocupar 3.368 ha em 1990. As razões para esta expansão estão relacionadas, entre outras, à migração das áreas rurais que se seguiram após a redução do preço dos produtos agrícolas, que é um dos problemas que tem influenciado o êxodo rural, também, no Brasil. Os problemas relacionados à ocupação urbana em áreas não aptas para este uso aumentam os riscos ambientais e em relação aos moradores, comuns para as cidades de Morelia, no México e Frederico Westphalen no Brasil, nem sempre são facilmente aceitos pelas autoridades locais (LÓPEZ, 2001).

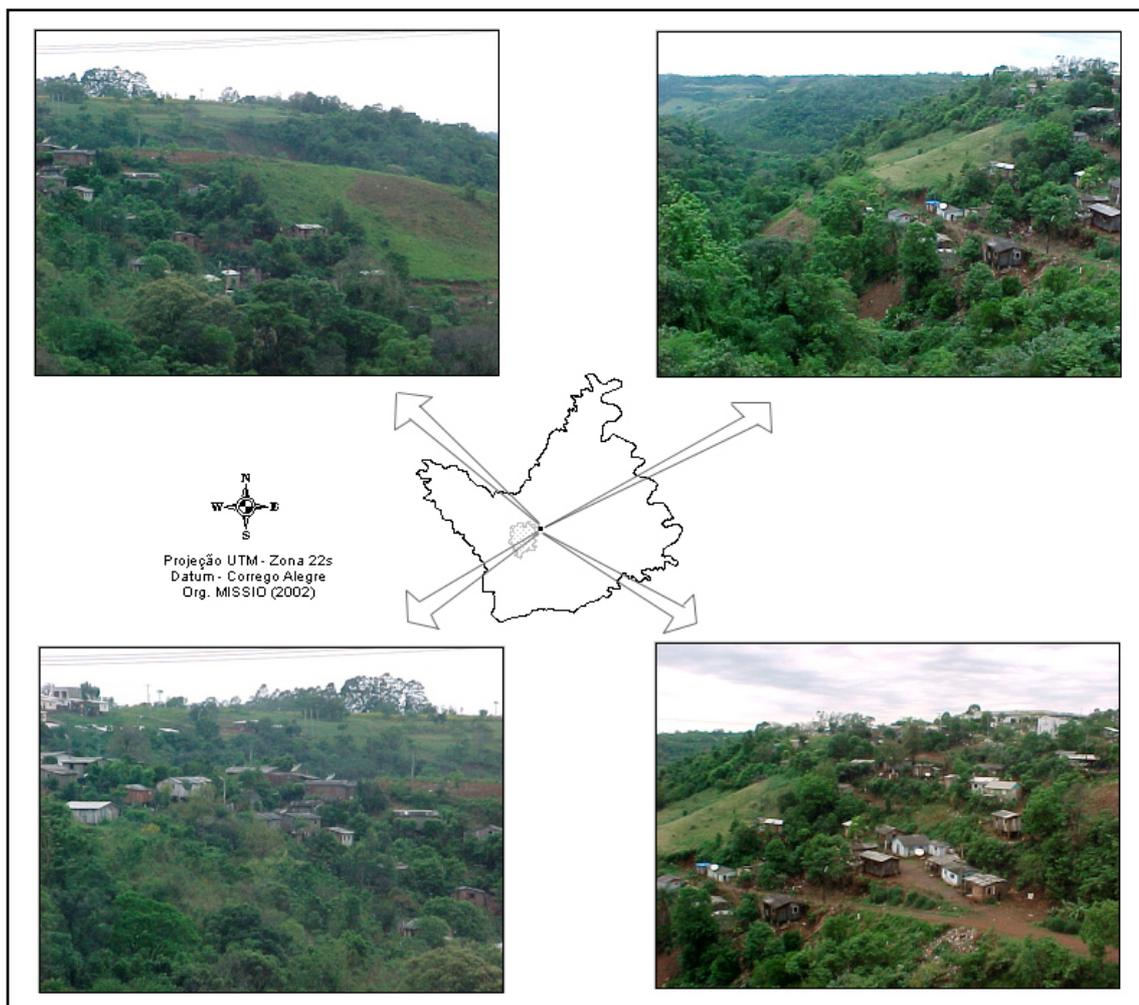


FIGURA 56: Expansão urbana em bairro que concentra população de baixa renda.

4.4.1.2 Clinografia por zona de manejo

A clinografia foi um dos principais critérios utilizados para a definição e delimitação das zonas na superfície do Município de Frederico Westphalen. A TABELA 33 apresenta os resultados da área que se encontra em cada uma das classes clinográficas, por zona no município. A ZMAF apresenta 63,45% da superfície com mais de 20% de declividade e apenas 21,86% de áreas com menos de 13% de declividade, sendo inevitável a degradação ambiental nesta área, quando a vegetação natural é removida e substituída por culturas anuais, em função da erosão e do assoreamento dos mananciais hídricos.

TABELA 33. Distribuição da área, por classe clinográfica, em cada uma das zonas, no Município de Frederico Westphalen – RS.

CLASSES	Clinografia por Zona									
	ZMAF		ZMAE		ZMEF		ZEUR		ZURB	
	ha	%	ha	%	ha	%	Ha	%	ha	%
0 – 3 %	1064	8,99	672	16,08	1364	14,36	31	23,31	123	22,20
3 – 8 %	522	4,41	916	21,92	1358	14,30	41	30,82	129	23,29
8 – 13 %	1001	8,46	1145	27,41	1929	20,31	36	27,07	119	21,48
13 – 20 %	1739	14,69	915	21,90	1995	21,01	16	12,03	116	20,94
20 – 45 %	5339	45,11	515	12,33	2502	26,35	9	6,77	66	11,91
45 – 100 %	2155	18,22	15	0,36	345	3,63	0	0	1	0,18
Mais de 100 %	14	0,12	0	0	4	0,04	0	0	0	0
TOTAL	11834	100	4178	100	9497	100	133	100	554	100

A zona ZMEF apresenta 30,02% da superfície com mais de 20% de declividade, mas apresenta 48,97% de áreas com menos de 13% de declividade, sendo possível uma utilização mais intensiva, com menores riscos ao meio ambiente.

A zona ZMAE apresenta apenas 12,69% de áreas com mais de 20% de declividade e 65,41% de áreas com menos de 13% de declividade, sendo possível praticar agricultura com baixos riscos de degradação ambiental, desde que adotadas as medidas adequadas de manejo e conservação do solo.

A Zona de Expansão Urbana foi localizada, dentro do possível, em áreas com até 20% de declividade, procurando minimizar os riscos de deslizamentos, erosão, além de facilitar o acesso das pessoas em todos os pontos e da instalação da infraestrutura necessária.

4.4.1.3 Riscos à erosão

Estão apresentados na TABELA 34, os valores das áreas, em ha e percentagem, para as classes de risco à erosão estabelecidas para o Município de Frederico Westphalen, em função do Zoneamento Ambiental. Os riscos à degradação ambiental, por erosão, foram estabelecidos com base na cobertura do solo com áreas naturais (mata e capoeira) e na declividade do solo.

TABELA 34 - Distribuição da área, em hectares e percentagem, por classe de risco à erosão, nas zonas que compõem o Município de Frederico Westphalen – RS.

CLASSES	Risco por Zona									
	ZMFA		ZMAE		ZMEF		ZEUR		ZURB	
	ha	%	ha	%	ha	%	Ha	%	ha	%
R. mínimo	3.675	31,05	435	10,41	1.239	13,05	4	3,01	487	87,91
R. menor	3.228	27,28	3.282	78,55	5.921	62,35	121	90,98	66	11,91
R. intermediário	3.726	31,48	449	10,75	2.085	21,95	8	6,01	1	0,18
R. maior	1.206	10,19	12	0,29	252	2,65	0	0	0	0
TOTAL	11.835	100	4.178	100	9.497	100	133	100	554	100

A classe de risco mínimo representa as áreas ocupadas com vegetação natural, independente da declividade. A ZMAF, que apresenta a maior percentagem da área com cobertura natural, é também, a que apresenta a maior percentagem de solos pertencentes à classe de risco mínimo (31,05%).

As áreas com risco menor, intermediário e maior, compreendem áreas utilizadas com algum tipo de uso antrópico e com declividade que varia de 0 a 20%, 20 a 45% e mais de 45%, respectivamente. Portanto, como as zonas foram estabelecidas, utilizando a declividade como um dos critérios, a ZMAE é a que apresenta a maior percentagem de área na classe de risco menor e a ZMAF é a que apresenta a maior percentagem de área na classe de risco maior.

4.4.2 Problemas, potencialidades e limitações

As potencialidades econômicas e sociais do município são inúmeras, decorrentes da heterogeneidade cultural, que se manifesta através da diversificação de atividades, principalmente na agricultura. Esta atividade, por sua vez, abre inúmeras oportunidades para agregação de valor sobre os produtos, pela agroindustrialização que se encontra incipiente e, pela inserção de novas atividades, como o turismo rural ou ecológico.

As estratégias de uso dos recursos naturais, visando a manutenção da capacidade produtiva e do equilíbrio ambiental, devem estar apoiadas na capacidade de suporte de cada sistema, de modo que algumas atividades sejam incentivadas, enquanto

outras coibidas, visando, assim, a preservação da qualidade ambiental e do desenvolvimento sustentável. Entretanto, a deficiência em avaliar a capacidade de suporte de regiões como esta (com alta diversidade e produtividade biológica), tem conduzido a um processo de desenvolvimento envolvendo a utilização equivocada de seus recursos naturais, levando ao empobrecimento biológico e degradação ambiental, associado ao empobrecimento econômico e social da população.

Em nível local, de forma geral, os técnicos deveriam ter a responsabilidade de gerenciar o meio ambiente, entretanto, segundo PIRES (1995), eles enfrentam uma série de problemas, entre os quais, são de importância para o Município de Frederico Westphalen, os seguintes: i) o enfoque multidisciplinar, envolvendo o tema que limita a maioria dos técnicos; ii) o enfoque setorial e compartimentalizado organizado nas prefeituras e similar a outros níveis de governo; iii) a falta de conhecimento sobre métodos e referências adequadas para trabalhar com planejamento ambiental local; iv) o caráter urbano da maioria das metodologias utilizadas para elaboração de planos diretores que, freqüentemente, não incorporam a questão ambiental de forma adequada.

Para o Município de Frederico Westphalen, as potencialidades e limitações dos recursos naturais foram identificadas com base no diagnóstico do meio físico-biótico frente às fragilidades dos sistemas naturais, às possibilidades tecnológicas de apropriação dos recursos, dos serviços ambientais desempenhados por eles e do potencial dos produtos frente à sustentabilidade dos recursos naturais. Foram comparadas ainda com um conjunto de variáveis qualitativas, como o potencial dos recursos naturais, fragilidade ambiental, capacidade tecnológica e organização social e da produção.

As zonas propostas consideraram as potencialidades e as limitações dos recursos naturais, considerando, além da aptidão ou capacidade de uso das terras, um complexo interativo em que a sociedade e a natureza foram tratadas conforme os princípios de desenvolvimento, com conservação e preservação dos recursos naturais.

Os problemas, potencialidades e limitações de cada tipo de uso da terra ou atividade praticada em cada uma das zonas do município, foram discutidos e algumas das diferenças entre as zonas são apresentadas nos QUADROS 1 a 9. As potencialidades são tratadas como atividades que podem ser sustentavelmente praticadas, enquanto que as limitações ao uso produtivo, excluídas as restrições legais, são consideradas de acordo com a vulnerabilidade ambiental e conforme as deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais. Os problemas ambientais foram, efetivamente, constatados em trabalhos de campo ou através de interpretação de imagens orbitais.

Os usos e/ou ocupação da terra e as principais atividades desenvolvidas no município consideradas de importância para o Município de Frederico Westphalen, são as seguintes: vegetação natural, turismo de lazer/turismo rural, agricultura familiar e/ou empresarial, extrativismo vegetal (erva-mate, plantas medicinais, aromáticas e condimentares, apicultura, frutas nativas), aquicultura/lazer, pecuária intensiva (gado de leite ou gado de Corte – Confinado ou semi-confinado), suinocultura/avicultura e mineração (pedras preciosas – ametista, calcita, etc).

A vegetação natural formada por Floresta Estacional Decidual (SEMA, 2002), que ocupava originalmente toda a superfície do município, sofreu grande perda de área, desde que iniciou a colonização do Noroeste do Rio Grande do Sul. Considera-se, então, que a disponibilidade de áreas naturais é a principal limitação, juntamente com o tamanho reduzido dos fragmentos remanescentes, além da forma alongada e baixa relação interior borda. A perda de diversidade biológica, decorrente da perda de áreas naturais, afeta todas as zonas, embora o problema seja mais evidente nas ZMEF e ZMAE.

Às principais potencialidades das áreas naturais estão relacionadas a preservação da biodiversidade, além da proteção dos mananciais hídricos, com possibilidade de utilização sustentável para educação ambiental. Na ZMAF a renda dos agricultores pode ser incrementada com o desenvolvimento de técnicas relacionadas ao extrativismo vegetal, com base em espécies nativas da região e ao turismo rural,

aproveitando-se as belezas cênicas que são abundantes nesta região. Na ZMAE, as áreas naturais contribuem para melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de água que é utilizada para o abastecimento urbano. Particularidades relacionadas a cada uma das zonas, em relação à vegetação natural, podem ser observadas no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à ocupação da terra “vegetação natural”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Vegetação natural						
Zona	% paisagem ocupada por mata	Área média dos fragmentos (ha)	Fragmentos por 100 ha	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	29,56	12,19	2,43	Fragmentação da paisagem pela conversão de áreas naturais para usos antrópicos	Maior risco de erosão do solo em áreas com cobertura vegetal inexistente ou baixa	Extrativismo vegetal erva-mate, plantas medicinais, aromáticas e condimentares, frutíferas nativas, apicultura. Turismo ecológico.
ZMEF	10,83	4,61	2,35	Alta conversão de áreas naturais	Risco intermediário à erosão Comprometimento da estrutura funcional dos fragmentos	Preservação ambiental
ZMAE	8,07	5,35	1,51	Maior percentagem de áreas antrópicas e baixa densidade de fragmentos	Menor risco à erosão Maior Comprometimento da diversidade biológica e da estrutura funcional dos fragmentos	Proteção dos mananciais hídricos e produção de água para abastecimento urbano.

ZMAF - Zona com Maior Fragilidade Ambiental Relativa;

ZMEF - Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa.

ZMAE - Zona com Maior Estabilidade Ambiental Relativa.

Na área do turismo, o espaço geográfico do município é muito rico em belezas cênicas associadas aos recursos hídricos, como cachoeiras naturais, que apresentam grande potencial de aproveitamento econômico, social e cultural. Entretanto, muitos desses recursos apresentam-se com alto grau de comprometimento

da qualidade visual, decorrente da poluição proveniente principalmente da área urbana e das áreas de agricultura, além da remoção da vegetação nativa.

A falta de informações e a inexistência de trabalhos de educação ambiental e para o turismo dificulta o desenvolvimento de infra-estrutura para atender e atrair os turistas. Outro problema, também, associado à falta de cultura para o turismo é o impacto sobre a flora e a fauna, bem como o impacto visual em áreas de turismo de massa. A maioria destes problemas decorre da cultura utilitarista que a sociedade desenvolveu nos últimos anos. Algumas das diferenças entre as zonas, em relação à atividade do turismo, podem ser visualizadas no QUADRO 2.

QUADRO 2 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados ao uso da terra “Turismo de lazer/turismo rural”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Turismo de lazer/turismo rural			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Disponibilidade de recursos para investimento em turismo	Poluição proveniente da área urbana	Beleza cênica Produção de artesanato e produtos coloniais
ZMEF	Atividade econômica estritamente baseada na agricultura/produção de grãos; falta de visão empreendedora dos produtores rurais.	Poluição das águas decorrente da atividade agrícola	Recursos hídricos Proximidade ao Rio da Várzea
ZMAE	Utilização de grande parte da água para abastecimento urbano	Destruição das áreas naturais	Exploração das belezas cênicas associadas ao turismo religioso

A agricultura, no Município de Frederico Westphalen, é caracterizada pelo baixo grau de especialização dos agricultores e pela conseqüente diversificação de atividades, independente das três zonas parcialmente distintas. As atividades desenvolvidas na ZMAF são praticamente as mesmas realizadas na ZMAE, mudando apenas as práticas de manejo e, principalmente, a força de trabalho, que, na ZMAF depende, basicamente, da tração animal e de trabalhos braçais, enquanto que na ZMAE predomina a utilização de máquinas para a realização das operações de manejo das culturas. As culturas anuais, principalmente, o milho e a soja, são as atividades que predominam no município (IBGE, 2000).

A fruticultura e a silvicultura são atividades incipientes, mas que vêm merecendo atenção nos últimos anos e são atividades que podem contribuir para o desenvolvimento econômico, social e ambiental em todas as zonas. Entretanto, é necessário um trabalho forte de capacitação e organização dos agricultores, principalmente na ZMAF, onde os agricultores têm acumulado, ao longo do tempo, uma defasagem econômica, com reflexos na cultura, influenciada pelas políticas agrícolas de exclusão dos pequenos agricultores e pela carência de programas locais de inclusão, fundamentados em programas de assistência técnica e crédito adaptada à realidade de cada região.

A declividade do terreno é uma característica marcante no município, sendo mais evidente nas Zonas ZMAF e ZMEF, representando a principal limitação ao uso agrícola intensivo das terras. A erosão é um dos principais problemas relacionados à atividade agrícola e tem levado a uma grande preocupação em relação à degradação das terras. Neste processo, tem-se observado uma redução na fertilidade dos solos, perda de matéria orgânica, assoreamento dos mananciais hídricos com resíduos transportados das áreas de cultivo, perda de biodiversidade pela inclusão de novas áreas ou pelo impacto dos resíduos transportados durante o processo de erosão.

O desenvolvimento da agricultura, com base em princípios de sustentabilidade, é viável e precisa ser implementado no município. O QUADRO 3 apresenta as limitações, problemas e potencialidades referentes à agricultura em cada uma das zonas. É evidente a necessidade de aumentar a especialização dos agricultores, de modo a melhorar a eficiência da atividade agrícola, sem comprometer a diversificação da mesma. A horticultura, agrossilvicultura e a agroindustrialização são atividades que podem contribuir para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e melhoria das condições sócio-ambientais dos agricultores.

O extrativismo vegetal, baseado em espécies nativas que podem ser utilizadas em sistemas agroflorestais ou em áreas naturais enriquecidas, pode contribuir para o desenvolvimento, principalmente da ZMAF. A criação de pequenos animais

como coelhos, chinchila, etc é atividade que pode complementar a renda e ocupar a mão-de-obra disponível na maioria das propriedades.

QUADRO 3 – Limitações, problemas e potencialidades relacionados ao uso da terra “agricultura”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Agricultura Familiar e/ou empresarial			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Predomínio de solos litólicos com pouca profundidade, alta declividade e pedregosidade.	Expansão em áreas naturais não aptas	Extratativismo vegetal com base em espécies nativas como erva-mate, plantas medicinais, aromáticas e condimentares; Apicultura; Pequenas criações.
ZMEF	Predomínio de cambissolos onde a profundidade, declividade e pedregosidade ainda comprometem a sustentabilidade	Manejo dos solos em áreas de monocultura e assoreamento dos rios	Suinocultura; Avicultura; Pecuária leiteira; Fruticultura.
ZMAE	Conhecimento técnico orientado para a pequena propriedade, falta de especialização dos agricultores	Monocultura de soja e milho Poluição dos mananciais hídricos por agrotóxicos	Olericultura; Pecuária leiteira; Produção de grãos em áreas adequadas.

A ZMEF é responsável pela maior parte do milho produzido no município, que é a matéria prima principal para a suinocultura e avicultura que podem ser estimuladas nesta zona. A fruticultura e a pecuária de leite podem permitir uma utilização mais racional dos solos nesta região, sem comprometer a renda dos agricultores.

A olericultura e a pecuária leiteira são atividades que, certamente, são beneficiadas pela proximidade da área urbana e podem ser integradas às áreas de cultivo de grãos na ZMAE. Além do mais, são atividades que permitirão uma melhor composição da renda dos agricultores numa região onde predomina agricultura com características empresariais, apesar do tamanho reduzido das propriedades.

Entre as atividades agrícolas desenvolvidas no Município de Frederico Westphalen, a cultura do milho ocupou 8.000 ha, a da soja 7.500 ha e a do feijão 3.000 ha, sendo as culturas que ocupam a maior parte das áreas agrícolas. Embora sejam desenvolvidas em, praticamente, todas as propriedades do município, não são adaptadas as características das pequenas propriedades, em função do baixo rendimento econômico por área, além da dificuldade de adaptação das máquinas em áreas declivosas e da erosão e degradação dos solos. O milho é uma exceção, pela possibilidade de utilização dentro da propriedade como matéria-prima para a suinocultura, avicultura, pecuária de leite, etc.

A fumicultura e a fruticultura, que ocupam aproximadamente 560 ha e 200 ha, respectivamente (IBGE, 2000), apresentam importância econômica comparável a da soja e do milho. São atividades que se adaptam à região porque são cultivadas em pequenas áreas, permitindo a escolha de áreas aptas dentro da propriedade, diminuindo os riscos de degradação do solo por erosão, além de empregar mão-de-obra disponível na propriedade e não requerer grandes investimentos em máquinas e equipamentos.

A fumicultura é a atividade que dispõe da melhor infra-estrutura de atendimento dos agricultores em Frederico Westphalen. As empresas compradoras do produto disponibilizam pacotes tecnológicos, incluindo os insumos necessários, assistência técnica, acompanhamento das áreas de cultivo até a comercialização do produto.

Apesar da adaptação da atividade a característica das propriedades do município e da renda conseguida com a atividade, existe o inconveniente que é a necessidade de grandes quantidades de agrotóxicos, que têm comprometido a saúde dos agricultores e seus familiares, além do comprometimento da qualidade ambiental pela utilização de produtos diretamente no solo ou sobre as plantas.

A fruticultura vem enfrentando problemas, em grande parte relacionados com a questão cultural, que tem dificultado a incorporação de tecnologias, resultando em produtos de baixa qualidade e em pequena quantidade, que determinam uma baixa

rentabilidade para os agricultores e aumentam as dificuldades de colocação dos produtos no mercado.

Pesquisas no âmbito regional, bem como a organização dos canais de comercialização tendem a melhorar o desempenho da atividade, que apresenta grande potencial em cultivos agroecológicos, que são valorizados e cada vez mais procurados pelos consumidores.

A localização geográfica do município representa outra vantagem para a fruticultura, devido ao microclima, que faz com que as espécies frutíferas antecipem sua produção em relação a outras regiões produtoras, conforme a matéria do jornal O Alto Uruguai, que destacou o início da colheita da uva no dia 14 de novembro de 2002, aproximadamente 45 dias antes do início da colheita na serra gaúcha (STR, 2002; ROSSATO, 2002). Além disto, as frutas (pêssego, ameixa, figo, uva, laranja, bergamota, etc.) apresentam qualidade equivalente à obtida em outras regiões produtoras. Pesquisas recentes realizadas em Frederico Westphalen demonstram indícios de um padrão diferenciado dos produtos, embora os resultados ainda não permitam afirmações conclusivas (TURCHETTO, *et al.*, 2002; MEDEIROS & RASEIRA, 1998).

O extrativismo vegetal é uma atividade que pode auxiliar na composição da renda dos agricultores, uma vez que apresenta amplo potencial na região pela possibilidade de exploração econômica em áreas naturais. Esta atividade, quando realizada de forma adequada pode preservar os recursos naturais e manter a diversidade biológica.

Várias espécies nativas da região do Vale do Rio Uruguai, como a erva-mate, araucária, jabuticabeira, etc., desenvolvem-se dentro de áreas de mata nativa, apresentando potencial para enriquecimento destas áreas, permitindo a exploração econômica. Estas e outras espécies de plantas medicinais, aromáticas e condimentares podem ser cultivadas em áreas sem aptidão para culturas anuais, permitindo a

recuperação destas áreas e criando alternativas econômicas para substituir as culturas anuais, além de diminuir os riscos de degradação do solo pela erosão.

Neste sentido, as APPs poderiam ser ampliadas de 30 para 100 metros, principalmente na ZMAF, dos quais 30 a 50 metros devem ser mantidos intactos, atendendo à função legal de preservação ambiental, enquanto que os 50 a 70 metros restantes podem ser manejados com sistemas agroflorestais. Além disto, as áreas de reserva legal podem ser ampliadas pelo plantio de espécies silviculturais ou implantação de sistemas agroflorestais em faixas de 50 metros de largura, pelo menos, que devem contribuir, de forma significativa, para diminuir o efeito de borda. Esta prática já foi sugerida por PIRES (1995), para o Município de Luiz Antônio – SP, entretanto, a faixa recomendada, neste caso, foi de 150 metros.

Para a implantação efetiva destas práticas, é fundamental disponibilizar treinamento e assistência técnica aos produtores, além de pessoal qualificado para elaborar Planos de Manejo e monitoramento da sustentabilidade destas áreas.

O extrativismo vegetal apresenta como vantagens maior estabilidade na produção (por não estar tão sujeita a variações climáticas como as culturas anuais), utilização de mão-de-obra em períodos de ociosidade (no caso da erva-mate que pode ser colhida ao longo dos 12 meses do ano, permitindo conciliar períodos de preço do produto favorável e a disponibilidade de mão-de-obra na propriedade), além da diversificação da renda, pelo alto valor agregado ao produto e baixo custo de produção. As particularidades quanto ao extrativismo vegetal, relacionadas a cada uma das zonas podem ser analisados no QUADRO 4.

A aquíicultura está ligada a duas alternativas de renda que são: produção de peixes e lazer. No município, a aquíicultura é uma atividade que vem sofrendo um processo de qualificação, nos últimos anos, com a realização de cursos de piscicultura direcionados para produtores e/ou técnicos que atuam nos municípios da região, abrangendo desde a infra-estrutura até o manejo da criação de peixes, além da criação de programas municipais para o desenvolvimento e estruturação da atividade.

QUADRO 4 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados ao “extrativismo vegetal”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Extrativismo vegetal (erva-mate, plantas medicinais, aromáticas, condimentares, frutíferas nativas e apicultura).			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Dificuldade de acesso em áreas muito íngremes; erosão dos solos.	Exploração econômica em áreas naturais, aumentando a pressão sobre estes recursos	Manutenção da diversidade genética de espécies naturais exploradas comercialmente; Se explorada adequadamente pode ser um componente da renda dos agricultores, compatível com o desenvolvimento sustentável
ZMEF	Áreas já exploradas excessivamente.	Baixa diversidade biológica e degradação de áreas naturais; utilização de agrotóxicos em monocultura de grãos	Alternativa para estimular a recuperação das APPs, além do mínimo exigido
ZMAE	Pequena quantidade de áreas naturais com condições para suportar esta atividade	Utilização muito intensa de agrotóxicos em áreas com monocultura de grãos	Enriquecimento de áreas no entorno de APPs e áreas de tamponamento entre as APPs e as áreas de cultivo; aumento da conectividade da paisagem

Os resultados obtidos são lentos e estão relacionados ainda ao baixo nível de qualificação da atividade, uma vez que a característica e o comportamento dos peixes são diferentes dos animais domésticos, com os quais os agricultores estão acostumados a trabalhar.

Os principais problemas estão relacionados ao impacto sobre a fauna nativa, pela introdução de espécies exóticas de peixes nas áreas de criação ou em áreas destinadas à prática de esportes náuticos.

A estruturação da aqüicultura é uma alternativa para qualificar e diversificar as oportunidades de lazer e turismo no âmbito municipal, além de ampliar o aproveitamento do recurso natural água, qualificar a renda dos agricultores e aumentar sua segurança alimentar. As limitações, problemas e potencialidades podem ser observadas no Quadro 5.

QUADRO 5 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “aqüicultura/lazer”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Aqüicultura/lazer			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Profundidade dos solos e declividade	Alto risco de infiltração devido às características do material disponível para a construção dos reservatórios de água	Infra-estrutura de lazer nas proximidades da área urbana
ZMEF	Distância da área urbana	Baixa qualidade dos recursos hídricos	Desenvolvimento de infra-estrutura para a prática de esportes náuticos nas proximidades com o Rio da Várzea
ZMAE	Falta de proteção das nascentes e mananciais	Contaminação por agrotóxicos e resíduos da atividade agrícola	Infra-estrutura para pesca esportiva nas proximidades da área urbana

A criação de gado de leite e de corte é uma atividade praticada em todas as propriedades do município, e tem apresentado um aumento significativo no número de animais nos últimos anos, embora as áreas destinadas à criação não tenham sido ampliadas. Os animais, cada vez mais, estão ocupando as áreas de mata nativa, incluindo as APPs, à medida em que as áreas agrícolas estão se expandindo no âmbito municipal.

Inicialmente, a finalidade da atividade era a subsistência familiar com a produção de leite e derivados, além da utilização dos animais como força de trabalho (tração animal). Nos últimos anos os animais sofreram ligeira transformação nas raças, direcionada para a produção leiteira, embora na ZMAF, principalmente, a utilização de animais duplo propósito são preferidos por apresentar melhor rusticidade e melhor potencial para aproveitamento para a tração animal. Neste caso, as raças azebuadas são preferidas.

O baixo nível de qualificação da atividade, que é praticada em pequenas propriedades, enfrenta problemas com a qualidade do alimento disponível e, principalmente, com a quantidade que não é suficiente. Esta situação conduz ao sobrepastoreio e conseqüente erosão do solo e degradação das pastagens e perda de diversidade biológica. Quando os animais são criados no sistema confinado ou semi-

confinado, o acúmulo de dejetos próximo às instalações ou em locais de alimentação constituem outro problema que pode causar contaminação ambiental.

A atividade apresenta grande potencial de expansão, principalmente com a transformação do leite e seus subprodutos, a partir da implantação de agroindústrias. Além da mão-de-obra disponível na propriedade, a atividade permite um melhor aproveitamento de matérias-primas disponíveis na propriedade, como o milho, pastagens e resíduos de outras atividades praticadas na propriedade. Entretanto, é fundamental a qualificação da atividade com a melhoria da pastagem, diminuição da quantidade de animais, aumentando a quantidade de alimento disponível por animal e, adequando a genética às características da propriedade. O QUADRO 6 traz as particularidades referentes a cada uma das zonas de manejo.

QUADRO 6 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “pecuária intensiva”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Pecuária intensiva (gado de leite, gado de corte confinado ou semi-confinado)			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Geomorfologia	Degradação do solo em áreas de pastagem com acentuada declividade do solo	Utilização de animais duplo propósito (produção de leite e tração animal)
ZMEF	Quantidade excessiva de animais	Compactação e degradação do solo e biodiversidade	Aproveitamento de áreas agrícolas no período de inverno com pastagens
ZMAE	Perda de diversidade biológica e contaminação das nascentes	Utilização de APPs para criação dos animais	Maior disponibilidade de áreas para pastagens no período de inverno

A suinocultura é a atividade econômica mais importante para o Município de Frederico Westphalen. Apesar disso, o caráter empresarial da atividade, principalmente relacionados às instalações e equipamentos necessários à criação, tem excluído muitos produtores do processo produtivo.

Atualmente, a atividade é praticada em granjas onde o número médio de animais gira em torno de 400, além de ser criado em, praticamente, todas as propriedades, sendo um item importante de subsistência familiar.

Os animais são criados em sistemas de confinamento onde cada animal ocupa, aproximadamente, 1,54 m² nas instalações existentes no Município de Frederico Westphalen, podendo ser diferente em outros locais. O confinamento dos animais facilita o manejo, mas resulta no acúmulo de dejetos em pequenas áreas e a extensão dos impactos pode atingir distâncias além dos limites das propriedades, seja –devido à poluição aérea (odores) ou à contaminação do lençol freático devido à infiltração de substâncias poluentes no solo. É importante ressaltar ainda os impactos da contaminação dos mananciais hídricos superficiais, e a expansão das áreas agrícolas devido à necessidade de extensas áreas para produção de alimentos para a sustentação da atividade, que é realizada às custas de áreas naturais, comprometendo a biodiversidade pela ampliação das áreas de monocultura.

A reabertura de um frigorífico, na área urbana do Município de Frederico Westphalen, onde são abatidos mais de 1.000 suínos por dia, tende a aquecer a atividade e, ao que tudo indica, o número e a capacidade das granjas tende a aumentar. Muitas granjas, que abandonaram a atividade em 1996 e que ainda dispõem de infra-estrutura estão voltando à atividade.

A principal limitação, em relação à atividade está relacionada à dificuldade de atender às exigências das normas previstas pela legislação ambiental quanto às instalações e distância dos mananciais hídricos, enquanto que o principal problema está relacionado à falta de fiscalização das instalações, uma vez que, aproximadamente, metade das granjas, no Município de Frederico Westphalen, depositam os dejetos diretamente no solo, sem qualquer sistema de proteção com manta ou alvenaria.

Além disso, a grande maioria das unidades de produção destinadas à subsistência não possuem sistemas de armazenamento e aproveitamento dos dejetos que são depositados nas proximidades das instalações, infiltrando no solo, representando outro grande potencial de poluição, principalmente em função do grande número de instalações existentes.

A utilização dos dejetos, como adubo orgânico, diminui o custo de produção das culturas produzidas na propriedade e melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo. Entretanto, a utilização indiscriminada pode comprometer a qualidade ambiental.

A suinocultura está presente nas três zonas de manejo do município. Na ZMAE existem 30 granjas, 25 na ZMAF e 9 na ZMEF onde as características físicas, ambientais e produtivas são mais adequadas para o desenvolvimento da atividade.

A grande concentração de granjas no extremo noroeste do município é uma questão que precisa ser trabalhada em função do alto risco de contaminação ambiental, principalmente em função do grande número de propriedades que apresentam infra-estrutura inadequada em relação à legislação ambiental, no que diz respeito ao tratamento e disposição dos dejetos e em relação aos odores que é um problema grave na região. Particularidades em relação a cada zona encontram-se no QUADRO 7.

QUADRO 7 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “suinocultura”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Suinocultura			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Relação custo benefício da produção desfavorável, em alguns casos não permite a utilização das tecnologias de controle ambiental, que ainda são caras.	Contaminação dos mananciais hídricos e do lençol freático pela percolação de contaminantes presentes nos dejetos	Ocupação da mão-de-obra em propriedades com baixa aptidão para agricultura
ZMEF	Caráter empresarial da atividade	Infra-estrutura para aproveitamento dos dejetos	Compatibilidade com as características das propriedades e distância da área urbana
ZMAE	Tecnologia de controle ambiental.	Infra-estrutura deficiente aumenta os riscos de contaminação dos mananciais hídricos	Possibilidade de utilização de equipamentos mecanizados para distribuição dos dejetos em áreas agrícolas que, geralmente estão próximas aos locais de criação.

A mineração de pedras preciosas é uma atividade econômica importante na região, incluindo o Município de Frederico Westphalen, onde a atividade está localizada nas zonas ZMAF e ZMEF. Na ZMAF as pedras preciosas estão localizadas,

principalmente, abaixo da superfície do solo, no subsolo, sendo extraídas a partir da abertura de furnas. Na ZMEF, as pedras são encontradas em vários locais na camada de rocha que se encontra logo abaixo da superfície do solo.

A comercialização das pedras preciosas extraídas do subsolo, que apresentam alto valor, mesmo no estado bruto, como praticado atualmente tende a conduzir à exaustão deste recurso natural não renovável. Entretanto, a principal fonte de riqueza não está na exploração e comercialização das pedras e, sim, na exploração do turismo, no qual as pedras podem exercer grande influência na atração de visitantes e, principalmente, de estudantes. A conversão de algumas minas para a exploração do turismo é de vital importância para a manutenção desta atividade e o desenvolvimento de outra atividade no âmbito regional, sendo que o Município de Frederico Westphalen é privilegiado por dispor de facilidade de acesso rodoviário, rede hoteleira e de restaurantes preparados para o atendimento a turistas.

A possibilidade de implantação de hotéis fazendas e/ou infra-estrutura para o turismo rural, nas proximidades das minas, são algumas das atividades que podem ser alavancadas pelas pedras preciosas, sendo compatível com o desenvolvimento econômico e ambiental dos agricultores residentes na ZMAF. Problemas, potencialidades e limitações relacionados a cada uma das zonas podem ser observados no QUADRO 8.

A água é um recurso natural disponível em grande quantidade e amplamente distribuído na superfície do município, que apresenta uma densidade de drenagem de, aproximadamente, 15 m/ha, independente das zonas de manejo propostas. Entretanto, quando se trata de água para consumo humano e animal, a qualidade é um fator limitante importante e a quantidade potencialmente disponível é pequena, sendo um reflexo claro do descaso com os programas de saneamento básico na área urbana, desrespeito às áreas de preservação permanente, desconsideração ao programa de avaliação da aptidão agrícola das terras e manejo inadequado do solo em áreas agrícolas. A melhoria da qualidade e quantidade de água é possível, desde que atrelada a

uma política de desenvolvimento municipal séria, que envolva todas as áreas do setor produtivo e inclua toda a população do município.

QUADRO 8 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “mineração”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Mineração (pedras preciosas)			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Recurso natural não renovável	Degradação social, uma vez que os trabalhadores das minas são contratados pelo proprietário, além dos problemas de saúde acumulado com o tempo de trabalho no interior das minas	Preservação do recurso natural com o desenvolvimento do turismo, aproveitando a beleza e o exotismo das furnas de extração
ZMEF	Recurso natural não renovável	Impacto visual gerado pelo revolvimento da terra e da camada superficial da rocha que depreciam o cenário	Agregação de valor com a criação de oficinas de lapidação e confecção de artesanato uma vez que a atividade é praticada, principalmente pelos agricultores proprietários das terras, em períodos de ociosidade na lavoura
ZMAE	Não existe mineração nesta área do município, ficando esta atividade restrita às outras zonas		

O QUADRO 9 apresenta as principais limitações, problemas e potencialidades do recurso água em cada uma das zonas do Município de Frederico Westphalen.

QUADRO 9 - Problemas, potencialidades e limitações relacionados à “água”, em cada uma das zonas de manejo propostas para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Água			
Zona	Limitações	Problemas	Potencialidades
ZMAF	Contaminação das nascentes com resíduos urbanos	Baixa qualidade e riscos de contaminação quando utilizada para consumo humano ou animal	Implantação de infra-estrutura de lazer , aproveitando a beleza cênica local
ZMEF	Deficiente proteção das nascentes e utilização antrópica das APPs	Assoreamento dos rios e contaminação por agrotóxicos	Abundância para utilização em sistemas de irrigação, podendo qualificar a produção agrícola e diminuir a pressão sobre novas áreas
ZMAE	Disponibilidade do recurso com qualidade (principalmente) e em quantidade	Uso e manejo inadequado dos solos na bacia de captação que aumentam o acúmulo de sedimentos na bacia de captação de água, aumentando os riscos de contaminação por agrotóxicos	Abastecimento urbano

4.4.3 Cenários tendenciais e desejados

A situação atual do município que representa o cenário atual dentro de um processo dinâmico, que se modifica constante e continuamente com o tempo em resposta ao processo de desenvolvimento, constituindo um cenário tendencial, permitiu identificar os serviços ambientais bem como os diversos graus de impactos, auxiliando no entendimento das limitações dos sistemas ambientais ao longo do tempo.

Com base nesta análise, realizada no capítulo anterior, foi possível espacializar a evolução do processo de degradação ambiental em relação ao uso dos recursos naturais decorrentes das atividades econômicas predominantes e, com base nesta análise, procurou-se identificar e espacializar as tendências das dinâmicas regionais da produção econômica, dos conflitos de uso e das condições de vida da população, direcionando para um cenário desejado.

O QUADRO 10 evidencia o cenário tendencial e desejado para cada uma das zonas de manejo do Município de Frederico Westphalen.

O cenário tendencial foi obtido através da correlação de dados geográficos (mapas temáticos) que são produtos intermediários de síntese elaborados pelos diagnósticos temáticos e estão inseridos no banco de dados do zoneamento. Identificam os problemas, conflitos de uso, uso atual, infra-estrutura tecnológica e social existente e necessária, além da capacidade organizacional da sociedade em absorver as intervenções no espaço territorial ao longo do tempo.

Observou-se que a ocupação territorial da superfície do município, baseada no sistema de loteamento estabelecido no início do século passado, não levou em consideração os recursos naturais disponíveis, nem a aptidão agrícola das terras, de modo que algumas propriedades localizaram-se em áreas totalmente inaptas para o uso agrícola. Este problema foi agravado, em outros momentos, por políticas agrícolas que estimularam culturas extensivas, que determinaram a expansão em áreas impróprias, em decorrência da ausência de programas de ocupação do território.

QUADRO 10 - Cenários tendencial e desejado para cada umas das zonas de fragilidade relativa propostas para o Município de Frederico Westphalen.

Zona	Cenário tendencial	Cenário desejado
ZMAF	<p>Decadência da agricultura, fruto do atraso tecnológico e descapitalização dos agricultores</p> <p>Aumento do número de áreas degradadas pelo uso em áreas impróprias para a atividade agrícola</p> <p>Desmatamento e avanço da agricultura em áreas não aptas para este uso</p> <p>Aumento das doenças de veiculação hídrica em decorrência da contaminação dos mananciais com efluentes urbanos, principalmente</p> <p>Valor cênico e de biodiversidade depredado</p> <p>Aquecimento da atividade de mineração e degradação das áreas de entorno</p> <p>Ocupação urbana desordenada em locais com acentuada declividade, não previstos no Plano Diretor.</p>	<p>Utilização dos recursos minerais associada ao turismo e orientada para a preservação dos recursos naturais</p> <p>Atividades de turismo rural implementadas, monitoradas, controladas e, economicamente prósperas</p> <p>Sistemas agroflorestais, orientados para a prática do extrativismo vegetal, implementados e controlados</p> <p>Atividades de extrativistas monitoradas e controladas</p> <p>Recursos florestais e faunísticos adequadamente manejados</p> <p>Patrimônio paisagístico conservado, protegido e recuperado</p> <p>Qualidade dos recursos hídricos monitorada</p> <p>Controle de doenças de veiculação hídrica</p> <p>Efluentes urbanos, industriais e agrícolas adequadamente tratados</p> <p>Serviços ambientais (funcionais) dos ecossistemas mantidos/recuperados</p>
ZMEF	<p>Ocupação indiscriminada dos solos pela atividade agrícola com fortalecimento da monocultura, principalmente da soja e do milho</p> <p>Diminuição drástica da biodiversidade</p> <p>Degradação sem precedentes dos mananciais hídricos, principalmente pela carga de sedimentos acumulada no leito dos rios</p>	<p>Sistemas agroflorestais, orientados para a produção de grãos, implementados e economicamente prósperos</p> <p>Recursos florestais e faunísticos em recuperação e adequadamente manejados</p> <p>Controle dos resíduos e sedimentos provenientes das áreas agrícolas</p> <p>Serviços ambientais (funcionais) dos ecossistemas em recuperação</p> <p>Implantação de oficinas para capacitação e agregação de valor aos recursos minerais com o desenvolvimento da indústria do artesanato e fortificando o turismo regional</p>
ZMAE	<p>Ocupação urbana desordenada em áreas onde a agricultura tem prioridade pela aptidão e proximidade com a área urbana, além de estar sobre a bacia de captação de água</p> <p>Aumento das doenças de veiculação hídrica em decorrência da deficiência do sistema de tratamento de efluentes e da falta de controle, na área urbana, localizada sobre a bacia de captação</p> <p>Perda da qualidade das águas de captação por contaminação com efluentes urbanos e resíduos agrícolas</p> <p>Uso agrícola em APPs e desconhecimento das áreas de reserva legal com influência negativa sobre a qualidade e quantidade de água para abastecimento urbano</p>	<p>Recursos florestais e faunísticos nativos respeitados e em recuperação</p> <p>Criação de áreas de amortecimento entre as áreas agrícolas e as APPs e, claramente definidas e implantadas</p> <p>Mananciais de abastecimento protegidos e monitorados quanto à qualidade e quantidade das águas</p> <p>Efluentes domésticos e agrícolas controlados e doenças de veiculação hídrica erradicadas</p> <p>Ausência de expansão urbana conforme Plano Diretor</p> <p>Atividades educativas mais intensas e permanentemente realizadas, abrangendo todos os moradores da área.</p>
ZURB	<p>Expansão urbana desordenada</p> <p>Desconhecimento e conseqüente desrespeito ao Plano Diretor</p> <p>Agravamento dos problemas de saúde pública decorrente dos problemas de saneamento básico em áreas irregulares</p>	<p>Desocupação das áreas irregulares</p> <p>Saneamento básico compatível com o desenvolvimento sustentável</p> <p>Plano Diretor revisado, implementado e respeitado</p>
ZEUR	<p>Uso agrícola da área</p> <p>Instalação de pequenas chácaras</p>	<p>Saneamento básico adequado e implantado</p> <p>Expansão urbana organizada com base no Plano Diretor</p> <p>Expansão, verticalizada, preservando áreas agrícolas próximas à área urbana</p>

O cenário atual e tendencial, caso a política agrícola não sofra as adaptações necessárias à realidade regional, é de ocupação indiscriminada da terra, independente da aptidão, com perda de biodiversidade seja pela conversão de áreas naturais, degradação do solo em áreas declivosas, ocupação em áreas de solo raso, áreas manejadas de forma inadequada ou pelo acúmulo de sedimentos em mananciais hídricos. No momento é gritante o alto grau de degradação do solo, principalmente em relação ao seu teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, diminuição de sua atividade biológica, fundamental para manter suas características físicas que estão diretamente relacionadas à capacidade de infiltração de água, importante para o abastecimento do lençol freático e, principalmente, por reduzir o volume de enxurrada, que vai refletir na diminuição da erosão.

As APPs e áreas de reserva legal, que correspondem a 20% de cada propriedade, não são respeitadas no âmbito municipal. O tamanho reduzido das propriedades determina, de algum modo, o aumento da pressão sobre as áreas naturais. Entretanto, não existem políticas locais para mudar esta realidade. Modificações na matriz produtiva que permitam obter renda em áreas menores e que ocupem a mão-de-obra devem ser estimuladas. Outra forma de preservar a diversidade biológica seria através da criação de unidades de conservação públicas ou privadas, para compensar a deficiência de áreas naturais.

A ocupação das APPs e áreas de reserva legal tem comprometido a recarga de aquíferos e a qualidade e quantidade de água para consumo urbano e rural, uma vez que os mananciais estão contaminados por sedimentos e resíduos agrícolas, além da descarga diária de efluentes urbanos, diretamente nos mananciais, próxima às nascentes.

O cenário tendencial para a ZMAF se encaminha para um empobrecimento da população cuja atividade econômica está baseada na agricultura, em áreas com grande degradação dos recursos naturais, principalmente do solo, que são a base da sustentação da maioria das famílias e vem sofrendo desgaste acelerado pelo uso em áreas de baixa aptidão agrícola. O desmatamento e a contaminação da água

depreciam o valor cênico da paisagem local, que representa uma das riquezas mais importantes desta zona.

Nas Zonas ZMEF e ZMAE, a tendência de consolidação de monoculturas e apropriação das APPs e áreas de reserva legal compromete a biodiversidade terrestre e aquática, além da qualidade e quantidade de água para abastecimento humano e animal. Este problema é mais grave na ZMAE que, entre outras funções, produz água para abastecimento urbano.

Os cenários desejados foram elaborados dentro do contexto genérico, considerando-se, de um lado, os valores naturais e humanos do território municipal e, de outro, o contexto regional, nacional e global do mundo contemporâneo, uma vez que os bens e serviços naturais atuam como fator de desenvolvimento econômico e social, diferenciando regiões dentro do espaço municipal, pois são a base do processo de desenvolvimento, embora as forças políticas e econômicas nacionais e internacionais tendam a influenciar a dinâmica e o futuro socioeconômico e ambiental de cada lugar, conforme diagnosticado em cada uma das zonas identificadas no Município de Frederico Westphalen.

No momento em que o discurso do desenvolvimento sustentável é discutido de forma generalizada, em nível mundial, visualiza-se como cenário futuro para o Município de Frederico Westphalen, inicialmente, a implementação de um programa de avaliação da aptidão agrícola das terras, atrelada a programas ou políticas agrícolas e de ocupação diferenciados e adaptados para cada zona, proporcionando, desta forma, desenvolvimento econômico, social e ambiental de forma generalizada, independente das características físicas e/ou geográficas de cada zona. É fundamental desatrelar o desenvolvimento econômico da atividade agrícola e desenvolver novas atividades aproveitando as potencialidades naturais de cada zona, promovendo o uso sustentável desses recursos e não a exploração de caráter predatório, predominante no âmbito municipal.

É fundamental que as bacias hidrográficas sejam pensadas de forma integral e que programas de manejo e conservação do solo sejam claramente definidos, incentivados e cobrados, independente da atividade desenvolvida na propriedade. As bacias hidrográficas RPA, LPE, LCH e LMI são cortadas por mais de uma zona de manejo, devendo ser desenvolvidos programas distintos para cada parte da bacia, em função das características de cada zona.

A elaboração de programas direcionados para a recuperação das APPs bem como a definição de políticas claras para a definição e criação de áreas de reserva legal são fundamentais para a preservação dos recursos naturais que, apesar do grau de degradação em que se encontram, ainda são a base de sustentação da maioria da população municipal, seja pela exploração direta ou, principalmente indireta, com a necessidade de água com qualidade e em quantidade.

A fruticultura e agrossilvicultura são atividades que apresentam aptidão em relação às características edafoclimáticas do município. A agrossilvicultura aumenta a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, auxilia na conservação do solo e, principalmente, supre as necessidades da propriedade em madeira e lenha, além de ser uma alternativa de diversificação da renda. A disponibilidade de madeira e lenha em áreas de agrossilvicultura pode resultar na diminuição da pressão sobre as áreas de mata nativa, que devem ser preservadas.

A fruticultura que é beneficiada por microclimas, em relação a outras regiões produtoras e se adapta às características das pequenas propriedades e às condições de solo do município. Precisa, entretanto, ser estruturada e qualificada, principalmente no que diz respeito ao manejo e aos canais de comercialização ou industrialização.

Para o sucesso dessas atividades e o direcionamento do desenvolvimento do município, com base nos princípios da sustentabilidade, é fundamental um trabalho forte de educação ambiental e qualificação dos agentes, com base em trabalhos de

capacitação, que envolvam toda a população. É fundamental que todos entendam o processo e contribuam para a sua construção.

A principal riqueza da ZMAF está relacionada aos recursos naturais que proporcionam um cenário de grande beleza cênica. Esta característica, juntamente com a disponibilidade de pedras preciosas, compõem um quadro favorável para o desenvolvimento do turismo, que deve ser a matriz a ser explorada enquanto que as pedras preciosas devem ser preservadas como atrativo para atrair os turistas, juntamente com as furnas de exploração existentes, uma vez que constituem um recurso natural finito e não renovável.

A agricultura tradicional, baseada em culturas anuais, deve ser substituída por práticas agroflorestais e direcionadas para o extrativismo vegetal, aproveitando-se o potencial de espécies nativas, como a jabuticabeira, erva-mate, além de plantas medicinais aromáticas e condimentares. Todos estes produtos apresentam potencial para agregação de valor em transformações agroindustriais, fundamental, também, para a geração de empregos, quando se pensa no desenvolvimento social, fundamental para alcançar o desenvolvimento ambiental.

Nas zonas ZMEF e ZMAE, a recuperação dos recursos florestais e faunísticos com o restabelecimento de serviços e funções ambientais dos ecossistemas naturais são fundamentais, devendo iniciar principalmente com a recuperação das APPs e áreas de reserva legal, amplamente degradadas. A implantação de sistemas agroflorestais pode contribuir para este processo e, na medida do possível, deve associar a produção de madeira e grãos, que constituem a base da exploração agrícola atual.

Na ZMAE, a criação de áreas de amortecimento é fundamental para melhorar a qualidade e quantidade da água captada para o atendimento urbano. É necessário pensar uma forma de compensação dessas áreas que deixarão de estar disponíveis para cultivo e que têm custos de manutenção pelos proprietários, mas que determinam grandes benefícios para toda a população urbana que depende desta água.

Na ZURB, a revisão do Plano Diretor é necessária para o desenvolvimento de políticas compatíveis com o desenvolvimento sustentável, atendendo, principalmente, à necessidade de saneamento e reorganização ou desocupação de áreas irregulares.

A ZEUR deve estar organizada com base nas diretrizes estipuladas pelo Plano Diretor, para atender às demandas de expansão com qualidade e sem impactos para o entorno, permitindo a preservação de áreas agrícolas nobres, nas proximidades da área urbana.

Considerando-se o ambiente social, econômico e político do Município de Frederico Westphalen, as perspectivas de transformação da realidade municipal direcionam-se para uma qualificação da agricultura familiar, com recuperação da paisagem, criando opções para novas atividades, com forte influência pela transformação de produtos (agroindustrialização) e do turismo.

4.4.4 Diretrizes

A proposta de zoneamento ambiental elaborada para o Município de Frederico Westphalen tem como objetivo estabelecer alguns padrões de qualidade ambiental, que promovam o uso dos recursos naturais dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável. Para tanto, é necessário que estes padrões sejam exigidos e, constantemente, observados por todos os moradores. Outro desafio do zoneamento é chamar a atenção para os padrões de qualidade ambiental exigidos pela legislação ambiental federal, estadual e municipal e que devem ser mantidos e, na medida do possível, discutir e propor novos padrões de qualidade ambiental específicos para a situação de cada zona, sem ferir padrões mais restritivos.

As diretrizes constituem as ferramentas que vão embasar as políticas e programas de desenvolvimento, que devem estar orientados para o município como um

todo ou para cada zona específica, de modo que as características naturais sejam preservadas enquanto que as potencialidades sejam priorizadas.

As diretrizes foram definidas em dois níveis, um de abrangência geral e outro direcionado para cada uma das zonas de manejo propostas para o município. Tanto as diretrizes gerais como as específicas foram elaboradas com base em critérios e princípios estabelecidos a partir do diagnóstico da situação atual.

O estabelecimento das diretrizes gerais e específicas deveria levar em consideração os problemas, potencialidades e limitações ou fragilidades ambientais de cada zona, considerando-se as estratégias de ação, com base legal, dos governos federal, estadual e municipal, além das potencialidades econômicas e sociais destacadas nos cenários tendencial e desejado e dos anseios da sociedade, desde que compatíveis com o desenvolvimento sustentável.

Estas diretrizes, segundo o BRASIL (2001), devem compreender as dimensões físico-territoriais, socioeconômicas e político institucionais. A dimensão físico-territorial compreende as zonas e as diretrizes que auxiliam na ordenação e ocupação do espaço, compatibilizando as ações governamentais com a ocupação e apropriação do território, a partir das potencialidades de uso (inclusive de não uso), as limitações e o desempenho futuro estimado. As diretrizes socioeconômicas propõem-se a promover a melhoria da qualidade de vida e incentivar atividades sustentáveis como uso e ocupação da terra em condições ambientalmente seguras, disciplinar atividades extrativas, além de interiorizar infra-estrutura de apoio à fixação do homem em áreas rurais. As diretrizes político-institucionais constituem a base de sustentação das demais diretrizes, incluindo a responsabilidade pela implementação e fiscalização, bem como o envolvimento de entidades não governamentais e da sociedade em geral.

No momento em que sabemos das dificuldades em conciliar o desenvolvimento sustentável, como prescrito em sua definição, com o desenvolvimento econômico social e ambiental, dado ao avançado estado de degradação das áreas naturais e ao grande número de famílias que precisam obter o sustento nesta área,

propõem-se algumas diretrizes que têm como objetivo encaminhar o desenvolvimento, num sentido amplo e com base em princípios de sustentabilidade. Para isso, é fundamental sensibilizar a todos sobre a necessidade de sermos solidários com todos os habitantes do município, para conseguirmos ser solidários com as gerações futuras e, garantir, no mínimo, as necessidades básicas de cada indivíduo. É necessário o engajamento de todos no sentido de construir um programa social que melhore as condições de emprego, segurança social e os programas educacionais, para que consigamos conciliar o desenvolvimento com a preservação dos recursos naturais (SATO e SANTOS, 1999).

As diretrizes gerais e específicas, para o Município de Frederico Westphalen, estão apresentadas nos QUADROS 11 e 12, respectivamente.

Nestes quadros são apresentadas algumas diretrizes que devem ser implementadas e, na medida do possível, com a participação mais efetiva da sociedade organizada, serem reavaliadas e adaptadas dentro dos princípios da sustentabilidade e aos anseios de todas as classes sociais do Município de Frederico Westphalen.

Inicialmente, está sendo proposto um processo de educação ambiental que deve incluir toda a comunidade, a partir dos agentes de desenvolvimento, famílias e técnicos que atuam na região, no sentido de qualificar as atividades econômicas, aumentando a eficiência no processo produtivo, para, com isso, viabilizar uma redução nas áreas utilizadas e, também, diminuir a pressão sobre os recursos naturais.

É fundamental sensibilizar as pessoas e envolvê-las nos problemas ambientais, uma vez que a maioria das pessoas não entende a íntima relação entre as atividades humanas e o ambiente, seja por ignorância ou por informação inadequada, facilitando a busca de soluções efetivas e para o desenvolvimento e planejamento ambiental (SATO e SANTOS, 1999). Segundo este documento, o processo educacional pode despertar a preocupação ética e ambientalista dos seres humanos, modificando os valores e as atitudes, propiciando a construção de habilidades e mecanismos necessários para o desenvolvimento sustentável.

QUADRO 11 - Diretrizes gerais propostas para o desenvolvimento do Município de Frederico Westphalen-RS.

Proposições	Instrumento			
	Técnico	Legal	Institucional	Econômico-financeiro
Desenvolver um processo de educação dos agentes de desenvolvimento do município através da implementação dos cursos de: Educação não formal de agricultores (família), objetivando a organização; Extensão em desenvolvimento regional para agentes de nível médio; Especialização Lato-Sensu em desenvolvimento regional para agentes de nível superior.	Projeto	Parecer do Conselho Universitário da URI	URI, Conselhos Municipais	Ministério do Desenvolvimento Agrário PRONAF Capacitação Recursos próprios Fundos Municipais
Incentivar o enquadramento de atividades de produção de acordo com as normas exigidas pelo licenciamento ambiental.	Projeto	Legislação Estadual	Secretaria Estadual de Meio Ambiente	Proprietários
Ordenação, via Conselhos Municipais de Agricultura e Meio Ambiente, dos programas de desenvolvimento rural e conservação ambiental.	Estudos Cursos		Prefeitura Municipal, EMATER, URI, EMBRAPA, Governo Estadual, FEPAM, IBAMA, ONGs	Orçamento Municipal, Estadual e Federal (PRONAF Capacitação, PRONAF Florestal)
Incentivar a elaboração e implantação da Agenda 21 municipal.	Estudos	Leis e Decretos	Prefeitura Municipal	FNMA, Orçamento Municipal
Qualificação dos Conselhos Municipais para que sejam mais atuantes.	Cursos Estudo dos regimentos	Leis	Prefeitura Municipal, EMATER, Universidade, ONGs, CODEMAU, Sindicatos	PRONAF Capacitação de Conselheiros Fundos Municipais
Disciplinar o extrativismo vegetal e incentivar atividades como: apicultura, cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, erva-mate e espécies frutíferas nativas.	Estudos		Prefeitura Municipal, EMATER, EMBRAPA, Universidade, ONGs	Orçamento Municipal Orçamento Estadual Recursos particulares
Incentivar o beneficiamento/agroindustrialização dos produtos agrícolas.	Projetos		Prefeitura Municipal Grupos de Produtores Cooperativas	PRONAF Infra-estrutura Recursos próprios Integração entre indústria/comércio/agricultura
Desenvolver estratégias de ação para viabilizar a recuperação das APPs e áreas de reserva legal.	Projetos Educação Ambiental		Prefeitura Municipal, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, IBAMA, ONGs, Ministério do Desenvolvimento Agrário	PRONAF Florestal
Estimular a implantação de uma zona de amortecimento entre as áreas de cultivo e as APPs.	Projetos Cursos		Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Prefeitura Municipal	Recursos próprios PRONAF Florestal
Propor e estimular a averbação de áreas de reserva legal	Estudos Projetos	Leis	Recursos particulares, Fundos Municipais	
Estimular a estruturação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea.	Projeto Cursos de qualificação dos membros		Agência Nacional de Águas Secretaria Estadual de Recursos Hídricos Departamento de Recursos Hídricos	Orçamento Geral da União Fundo Nacional do Meio Ambiente
Promover o desenvolvimento do turismo.	Projeto		Prefeitura Municipal	PRODETUR, Orçamento Municipal Recursos próprios

QUADRO 12 - Diretrizes específicas para cada zona estabelecida para o Município de Frederico Westphalen-RS.

Zona com Maior Fragilidade Ambiental Relativa ZMAF				
Proposições	Instrumento			
	Técnico	Legal	Institucional	Econômico Financeiro
Desenvolver ações de monitoramento/fiscalização de fontes de poluição urbana, industrial e agrícola, principalmente nas áreas de nascente.	Estudos técnicos	Leis e Normas	Prefeitura Municipal, Polícia Ambiental, ONGs	FNMA, Fundos Municipais
Desenvolver mecanismos para o monitoramento da evolução da paisagem na zona e implantar programas de manejo e conservação do solo nas áreas destinadas à agricultura.	Projetos e estudos técnicos		Prefeitura Municipal Universidade	Fundos Municipais Órgãos de Pesquisa Estaduais e Federais
Desenvolver infra-estrutura apropriada ao turismo e educação ambiental, além de estimular e regulamentar estas atividades.	Projetos técnicos		Prefeitura Municipal IBAMA, FEPAM, EMBRATUR	PRODETUR, Recursos particulares
Estimular o enriquecimento de áreas naturais com espécies utilizadas para extrativismo vegetal como erva-mate, plantas medicinais, apicultura etc.	Estudos técnicos		Conselho Municipal da Agricultura, Universidade, EMATER, EMBRAPA	PRONAF Florestal
Estimular a implantação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPNs, divulgando os benefícios para os proprietários rurais.	Projetos	Leis	IBAMA, FEPAM, ONGs	FNMA, Recursos particulares
Desestimular culturas anuais e incentivar culturas permanentes como a fruticultura, erva-mate, plantas medicinais, silvicultura, agrossilvicultura e frutíferas nativas.	Estudos e projetos técnicos		Conselhos Municipais de Agricultura e Meio Ambiente, EMATER, Universidade	PRONAF Recursos particulares
Monitorar e controlar os impactos da suinocultura/avicultura.	Estudos técnicos	Leis e Normas	FEPAM, Secretaria Municipal do Meio Ambiente	Fundos Municipais e Estaduais
Estimular a aqüicultura associada ao turismo rural e à agroindustrialização.	Projetos		Prefeitura Municipal, Universidade	Recursos particulares
Fiscalizar a atividade de mineração de pedras preciosas.	Estudos	Leis	Prefeitura Municipal, FEPAM	Fundos Municipais e Estaduais
Estimular beneficiamento de pedras preciosas e promover o turismo como alternativa à exploração das pedras e preservação do recurso	Projetos Cursos		Prefeitura Municipal Universidade	Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia Fundos Municipais Recursos Particulares
Incentivar o associativismo para a implantação de agroindústrias.	Projetos técnicos		Conselho Municipal da Agricultura, Secretaria Estadual da Agricultura	PRONAF Capacitação Recursos Particulares

Continuação QUADRO 12.

Zona com Média Fragilidade Ambiental Relativa ZMEF				
Proposições	Instrumento			
	Técnico	Legal	Institucional	Econômico-financeiro
Área prioritária para o desenvolvimento da agricultura familiar, privilegiando os sistemas agroflorestais, a fruticultura e a criação de animais em confinamento.	Estudos		Conselho Municipal da Agricultura	PRONAF, Programa de Desenvolvimento da Fruticultura da Metade Norte do Estado, Ministério do Desenvolvimento Agrário
Área prioritária para o desenvolvimento da pecuária de leite.	Estudos		Conselho Municipal da Agricultura, Secretaria Estadual da Agricultura, EMATER, Universidade	PRONAF, Cooperativa Triticola de Frederico Westphalen, Elegê
Desenvolver programa específico para o controle da erosão, baseado em princípios conservacionistas e agroecológicos	Projetos	Leis Municipais	Conselho Municipal da Agricultura	PRONAF
Desenvolver e implantar oficinas para produção de artesanato, derivado das pedras preciosas e/ou produtos coloniais, qualificando-os e organizando a comercialização	Projetos	Leis Municipais	Conselho Municipal da Agricultura, EMATER	PRONAF
Utilização do Rio da Várzea com implementação de infraestrutura para prática de esportes náuticos e aproveitamento da água para irrigação	Projetos	Leis Municipais	Conselhos Municipais do Meio Ambiente, Esportes e Agricultura	PRODETUR, PRONAF
Zona Maior Estabilidade Ambiental Relativa ZMAE				
Proposições	Instrumento			
	Técnico	Legal	Institucional	Econômico-financeiro
Desenvolver ações de monitoramento/fiscalização de fontes de poluição urbana e industrial, principalmente nas áreas de nascente, localizadas na bacia de captação.	Projetos e estudos técnicos		FEPAM, Conselhos Municipais da Agricultura e Meio Ambiente, Polícia Ambiental, ONGs	FNMA, Fundos Municipais
Implantar um programa para recuperação da qualidade ambiental na área da bacia de captação de água, visando à melhoria da qualidade e quantidade de água	Projetos	Leis municipais	Conselhos Municipais da Agricultura e Meio Ambiente	PRONAF
Área prioritárias para o desenvolvimento da agricultura com culturas anuais e permanentes.	Estudos		Conselho Agropecuário, Secretaria Municipal da Agricultura, EMATER	Recursos particulares PRONAF
Estimular a agricultura sustentável e desestimular a utilização de agrotóxicos	Estudos		Conselho Municipal da Agricultura	Recursos particulares

Continuação QUADRO12.

Zona Urbana ZURB				
Proposições	Instrumento			
	Técnico	Legal	Institucional	Econômico-financeiro
Dar continuidade na implantação do sistema de saneamento básico com coleta e tratamento de efluentes domésticos, abrangendo todos os bairros, na área urbana.	Projeto	Legislação Ambiental	Prefeitura Municipal	FNMA Fundos Municipais
Implantar o sistema de coleta seletiva de lixo, na área urbana.	Estudos e projetos	Leis	Prefeitura Municipal e Cooperativas	Fundos Municipais
Rever o Plano Diretor	Estudos, projetos	Leis Municipais	Prefeitura Municipal	Fundos Municipais
Ampliar as áreas públicas destinadas à prática de esportes e lazer com infra-estrutura adequada	Projetos	Leis Municipais	Prefeitura Municipal	Fundos Federais, Estaduais e Municipais
Zona de Expansão Urbana ZEUR				
Proposições	Instrumento			
	Técnico	Legal	Institucional	Econômico-financeiro
Lotear e dotar a área com infra-estrutura de saneamento básico	Projetos	Plano Diretor	Prefeitura Municipal	Fundos Municipais
Prever áreas públicas destinadas à recreação, prática de esportes e demais infra-estruturas comunitárias	Projetos	Plano Diretor	Prefeitura Municipal	Fundos Municipais e outras fontes de fomento
Prever infra-estrutura de atendimento à saúde e à educação	Projetos	Leis	Governo Estadual e Municipal	Fundos Estaduais e Municipais
Estabelecer claramente as políticas de expansão urbana, preservando e aproveitando, ao máximo, esta área	Estudos	Leis	Prefeitura Municipal	Fundos Municipais

É fundamental a criação de mecanismos públicos com incentivos para o enquadramento de atividades de produção industrial ou agropecuária, segundo as normas previstas na legislação ambiental, com sistema de fiscalização, envolvendo a participação comunitária.

A qualificação dos Conselhos Municipais (Agricultura, Meio Ambiente, Educação e Esportes) é necessária para a coordenação dos programas de desenvolvimento, que permitam reestruturar a matriz produtiva, atualmente baseada na produção de grãos e criação de suínos possibilitando alcançar maior especialização em outras atividades além da qualificação do turismo, extrativismo vegetal, agroindustrialização, produtos coloniais e artesanato, aliado à recuperação de APPs e áreas de reserva legal, com programas adaptados para o município.

Todos estes programas devem estar calcados em um programa maior de educação ambiental, com subprogramas específicos e dirigidos para a realidade de cada uma das zonas estabelecidas para o Município de Frederico Westphalen. Estes programas devem ser dirigidos à população por todos os meios de comunicação disponíveis e possíveis no âmbito municipal.

As diretrizes específicas contemplam particularidades referentes a cada uma das zonas ambientalmente distintas, e procuram organizar os programas de desenvolvimento de acordo com as potencialidades naturais de cada zona, que devem ser priorizadas.

Na ZMAF as potencialidades naturais estão associadas à beleza cênica da paisagem, dos recursos hídricos e do subsolo onde se encontram pedras preciosas.

As diretrizes específicas para esta zona contemplam programas de recuperação de áreas naturais além das APPs e áreas de reserva legal, com a qualificação do extrativismo vegetal. A substituição das culturas anuais, que constituem a matriz produtiva atual, por culturas permanentes, incluindo a silvicultura,

agrossilvicultura, fruticultura, plantas medicinais, aromáticas e condimentares, é fundamental para o desenvolvimento desta área.

O turismo representa a principal atividade que pode dar sustentação econômica à população local, sendo necessária a implementação de programas de inclusão de agricultores e trabalhadores das minas, desenvolvendo a indústria de produtos coloniais e artesanato, para que estas pessoas não sejam excluídas do processo de desenvolvimento.

É necessário criar um programa específico para fiscalizar e controlar fontes de poluição que comprometem a qualidade da água e o valor cênico da paisagem, principalmente os focos de origem urbana, industrial e da suinocultura, que representam os principais riscos a impactos.

A ZMEF é a área do município prioritária ao desenvolvimento da agricultura familiar, juntamente com o aperfeiçoamento de produtos coloniais, produção de artesanato, principalmente derivado da exploração de pedras preciosas, praticado em pequena escala nesta zona.

Um melhor aproveitamento da mão-de-obra e dos grãos produzidos na zona pode ser obtido com o fortalecimento da pecuária leiteira, suinocultura, avicultura, além da criação de pequenos animais.

O Rio da Várzea apresenta grande potencial para o desenvolvimento econômico da região com a criação de estruturas organizadas e qualificadas para a prática de esportes náuticos, além do aproveitamento da água para irrigação, que pode ser implementada nas áreas localizadas próximas às margens, qualificando a produção familiar e contribuindo para diminuir a dependência do município de outras regiões produtoras para o abastecimento, principalmente, em hortifrutigrangeiros.

A ZMAE é a que apresenta melhores condições para o desenvolvimento de culturas anuais, podendo receber estímulos nesta área. Entretanto, a principal potencialidade da parte sul desta zona é a produção de água para abastecimento urbano.

Nesta área, é fundamental o desenvolvimento de programas que estimulem as práticas agroecológicas e desestimulem a utilização de agrotóxicos.

Programas de fiscalização e controle de fontes de contaminação devem ser implementados, no sentido de melhorar a qualidade da água consumida na zona urbana. Este programa deve estar vinculado a programas específicos de melhoria da qualidade ambiental na área da bacia, com criação de bônus, dentro do possível, para incentivar a participação de todos os proprietários de terras nesta área, considerando que o benefício será de toda a população urbana.

Na zona urbana, é urgente revisar e atualizar o Plano Diretor, com base em princípios modernos de sustentabilidade e procurando integrar a área urbana ao seu entorno, diminuindo o contraste e minimizando os impactos, conforme a legislação moderna.

Infra-estruturas públicas para a prática de esportes e lazer precisam ser melhor estruturadas, além de criar novos espaços, uma vez que os existentes estão muito aquém de atender às necessidades, principalmente da população de baixa renda, que não tem como se deslocar aos locais onde esta infra-estrutura existe ou não tem condições de pagar o valor cobrado para usufruir de tais instalações.

A conclusão das obras de saneamento básico e dos sistemas de tratamento de efluentes deve ser viabilizada, além de implantar um sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos, visando à melhoria da qualidade ambiental, não apenas da ZURB, mas de todas as zonas do município.

A ZEUR deve ser loteada, prevendo espaços para instalação de infra-estruturas públicas que garantam sua auto-suficiência em áreas verdes, praças de esportes, escolas, postos de saúde, etc, com saneamento básico e sistema de tratamento de efluentes. As políticas de expansão, por outro lado, devem ser muito claras e previstas no Plano Diretor de modo a atender às necessidades do município e oferecer melhor qualidade de vida que a existente na área urbana já implantada.

5. CONCLUSÕES

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) permitiu obter um conjunto de informações georreferenciadas, com base nas quais foi possível caracterizar os elementos estruturais da paisagem do Município, facilitando a análise e compreensão da estrutura e alguns processos funcionais dos ecossistemas, possibilitando a elaboração de uma proposta de zoneamento ecológico-econômico para Frederico Westphalen – RS.

A caracterização e a análise ambiental do Município de Frederico Westphalen possibilitaram evidenciar que o avançado estágio de degradação das áreas naturais no âmbito municipal, bem como de empobrecimento dos agricultores, estão associados as políticas agrícolas nacionais e estaduais que, ao longo do tempo, apresentaram maiores incentivos para os produtos de exportação, geralmente culturas extensivas, destinando linhas de crédito facilitado e assistência técnica que determinaram grandes modificações no setor primário do município, que é caracterizado, fundamentalmente, pela agricultura familiar, praticada em pequenas propriedades.

A análise dos dados referentes aos riscos ambientais aos componentes solo e água no que diz respeito a erosão no âmbito Municipal, demonstram que existem 7.805 ha de terra sendo utilizados com culturas anuais em áreas com mais de 20% de declividade. Alheio a isso, a análise da alteração nos usos da terra no período de 1984 a 1999 revelou um aumento de 10,98% nas áreas agrícolas, que se expandiram, principalmente, sobre áreas de pastagem e, atualmente, estão ocupadas por culturas anuais, onde a soja e o milho são as espécies mais importantes, em relação a área ocupada por cada uma das culturas agrícolas.

Na suinocultura, a falta de enquadramento, em relação à legislação ambiental, constitui um grave risco de contaminação e degradação do meio ambiente no

meio rural, pela possibilidade de infiltração de resíduos no solo e contaminação do lençol freático.

Em relação as áreas de pastagem, observou-se uma redução das mesmas, contrastando com o aumento no rebanho bovino observado no mesmo período, no município. Isto tem determinado um aumento na pressão de pastejo nas áreas remanescentes que, com o tempo pode afetar a qualidade da pastagem, interferindo na produção de massa seca, composição botânica e persistência da mesma. As áreas estão sujeitas ao sobrepastoreio e, conseqüentemente, perda de biodiversidade, erosão e degradação do solo, uma vez que a quantidade de biomassa residual não é suficiente para manter a estrutura das pastagens que, com muita freqüência, estão localizadas nas áreas mais declivosas das propriedades, onde o processo erosivo pode ser potencializado.

Em relação às áreas naturais, os fragmentos de vegetação existentes na paisagem são remanescentes de vegetação nativa, classificada como floresta estacional decidual, em diferentes estágios de sucessão e com a estrutura alterada pela retirada seletiva de madeira ou pelo acesso de animais domésticos. No período estudado foi possível observar uma pequena redução nas áreas naturais nas bacias hidrográficas LCA e LPE, enquanto que nas demais não foi observado um padrão de alteração expressivo, permitindo concluir que perdas significativas de áreas naturais, por desmatamentos, ocorreram antes de 1984.

Após 1984 foi possível concluir que a perda de qualidade de habitat, foi mais importante que a perda em superfície, considerando-se o aumento na fragmentação, diminuição no número e tamanho das áreas de interior e pelo aumento da distância entre áreas adjacentes, além do aumento da percentagem da área ocupada pela matriz, que, neste caso, é a agricultura.

A situação atual do município, obtida com base na caracterização ambiental, representa o cenário atual dentro de um processo dinâmico, que se modifica constante e continuamente com o tempo em resposta ao processo de desenvolvimento,

constituindo o cenário tendencial. A análise destes cenários permitiu identificar os serviços ambientais bem como os diversos graus de impactos, auxiliando no entendimento das limitações dos sistemas ambientais ao longo do tempo.

Com base nesta análise foi possível estabelecer o zoneamento ambiental, que utilizou a Análise dos Impactos Cruzados e a Análise Lógica Intuitiva, que separou o município em cinco zonas que apresentam grau de fragilidade ambiental distinta. O grau de fragilidade, conforme foi evidenciado na caracterização ambiental de cada uma das zonas, está diretamente relacionado com a movimentação do terreno (geomorfologia) e com os usos do solo.

A análise de cada uma das zonas permitiu espacializar a evolução do processo de degradação ambiental em relação ao uso dos recursos naturais decorrentes das atividades econômicas predominantes e, com base nesta análise, procurou-se identificar e espacializar as tendências das dinâmicas regionais da produção econômica, dos conflitos de uso e das condições de vida da população, direcionando para um cenário desejado.

Este processo de interpretação, análise e proposição de diretrizes mostrou-se importante para o Município de Frederico Westphalen, no momento em que o discurso do desenvolvimento sustentável é discutido de forma generalizada, em nível mundial, porque permitiu visualizar, como cenário futuro, inicialmente, a implantação de um programa de avaliação da aptidão agrícola das terras, atrelada a programas ou políticas agrícolas e de ocupação diferenciados e adaptados para cada zona, proporcionando, desta forma, desenvolvimento econômico, social e ambiental de forma generalizada, independente das características físicas e/ou geográficas de cada zona sendo fundamental desatrelar o desenvolvimento econômico da atividade agrícola exclusiva e desenvolver novas atividades, aproveitando as potencialidades naturais de cada zona, promovendo o uso sustentável desses recursos e não a exploração de caráter predatório, predominante no âmbito municipal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, et al. **Glossário de Ecologia**. São Paulo: Publicação ACIESP, n° 103, 1997. São Paulo – SP. 352p.

ALMEIDA, J.R.; MARQUES, T.; MORAES, F.E.R.; BERNARDO, J. **Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2 ed. Rio de Janeiro. Thex Ed. Biblioteca Estácio de Sá. 1999. 180 p.

ARES, J.; BERTILLER, M.; VALLE, H.D. Functional and structural landscape indicators of intensification, resilience and resistance in agroecosystems in southern Argentina based on remotely sensed data. **Landscape Ecology**. Netherlands. Kluwer Academic Publishers. V. 16 p. 221-234. 2001.

BATTISTELLA, M.V. **Painéis do Passado: a historia de Frederico Westphalen em sessenta quadros de literatura amena**. Frederico Westphalen-RS. Brasil. Gráfica Marin, Ltda, 1969. 245p.

BERTOL, I; COGO, N.P. **Terraceamento em sistemas de preparo conseracionista de solo: Um novo conceito**. Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- NRS-SBCS, Boletim Técnico, n°1, Lages – SC. 1996. 41p.

BLANCO JORGE, L.A.; GARCIA, G.J. A study of habitat fragmentation in southeastern Brazil using remote sensing and geographic information systems (GIS). **Forest Ecology and Management**. Elsevier Science. V. 98, p. 35-47. 1997.

BRASIL, Decreto - lei n° 4.771/65 de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal Brasileiro**. Disponível em <<http://www.ipef.br/legislacao/codigo.html>> e <<http://www.ipef.br/legislacao/codigo-conama.html>>. Acesso em 26 julho de 2002.

BRASIL / MMA / SDS. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba: Subsídios Técnicos. Relatório Final**, Brasília, MMA/SDS. 2002. 92 p.

BRASIL / MMA / SDS. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. Brasília, MMA/SDS, 2001. 110 p.

BRASIL-MA-DMPA-DPP. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. In-*Boletim Técnico*, 30. Recife, 1973. 431 p.

CALLENBACH, E. **Ecologia: um guia de bolso**. Tradução AZEVEDO D. de A. São Paulo. ed. Peirópolis Ltda, 2001. 220p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo – SP. 1999. 236p.

COSTA, S. de S. M. da. **Caracterização ambiental da reserva extrativista Chico Mendes (Acre – Brasil): Subsídio ao plano de manejo**. 2000. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CRISCUOLO, C.; VASCONCELOS, C.H.; SILVA, J. dos S.V. da. Uso e ocupação da terra em 1965 e 1998. In: ESPINDOLA, E.L.G.; SILVA, J.S.V.; MARINELLI, C.E.; ABDON, M.M. **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar**. São Carlos-SP, Brasil, RIMA. 2000. p. 104-113.

CRUZ, S.H.R. et.al. Gestão ambiental de Cachoeira das Emas. In: VIII SEMINÁRIO DE REGIONAL DE ECOLOGIA. 1998, São Carlos – SP, **Anais**. São Carlos, EdUFSCar. 1998. p. 713-728.

DE GROOT, R. S. **Functions of nature:** evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wageningen, Netherlands. Wolters-Noordhoff. 1992. 315 p.

DNAEE-EESC. Bacia experimental Rio Jacaré-Guaçu. São Carlos, EESC-USP. 1980. 114p.

DSG - DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO BRASILEIRO. 1979. Folha SG.22-Y-C-II-3MI-2885/3 – Frederico Westpahlen.

_____ 1979. Folha SG.22-Y-C-II-1MI-2885/1 – Iraí.

_____ 1979. Folha SG.22-Y-C-II-4MI-2885/4 – Planalto.

EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows:** Introdução e exercícios tutoriais. Editores da versão em português, HEINRICH HASENACK & ELISEU WEBER. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Recursos Idrisi. Porto Alegre-RS. 1998.

ELETROSUL-Centrais Elétricas do Sul do Brasil-SA. **Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai:** Estudo de Inventário Hidroenergético. CNEC. Apêndices I e II. 1979.

EMBRAPA. **Laboratório de Agrometeorologia.** Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/agromet/cli_pf4.html>. acesso em: 28 de julho 2002.

EMBRAPA. **Impacto agroambiental:** Perspectivas, problemas e potencialidades. QUIRINO, T.R.; IRIAS, L.J.M.; WRIGHT. J.T.C. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo. EMBRAPa Environment. 1999. 184p.

EMBRAPA. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. 3 ed. rev. – Rio de Janeiro. EMBRAPA/CNPS. 1995. 65p.

ESPINDOLA, E.L.G. **O Rio Monjolinho:** Um estudo de caso. In: ESPINDOLA, E.L.G.; SILVA, J.S.V.; MARINELLI, C.E.; ABDON, M.M. **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho:** uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos-SP, Brasil, RIMA. 2000. p. 36-40.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **PIB municipal do Rio Grande do Sul referente aos anos de 1995, 1996, 1997.** CD-ROM 12 pol. Windows 95.

FIALHO, P. Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM, Critérios técnicos locacionais e características das áreas de criação de suínos, de acordo com a legislação ambiental. Apostila. 5 p. Comunicação pessoal.

FLORES, A.J. **A matriz produtiva agrícola de um município:** O caso de Frederico Westphalen-RS. 2002. 104 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul-RS.

FRANCO, M.A.R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável.** Annablume Editora. São Paulo. 2001. 296p.

GUSTAFSON, E.J. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art? **Ecosystems.** V. 1. p.143-156. 1998.

HAGAN, J.E.; EASTMAN, J.R.; AUBLE, J. **CartaLinx the spatial data builder users guide.** Cclark University, 1998.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Gerenciamento de bacia hidrográfica:** Aspectos conceituais e metodológicos. ANTÔNIO EDUARDO LEÃO LANNA. Brasília, DF. 1995. 171p. (Coleção meio ambiente).

IBGE. **Censo 2000**. Disponível em: <site <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>>. Acesso em: julho 2002.

IBGE. **Censo 1996**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: setembro 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Coleção de Monografias Municipais- Frederico Westphalen, RS**. Nova série, nº 448. 1985. 16 p.

LÓPEZ, E.; BOCCO, G. ; MENDOZA, M.; DUHAU, E. Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. Acase in Morelia city, México. **Landscape and Urban Planning**. Elsevier. V. 55, p. 271-285. 2001

MAPINFO PROFESSIONAL. **Guia do Usuário**. MapInfo Corporation, Troy, New York. 1998.

McGARIGAL, K. & MARKS, B.J. **Fragstats**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. U.S. Forest Service General Technical Report PNW: 351. Portland, OR USA. 1995.

MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do Pessegueiro**. EMBRAPA – SPI, Brasília - DF. EMBRAPA – CPACT, Pelotas - RS. 1998. 350 p.

MISSIO; E., et. al. Caracterização e diagnóstico ambiental de unidades da paisagem para o manejo de bacias hidrográficas. Caso de estudo: Bacias da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. (no prelo).

MISSIO, E.; TONIAL, T.M; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; HENKE-OLIVEIRA, C.; RUBERT, C.; & MOSCHINI, L. E.. Caracterização ambiental de unidades da paisagem da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: I FÓRUM DE DEBATES ECOLOGIA DA PAISAGEM E PLANEJAMENTO AMBIENTAL. Rio Claro - SP. Sociedade de Ecologia do Brasil. 2000. 1 CD-ROM. Windows 95

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, V.32, n°1, p.127-132, 2002.

NASCIMENTO, P.C. & LOMBARDI NETO, F. Razão de perdas de solo sob cultivo de três leguminosas. **R. Bras. Ci. Solo**, V. 23, n° 1. p. 121-125, 1999.

OBARA, A.T. et. al. Valoração contingente de Unidades de Conservação. Caso de Estudo: Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP).. In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. **Estação Ecológica de Jataí: Estudos Integrados em Ecossistemas**. São Carlos-SP. RiMa. 2000. V. 1, p. 95-120

ODUM, E. P. **Ecologia**. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro – RJ. 1988. 434 p.

OLIVEIRA, E. Características e uso fertilizante do esterco suíno. IAPAR. Londrina.1994. 24p. (Circular 83).

O'NEILL, R. V. et.al. Indices of landscape pattern. **Landscape Ecology**. SPB-Academic Publishing, The Hague. V. 1, n°3, p. 153-162. 1988

PAN, D.; DOMON, G.;MARCEAU, D.; BOUCHARD, ^a Spatial pattern of coniferous and deciduous forest patches in na Eastrn North América Agricultural landscape: the influence of land use and physical attributes. **Landscape Ecology**. Netherlands. Kluwer Academic Publishers. V. 16, p. 99-110. 2001.

PAN, D.; DOMON, G.; BLOIS, S.; BOUCHARD, A. Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape phisical atributes. **Landscape Ecology**. Netherlands. Kluwer Academic Publishers. V. 14, p. 35-52. 1999.

PARANHOS FILHO, A.C., et.al. Proposta para análise multitemporal do uso do solo no Pantanal Mato-Grossense. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba. Ed. UFPR. n°. 46, p. 123-130, 1998.

PINTO, L.F.G.; CRESTANA, S. Análise dos agroecossistemas da região de São Carlos. In: VIII SEMINÁRIO DE REGIONAL DE ECOLOGIA. 1998, São Carlos – SP, **Anais**. São Carlos, EdUFSCar. 1998. p. 691-704.

PIRES, A.M.Z.C.R.; SANTOS, J.E. & PIRES, J.S.R.. Caracterização e diagnóstico ambiental de uma unidade da paisagem. Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio. In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. **Estação Ecológica de Jataí - Estudos Integrados em Ecossistemas**. São Carlos-SP. RiMa. 2000. V. 1, p. 1-26.

PIRES, A.M.Z.C.R., **Elaboração de um banco de dados digitais gerenciados como subsídio ao planejamento e manejo de uma unidade de conservação – Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, São Paulo)**. 1994. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E.; DEL PRETTE, M.E., A utilização do Conceito de Bacias Hidrográficas para a Conservação de Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI & CAMARGO. **Conceitos de Bacias Hidrográficas, Teorias e Aplicações**. Capítulo 1, Ed. Editus, ISBN 857455053-1, 2002

PIRES, J.S.R. et.al. Abordagem metodológica para identificação e manejo de fragmentos de áreas naturais. In: VIII SEMINÁRIO DE REGIONAL DE ECOLOGIA. 1998, São Carlos – SP, **Anais**. São Carlos, EdUFSCar. 1998. p. 571-584.

PIRES, J.S.R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: Abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio**

– SP. 1995. 194f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. Bacias hidrográficas: Integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**. SBPC. V. 19, n°. 110, p. 40-45. 1995.

PIRES et. al. **Siga Rumo ao desenvolvimento sustentado**: Um sistema de gerenciamento para o município. no prelo.

PORTELA, J. N. et. al. Indicadores de desempenho zootécnico observados nas unidades de produção familiar associadas à Cooperativa dos Produtores de Leite de Santa Maria (COOPROL), RS. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, V. 32, n°.3, p.485-491. 2002

RAMPAZZO, S.E.; SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R.; HENKE-OLIVEIRA, C. ; RIGO, C.P.; MOSCHINI, L.E. Caracterização ambiental da unidade de conservação da Região Alto Uruguai - Marcelino Ramos (RS). In: I FÓRUM DE DEBATES ECOLOGIA DA PAISAGEM E PLANEJAMENTO AMBIENTAL. Rio Claro - SP. Sociedade de Ecologia do Brasil. 2000. 1 CD-ROM. Windows 95

REITZ, P.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do sul. Porto Alegre. s/d. n° pág.

RIBEIRO, F. L. et. a.l. Uso da Terra do Alto Rio Pardo, obtido a partir da Análise Visual. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONESUL. 1999, Santa Maria, **Anais**. Santa Maria. Imprensa Universitária-UFSM. 1999. p.75-81.

RIZZATTI, M.E.C. **Aspectos significativos da história de Frederico Westphalen**. Gráfica Marin. Frederico Westphalen, RS. 1996. 338 p.

ROCHA, O.; PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E.S. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPINDOLA, E.L.G.; SILVA, J.S.V.; MARINELLI, C.E.;

ABDON, M.M. **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolino: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar.** São Carlos-SP, Brasil, RIMA. 2000. p.1-16.

ROSSATO, J. Produção de frutas torna propriedade mais produtiva e rentável. **O AltoUruguai**, p.1, 07 Dez. 2002.

RUBERT, C. **Geoprocessamento no diagnóstico e espacialização de fontes poluidoras por carga de dejetos de suínos.** 2003 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

SANTOS et.al. The value of the ecological station of Jataí's ecosystems services and natural capital. **Revista Brasileira de Biologia.** V.61 n°2. p.171-190. 2001.

SANTOS, J.E.; et.al. Os valores dos serviços dos ecossistemas e do capital natural da Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP).. In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. **Estação Ecológica de Jataí - Estudos Integrados em Ecossistemas.** São Carlos-SP. RiMa. 2000. V. 1, p. 95-120.

SATO, M.; SANTOS, J. E. **Agenda 21: em Sinopse.** São Carlos, EdUFSCar. 1999. p.60.

SANTOS et. al., Funções ambientais e valores dos ecossistemas naturais – Estudo de Caso: Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP). In: VIII SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA. V. VIII, 1998, São Carlos – SP. **Anais.** São Carlos: EdUFSCar, 1998. p. 541-569.

SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. **Inventário florestal Contínuo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, RS. 2002. p.14.

SEMA. **Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. <<http://www.perfuradores.com.br/legislacao.htm>> Acesso em: Setembro 2002.

SILVA, J.dos S.; ABDON, M. de M.; PARANAGUA, P.A. Remanescentes de vegetação. In: ESPINDOLA, E.L.G. et. al. **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolino**: Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. 2000. São Carlos – SP. Rima. 2000. p. 77-87.

STR – Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Planalto. A Fruticultura como nova alternativa para as famílias rurais. **O Alto Uruguai**, p.3, 07 dez. 2002.

STR – Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Planalto. Inicia safra de uva com previsão de serem colhidas 300 toneladas. **O Alto Uruguai**, p.3, 07 dez. 2002.

TOMMASI, L.R. Estudo de impacto ambiental. São Paulo – SP. Terragraph Artes e Informática. 1993. 354.

TONIAL, T.M. **Dinâmica da paisagem na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do sul**. 2003. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

TONIAL, T.M.; MISSIO, E.; SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R.; HENKE-OLIVEIRA, C.; RITTERBUCH, M.A.; ZANG, N.; MOSCHINI, L.E. Uso e ocupação do solo de unidades da paisagem da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: I FÓRUM DE DEBATES ECOLOGIA DA PAISAGEM E PLANEJAMENTO AMBIENTAL. Rio Claro - SP. Sociedade de Ecologia do Brasil. 2000. 1 CD-ROM. Windows 95.

TURCHETTO, A.C.; SOMAVILLA, L.L.; ZECCA, A.G.D. Avaliação de cultivares de rosáceas frutíferas na região do Médio Alto Uruguai, RS. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FREUTICULTURA. Belém – PA. 2002. 1 CD-ROM. Windows 95.

VOLOTÃO, C.F. de S. **Trabalho de análise espacial**: Métricas do Fragstats. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1998. 45 f. Apostila.

ZANIN, E.M. **Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque Municipal Longines Malinowski. Erechim – RS.** 2002. 163 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

7. APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Definições e limites de áreas de preservação permanente - Resolução conama nº 303, de 20 de março de 2002

A Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente e, considera as áreas de preservação permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumento de relevante interesse ambiental, para o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações. Constituem-se como Área de Preservação Permanente as áreas situadas:

I – em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal com largura mínima de:

- a) trinta metros para o curso d'água com menos de 10 metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para cursos d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para cursos d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para cursos d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II – ao redor de nascentes ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III – ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa lateral será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

- V – no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir das curvas de nível correspondentes a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;
- VI – nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;
- VII – em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;
- VIII – nas escarpas e nas bordas de tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;
- IX – nas restingas:
- a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;
 - b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;
- X - em manguezal, em toda a sua extensão;
- XI – em duna;
- XII – em altitudes superiores a mil e oitocentos metros, ou, em estados que não tenham tais elevações, a critério do órgão ambiental competente;
- XIII – nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;
- XIV – nos locais de refúgio ou de reprodução de exemplares da fauna ameaçados de extinção que constem na lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;
- XV – nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

APÊNDICE 1 - Critérios utilizados pela FEPAM para licenciamento ambiental da Suinocultura no Rio Grande do Sul (FIALHO (2002), comunicação pessoal).

Os locais destinados à criação, abrangendo toda a infra-estrutura necessária, bem como os locais de aplicação dos resíduos devem obedecer aos seguintes critérios:

1. As áreas devem ser de uso rural e estarem em conformidade com as diretrizes de zoneamento do município.
2. A área de criação deve situar-se a uma distância mínima de cursos d'água, fixada pela FEPAM, de acordo com o tipo de criação, número de animais e as características ambientais da região.
3. A distância mínima de núcleos populacionais das áreas de criação será fixada pela FEPAM, de acordo com o zoneamento da região e a direção predominante dos ventos.
4. A localização da área de criação bem como das estrumeiras, em relação às habitações de terrenos vizinhos deverá obedecer ao seguinte distanciamento mínimo:

nº animais	distância (m)
até 50	100
50 – 160	200
160 – 400	300
acima de 400	400

5. A(s) áreas(s) de aplicação deve(m) situar-se a uma distância mínima de 50 m de qualquer coleção hídrica.
6. A(s) área(s) de aplicação deve(m) estar localizadas a uma distância mínima de 50 m de habitações de terrenos vizinhos e da frente de estradas.
7. Na localização das construções para criação dos animais e armazenagem e/ou tratamento dos dejetos, deve ser considerada a direção predominante dos ventos na região, de forma a impedir a propagação de odores para núcleos populacionais mais próximos.

8. As florestas e demais formas de vegetação natural, situadas às margens dos cursos d'água próximos aos locais de criação de animais e de aplicação do resíduo, devem ser protegidas conforme as condições estabelecidas no Código Florestal Federal.

As características das áreas de criação de suínos devem obedecer aos seguintes critérios:

- 1.1. Todos os estabelecimentos devem ter estrumeiras de capacidades compatíveis com o número de animais.
- 1.2. Toda a criação de suínos, em sistema de confinamento ou misto, deve situar-se a uma distância mínima, em relação a qualquer corpo hídrico (exceto açudes construídos), de acordo com o nº de animais da criação, conforme tabela abaixo:

Obs.: Uma matriz corresponde, em média, a 8 animais.

nº matriz	distância mínima
Até 10	50
11 – 25	100
26 – 50	150
51 – 100	200
101 – 300	250
151 – 200	300
301 – 400	400
401 – 500	450
501 – 600	500
601 – 1000	650

- 1.3. Quando a criação de suínos for ao ar livre, a área mínima necessária por matriz é de 1000 m². Estas criações devem ser instaladas em áreas:
- 1.3.1. Com declividade inferior a 5%.
- 1.3.2. De solos não muito argilosos, com boa drenagem interna.
- 1.3.3. Distantes, no mínimo, 100 m de cursos d'água superficiais.

O manejo dos resíduos deve constar obrigatoriamente do seguinte:

1. As construções ou estruturas para armazenagem e/ou tratamento (estrumeiras, depósitos e instalações para tratamento) dos resíduos devem observar os seguintes aspectos:
 - 1.1 Serem dimensionadas de acordo com o plano de retirada e distribuição dos resíduos, no caso de estrumeiras. Obs.: Estas estruturas são obrigatórias, não constituindo, as mesmas, um sistema de tratamento de dejetos.
 - 1.2 Possuírem dispositivos de segurança como cobertura e proteção contra vazamentos (no caso de resíduo líquido), para evitar, em situação de emergência, a contaminação das águas da região.
 - 1.3 Serem impermeabilizadas para evitar a contaminação das águas subterrâneas, no caso de valas construídas no solo.
 - 1.4 Serem instaladas em áreas onde o lençol freático esteja a, pelo menos, 1,5 m da superfície do solo, na situação crítica de maior precipitação pluviométrica.
 - 1.5 Utilizarem procedimentos que evitem a propagação de odores e dispersão de poeiras.
 - 1.6 Utilizarem mecanismos que evitem a proliferação de moscas, mantendo as condições de higiene das instalações, tais como: vedação de frestas no local de criação; uso de canaletas de coleta que permitam o escoamento total dos resíduos para o depósito; limpeza constante das canaletas e evitar a permanência de bordas livres nas estruturas de armazenamento e/ou tratamento.
2. Os equipamentos de coleta e transporte dos resíduos até a área de disposição devem ser dotados de dispositivos que impeçam a perda de material.

Quanto ao tratamento e disposição final devem ser seguidos os seguintes critérios:

1. É proibido o lançamento dos resíduos gerados na suinocultura e avicultura “in natura” em corpos hídricos.
2. O efluente final gerado, no caso de tratamento dos resíduos, poderá ser lançado em cursos d’água, desde que sejam atendidos os padrões de emissão fixados pela FEPAM.

3. No caso de utilização do solo para o cultivo de pastagens, olericultura e outras culturas alimentares, cuja parte comestível se desenvolva rente ou sob o solo, os resíduos devem ser tratados anteriormente à aplicação, para eliminação de patógenos.
4. No caso da utilização dos resíduos de suínos em piscicultura, usar somente animais saudáveis, sob controle sanitário.

No caso da aplicação dos resíduos no solo com o objetivo de aproveitar o potencial fertilizante, a área de aplicação deve apresentar as seguintes características:

1. Utilizar solos com boa drenagem interna, não sujeitos à inundação periódica.
2. Os solos devem ter, preferencialmente, textura média e profundidade igual ou superior a 50 cm.
3. Usar terraços comuns em áreas com declividade de 2 a 5%.
4. Usar terraços de absorção em áreas com declividade de 5 a 15%, com cobertura contínua do solo.
5. Não aplicar em áreas com declividade superior a 15%.
6. No caso de plantio direto, quando forem utilizados resíduos não estabilizados e resíduos líquidos, aplicar em valas ao lado de linhas de semeadura.
7. Quando forem utilizadas outras formas de plantio, deve ser feita a incorporação imediata destes resíduos.
8. O lençol freático deve estar a, pelo menos, 1,5 m da superfície do solo, na situação crítica de maior precipitação pluviométrica.