

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE -
REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - RS**

ADRIANA DE FÁTIMA PENTEADO

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a NINA SIMONE VILAVERDE MOURA FUJIMOTO

PORTO ALEGRE, SETEMBRO DE 2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE -
REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - RS**

ADRIANA DE FÁTIMA PENTEADO

Orientadora: Prof^a. Dr^a Nina Simone Vilaverde Moura Fujimoto

**Banca Examinadora : Prof^a. Dr^a. Chisato Oka - Fiori
Prof. Dr. Nelson Gruber
Prof. Dr. Sérgio Florêncio de Souza**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Geografia como requisito para obtenção
do Título de Mestre em Geografia.**

Porto Alegre, setembro de 2006

Dedico este trabalho a todos os cientistas do nosso país que, apesar das dificuldades, trabalham para o crescimento e para a melhoria das condições de vida da nossa sociedade.

ARROIO KRUZE

*Das entranhas da terra... eis você!
Puro...cristalino...necessário...
Cortando vales vem trazendo a vida.
Outros a você se unem,
Tornando mais caudaloso seu curso.
Com sua simplicidade inspira paz
Como é sereno te ver passar...
Teus meandros guardam mistérios de outros tempos...
Mas nem por ser belo
Deixa de sofrer...
Eis que muda de cor
Não vejo mais através de ti
Adquire um cheiro que não te pertence
Pelo pouco verde que ainda te protege
erode, assoreia, incha
Já não reconheço teus encantos
Tua presença não é bem quista
Paga por erros que não são teus...
E agora querem te esconder!
Quem seria capaz de atitude tão nefasta?*

AUTORA: ADRIANA PENTEADO

AGRADECIMENTOS

São inúmeras as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, inclusive aquelas que no passado cooperaram para o meu crescimento profissional, dessa forma, citar todos os nomes seria tarefa difícil, assim, os agradecimentos seguem uma linha geral.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade em cursar o Mestrado nesta instituição, pública, gratuita e de grande respeitabilidade científica.

A CAPES, pela concessão da bolsa, o que me permitiu dedicação exclusiva a este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS, incluindo todos os professores e funcionários, com agradecimento especial a secretária Zélia.

À Prof^a. Dr^a. Nina Simone Fujimoto Vilaverde pela orientação deste trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Chisato Oka-Fiori da Universidade Federal do Paraná, que foi minha orientadora dos tempos de Graduação, especialmente convidada para compor a banca de defesa deste trabalho.

Ao meu companheiro Sandro Henrique Petry, pela grande contribuição para o início desta empreitada, pelo acompanhamento em saídas de campo e revisão ortográfica deste trabalho.

À Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN, em especial, aos funcionários da Cartografia e do Geoprocessamento.

A FEPAN pelo fornecimento de documentos sobre o arroio Kruze.

Ao pesquisador Emílio Diniz, por ter disponibilizado materiais sobre o arroio Kruze.

Ao Antonio “Índio” por ter me auxiliado na escolha da área de estudo.

As prefeituras municipais de São Leopoldo, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul.

À Ana Paula do Setor de Planejamento da Prefeitura Municipal de Sapucaia do Sul.

Aos professores e técnicos do departamento de Geodésia da UFRGS, professores Sérgio, Dani, Barbosa, técnicos Michele e Hélio, pelo esclarecimento de dúvidas, fornecimento de materiais, etc.

À Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São Leopoldo, pelas inúmeras informações concedidas e pela grande colaboração, em especial ao Marcio Linck, Henrique Pietro, Francisca da Silva, Flora, Maurício, entre outros.

Ao Projeto Monalisa, por terem me concedido o prazer de acompanhá-los nas saídas de campo no arroio Kruze, em especial a Dalva, Claire, Thiago, Juliana, entre outros.

À Brigada Militar de São Leopoldo, pelo acompanhamento em saídas de campo no Morro do Paula.

A todos aqueles que concederam entrevistas para o enriquecimento deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT.....	15
I. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. TEMA	17
1.2. OBJETIVOS	24
1.2.1 Objetivo Geral	24
1.2.2 Objetivos Específicos	25
1.3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	25
1.3.1. Principais características dos municípios da área de estudo.....	288
1.3.2 O clima e os microclimas	30
1.3.3 As enchentes.....	32
1.4. JUSTIFICATIVAS	33
1.4.1 Ocupações irregulares no Morro do Paula	34
1.4.1.1 Problemas de litígio.....	35
1.4.1.2 Questões ambientais na área de estudo e o Programa de Desativação das pedreiras no Morro do Paula	37
1.4.2. Ocupações irregulares na mata do arroio Kruze e a poluição	40
II. MATERIAIS E MÉTODOS	43
2.1 MATERIAIS	43
2.2 MÉTODOS	44
2.2.1 Teórico Metodológico	44
2.2.1.1 Parâmetros para a análise ambiental.....	44
2.2.1.2 Parâmetros para a análise da caracterização geológica e pedológica regional.....	45
2.2.1.3 Parâmetros para a análise do relevo.....	46
2.2.1.4 Parâmetros para a análise do processo de urbanização regional.....	51
2.2.1.5 Parâmetros para a análise do uso e ocupação do solo.....	52
2.2.2 Operacional.....	54
2.2.2.1 Confecção do mapa morfométrico (declividade), modelo 3D do terreno e hipsométrico.....	54
2.2.2.2 Confecção do mapa geomorfológico	56
2.2.2.3 Confecção do mapa de uso e ocupação do solo.....	58
2.2.2.4 Apoio técnico e realização do trabalho de campo.....	59
III. ANÁLISE REGIONAL GEOMORFOLÓGICA, GEOLÓGICA E PEDOLÓGICA	62
3.1. GEOMORFOLOGIA	62
3.1.1 Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares	65
3.1.2. Região Geomorfológica Planície Costeira Interna	66
3.1.3. Unidade Geomorfológica Planície Lagunar	66
3.1.4. Domínio Morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares	66
3.1.5. Região Geomorfológica Planalto das Araucárias.....	67
3.1.6. Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral.....	67
3.1.7. Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha.....	68
3.1.8. Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí.....	68
3.1.9. Análise da geomorfologia regional	69
3.1.9.1. Modelados de acumulação fluviolagunar	69
3.1.9.2. Modelados de dissecação muito fraca	70

3.1.9.3. Modelados de dissecação fraca.....	71
3.1.9.4. Modelados de dissecação medianamente forte.....	71
3.2. GEOLOGIA	72
3.2.1. Província Costeira	72
3.2.2. Província Paraná.....	73
3.2.3 Análise da geologia da bacia hidrográfica do Arroio Kruze	74
3.2.4. Cobertura Sedimentar Cenozóica.....	75
3.2.5 Cobertura Vulcano - Sedimentar da Bacia do Paraná	75
3.2.5.1. Grupo São Bento	75
3.2.5.2 Formação Rosário do Sul	76
3.2.5.3 Formação Botucatu.....	77
3.3. SOLOS	79
3.3.1 Solos Aluviais Eutróficos	81
3.3.2 Neossolo Flúvico e Neossolo Quartzarênico.....	82
3.3.3 Podzólico Vermelho-Amarelo álico, distrófico e eutrófico	83
3.3.4. Podzólico Vermelho-Escuro álico e distrófico.....	84
3.3.5. Argissolo vermelho-amarelo e Argissolo vermelho.....	85
IV. ANÁLISE DAS FORMAS DE RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE.....	87
4.1. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO RELEVO E OS MAPAS ELABORADOS PARA A ÁREA DE ESTUDO	87
4.2. A INFLUÊNCIA DO CLIMA NA FORMAÇÃO DO RELEVO.....	87
4.3. ANÁLISE DO MAPA HIPSOMÉTRICO.....	89
4.4. ANÁLISE DO MAPA DE DECLIVIDADE	91
4.5. ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA	93
4.5.1. Importância do estudo geomorfológico.....	93
4.5.2. Planície	95
4.5.3. Patamares Planos	96
4.5.4. Colinas.....	96
4.5.5. Morros	97
4.5.6. Alteração do relevo por ação antropogênica	99
4.5.7. Fatores influenciadores dos processos erosivos e do assoreamento e a influência das pedreiras no processo de assoreamento.....	101
4.5.8. Ocupações em áreas de morfodinâmica instável e ações potencializadoras	104
4.6. CARACTERÍSTICAS NATURAIS DA REDE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE	106
4.6.1. Principais alterações na rede hídrica da bacia hidrográfica do arroio Kruze	109
4.6.1.1. Canalização	112
4.6.1.2. Enchentes e construção dos diques de proteção	112
4.6.1.3. Alteração da foz do arroio Kruze.....	116
4.6.1.4. Instalação de bombas de captação de água barragens e açudes	117
4.6.1.5. Aterramento de nascentes e de canais fluviais.....	117
V CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO REGIONAL E OS PROBLEMAS RELACIONADOS	121
5.1. QUESTÕES RELATIVAS À URBANIZAÇÃO BRASILEIRA	121
5.2. METROPOLIZAÇÃO BRASILEIRA E PROBLEMAS RELACIONADOS.....	123
5.3. PROCESSO REGIONAL DE URBANIZAÇÃO.....	125
5.3.1 Fase da Imigração.....	125

5.3.2 Fase Industrial	128
5.3.3 Fase da Metropolização	130
5.3.4. Problemas da RMPA	132
VI. ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE	136
6.1. ÁREAS DE OCUPAÇÃO RAREFEITA E ÁREAS DE OCUPAÇÃO ADENSADA	138
6.1.1. Arruamento	139
6.2. OCUPAÇÕES IRREGULARES	140
6.2.1. Ocupações irregulares na mata do arroio Kruze e o projeto para a implementação do Parque da Imperatriz Leopoldina	143
6.2.2. Ocupações irregulares no Morro do Paula e o projeto para a implementação do Parque Ecológico do Morro do Paula	145
6.2.3. Outras ocupações irregulares	147
6.3. BANHADOS	148
6.4. INDÚSTRIAS	151
6.5. AGRICULTURA E PECUÁRIA DE CUNHO FAMILIAR	154
6.6. VEGETAÇÃO ARBÓREA - MATA	156
6.7. CAMPOS	160
6.8. SOLO EXPOSTO	161
6.9. FLORESTAMENTO	162
6.9. OUTRAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO E OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE	164
6.9.1. Violência	164
6.9.2. Questões relativas à qualidade da água	165
6.9.3. O Estatuto das Cidades e o Plano Diretor	169
6.9.4. Questões ambientais relativas ao Estatuto das Cidades	170
6.9.5. Algumas discussões sobre o Plano Diretor	171
6.9.6. Questões relativas à zona rural	172
6.9.7. Análise do Zoneamento Urbano Municipal da bacia hidrográfica do arroio Kruze	173
6.9.7.1. As ilhas de calor e os fatores inibidores do fenômeno	175
6.9.7.2. Discussões sobre o Zoneamento da bacia hidrográfica do arroio Kruze	176
VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS	180
VIII. BIBLIOGRAFIA	183

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: MAPA DE LOCALIZAÇÃO - MUNICÍPIOS	26
FIGURA 02 : MAPA DE LOCALIZAÇÃO - BACIASERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 03: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DOS TÁXONS DO RELEVO	50
FIGURA 04: MODELO 3D DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE. 56	
FIGURA 05: GEORREFERENCIAMENTO DE FOTOGRAFIA ÁREA COM BASE EM CARTA TOPOGRÁFICA.	59
FIGURA 06: ADAPTAÇÃO DO MAPA GEOMORFOLÓGICO RADAMBRASIL (1986).	65
FIGURA 07 : MAPA HIPSOMÉTRICO	90
FIGURA 08 MAPA DE DECLIVIDADEERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 09 : MAPA GEOMORFOLÓGICOERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 10: PRINCIPAIS PADRÕES DE CANAIS FLUVIAIS.....	107
FIGURA 11 : MAPA DAS PRINCIPAIS FORMAS PROCESSOS E ALTERAÇÕES DA REDE HÍDRICA	111
FIGURA 12: REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE RMPA E OS PRINCIPAIS CENTROS URBANOS A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL.....	129
FIGURA 13 :MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	137
FIGURA 14: MAPA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E HERBÁCEA.....	159
FIGURA 15 : MAPA DE ZONEAMENTO.....	179

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 01: ENCHENTE EM SÃO LEOPOLDO EM 1965.	33
FOTOGRAFIA 02: OCUPAÇÕES IRREGULARES NA MATA DO ARROIO KRUZE.....	40

FOTOGRAFIA 03: CRIAÇÃO DE UM DEGRAU NO MORRO DEVIDO A EXTRAÇÃO MINERAL.....	100
FOTOGRAFIA 04: PEDREIRA IRREGULAR NO MORRO DO PAULA.....	100
FOTOGRAFIA 05: DESPEJO DE “BOTA-FORA” ÀS MARGENS DA ESTRADA DE ACESSO AO MORRO DO PAULA.....	103
FOTOGRAFIA 06: “BOTA-FORA” JOGADO NA ENCOSTA DO MORRO.....	104
FOTOGRAFIA 07: INSTABILIDADE DA ENCOSTA DEVIDO AO LIXO.	105
FOTOGRAFIA 08: PADRÃO MEANDRANTE E BAIXA LÂMINA DE ÁGUA....	108
FOTOGRAFIA 09: . ALTERAÇÃO DA FOZ DO ARROIO KRUZE.	116
FOTOGRAFIA 10: EVOLUÇÃO URBANA E ATERRAMENTO DE NASCENTES DO ARROIO KRUZE.	118
FOTOGRAFIA 11: ATERRAMENTO DE NASCENTES DO AFLUENTE ORPHEU	119
FOTOGRAFIA 12:ATERRAMENTO CANAL FLUVIAL.	120
FOTOGRAFIA 13: VISTA AÉREA DO MORRO DO PAULA, OCUPAÇÕES E EXTRAÇÃO DE ARENITO.....	145
FOTOGRAFIA 14: BANHADO REPRESENTADO PELO POLÍGONO EM VERMELHO.	149
FOTOGRAFIA 15: BANHADO PRÓXIMO À VILA BARREIRA.....	150
FOTOGRAFIA 16:PRESENÇA DE LIXO PRÓXIMO AO BANHADO, JOGADO POR MORADORES.	150
FOTOGRAFIA 17. RESTOS DE COURO, UTILIZADO NA INDÚSTRIA COUREIRO-CALÇADISTA.	152
FOTOGRAFIA 18: CRIAÇÃO DE UM CANAL ARTIFICIAL PARA LANÇAMENTO INDUSTRIAL <i>IN NATURA</i> NO ARROIO KRUZE.	152
FOTOGRAFIA 19: CONSTRUÇÃO DE TANQUES DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	153
FOTOGRAFIA 20: EM PRIMEIRO PLANO A VEGETAÇÃO ARBÓREA.....	157
FOTOGRAFIA 21 : VEGETAÇÃO DE GRAMÍNEAS. CAMPO.	161

FOTOGRAFIA 22: FLORESTAMENTO (AO FUNDO) INTERCALADO COM VEGETAÇÃO NATURAL.....	163
---	------------

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: EXEMPLOS DO USO DO SIG PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL.	23
QUADRO 02: DADOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO E REGIÃO.	29
QUADRO 03: PROBLEMAS SÓCIO-AMBIENTAIS RELACIONADOS À ÁREA DE ESTUDO.	34
QUADRO 04: CLASSES DE DECLIVIDADE SEGUNDO HERTZ E DE BIASI (1989).	48
QUADRO 05: GRAUS DE PROTEÇÃO DOS TIPOS DE COBERTURA VEGETAL.	53
QUADRO 06: COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO A PARTIR DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS.	63
QUADRO 07: COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUIZE.	64
QUADRO 08: DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS E PROVÍNCIAS GEOLÓGICAS.	72
QUADRO 09: GEOLOGIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUIZE.	75
QUADRO 10: NÍVEL CATEGÓRICO DO NEOSSOLO PARA A ÁREA DE ESTUDO.	82
QUADRO 11: NÍVEL CATEGÓRICO DO ARGISSOLO PARA A ÁREA DE ESTUDO.	85

LISTA DE ANEXOS

ESTATUTO DAS CIDADES LEI 10257 DE 2001.....	196
ZONAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO LEI 2133/1981. (RECORTE PARA A ÁREA DE ESTUDO).....	197

ZONAS DO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA DO SUL. (RECORTE PARA A ÁREA DE ESTUDO). 198

FOTO 23 : SR. JOÃO CARVALHO, LÍDER COMUNITÁRIO DO MORRO DO PAULA. 199

FOTO 24 : PARTE DA EQUIPE DO PROJETO MONALISA EM CAMPO. 199

LISTA DE REPORTAGENS

A IMPORTÂNCIA DOS BANHADOS 201

SINOS PEDE SOCORRO E LIMPEZA URGENTE 202

CURSO DE PRESERVAÇÃO DE NASCENTES SE INICIA NA ACIS 203

VAMOS CUIDAR DE SÃO LEOPOLDO 204

MONALISA ESCLARECE POLUIÇÃO DO ARROIO KRUZE 205

PEIXES MORTOS E CANOS A MOSTRA NO ARROIO KRUZE.....206

DESMATAMENTO POLÊMICO..... 206

MORRO DO PAULA ESTÁ SEM ÁGUA HÁ UMA SEMANA 208

ÁREA LIMPA PARA RECEBER PARQUE ECOLÓGICO EM SÃO LEOPOLDO 208

SEMPRE O MORRO.....209

UPAN DIZ QUE INVESTIMENTO NO MORRO DO PAULA INFRINGE LEI 210

RESUMO

O enfoque do presente trabalho tem por objetivo geral o estudo ambiental da bacia hidrográfica do arroio Kruze, localizada entre as latitudes de 29° 45' e 29° 50' sul e longitudes de 51° 03' e 51° 09' oeste, entre os municípios de São Leopoldo, Sapucaia do Sul e Novo Hamburgo, os quais pertencem à região metropolitana de Porto Alegre - RMPA, capital do estado do Rio Grande do Sul. Para atingir o objetivo geral deste trabalho, desenvolveram-se os seguintes objetivos específicos: análise do quadro geomorfológico, geológico e pedológico; levantamento do processo de urbanização, em âmbito regional; no nível local : elaboração e análise dos mapas geomorfológico, de declividade, hipsométrico e do modelo 3D do terreno, representando as diferentes formas do relevo e os processos a ele relacionados; elaboração e análise do mapa de uso e ocupação do solo; correlação do uso e da ocupação do solo com os dispositivos legais e/ou institucionais (Plano Diretor e o Código Florestal). A metodologia de trabalho compreendeu revisão bibliográfica, buscando a relação dos diferentes itens analisados com a realidade regional e local; trabalhos de campo para o levantamento e a aferição das informações obtidas; e a elaboração dos mapas acima citados, todos em ambiente computacional de SIG - Sistema de Informações Geográficas. No âmbito regional, a bacia hidrográfica do arroio Kruze, pertence às unidades geomorfológicas Planície Lagunar, Patamares da Serra Geral e Depressão do Rio Jacuí, quanto à geologia, insere-se na Província Costeira com depósitos do Quaternário e, na Província Paraná com as Formações Botucatu e Sanga do Cabral. Os solos pertencem ao nível categórico do neossolo e do argissolo, esse com presença do B textural, susceptível à erosão. Localmente, verificou-se que a bacia hidrográfica do arroio Kruze, possui cerca de 80% de sua área com até 100 metros de altitude. A maior parte da ocupação encontra-se na área próxima ao trecho inferior e parte do trecho médio do arroio Kruze, com altitudes de até 80 metros, correspondendo, em parte, aos Patamares Planos (10 a 40 metros) e, as áreas de colinas (40 a 80 metros). A urbanização local tem relação com o processo imigratório europeu e, com o extravasamento do crescimento de Porto Alegre, com o surgimento da região metropolitana da mesma. A partir dos levantamentos e das análises elaboradas, constatou-se que os problemas mais significativos da bacia hidrográfica do arroio Kruze são as ocupações irregulares, a poluição hídrica, a

impermeabilização do solo, a extração mineral irregular, a erosão, o assoreamento e a destruição dos banhados. Devido ao problema histórico de enchentes no local, controladas de forma significativa pela construção dos diques de proteção, o mapa de uso e ocupação do solo, no perímetro urbano, foi classificado em áreas de uso adensado, com maiores taxas de impermeabilização e, áreas de uso rarefeito. Da área total da bacia, 60% localiza-se em área urbana. A partir da análise do mesmo mapa, constatou-se na área de estudo presença significativa de áreas de florestamento; e no perímetro rural, especificamente, uma produção agrícola, na sua maioria, de cunho familiar, com pouca representatividade local e regional. Com a elaboração de um mapa baseado no Código Florestal, verificou-se que menos de 10 % da vegetação ciliar encontra-se preservada, identificou-se também ocupações irregulares, a partir do mesmo parâmetro. A partir de todos os itens analisados e pelo fato do Plano Diretor estar em construção, para a área de estudo, foram elaboradas algumas propostas, tendo como enfoque parâmetros ambientais, exemplos: a importância de se considerar o perímetro rural, em relação a questões como a preservação de mananciais e a destinação do lixo doméstico; o controle do adensamento urbano, evitando o aumento da impermeabilização do solo, estipulando taxa máxima de construção de calçadas.

Palavras Chaves : bacia hidrográfica, degradação ambiental, região metropolitana.

ABSTRACT

The present work has as general objective the environmental study of *arroyo* Kruze hydrographic basin, located between latitudes 29°.45' and 29°.50' S and longitudes 51° 03' and 51° 09'W, comprising the municipalities of São Leopoldo, Sapucaia do Sul and Novo Hamburgo, which belong to Porto Alegre metropolitan region (*RMPA*). To get the general purpose of this work, the following specific objectives were developed: geomorphologic, geologic and pedologic analysis; research about regional and local urbanization process, elaboration and analysis of geomorphological, slopes gradients and hypsometric maps, and digital elevation models, representing the different landforms and processes; elaboration and analysis of land use and soil occupation maps, correlation between soil use and occupation with its respective legal and/or institutional mechanisms (Director Plan and Forest Code). The methodology of the this work corresponds to bibliographic revision, searching the relationship between the different analyzed issues and the local and regional reality; gathered informations in field works; and the final elaboration of all above mentioned maps using GIS methods. At the regional scale, the *arroyo* Kruze hydrographic basin belongs to geomorphological units of *Planície Lagunar*, *Patamares da Serra Geral* and *Depressão do Rio Jacuí*, the geology is dominated by quaternary deposits of *Província Costeira* and by *Formações Botucatu e Sanga do Cabral* of *Província Paraná*. The soils belongs the category of neosoil and claysoil, the later has the presence of textural B Horizon, susceptible to erosion processes. Locally, it has verified that the *arroyo* Kruze hydrographic basin has approximately 80% of its area situated beneath 100 m high. The most occupied area corresponds to the lowest and part of the middle sector of the *arroyo* Kruze, which terrains are until 80 m high, corresponding to the *Patamares Planos* (10 to 40 m high), and hill zones (40 to 80 m high). The local urbanization is related to European immigration process, and to excessively growth of Porto Alegre metropolitan region. Through the gathered and analyzed informations and data, it has verified that the most significant problems found in *arroyo* Kruze hydrographic basin are irregular occupations, hydro pollution, soil impermeabilization, irregular mineral extraction, erosion, assoreament and destruction of wetlands. Due to historic local problems of flooding, significantly controlled by barriers, the use and occupation soil map was

classified, inside the urban perimeter, in intense used areas with higher impermeabilization rates, and low use areas. Through the map analysis, it has ascertained in the study area the significant presence of reforest areas, and in rural perimeter, specifically, familiar agricultural production, with low regional and local representatively. Urban area represents 60% of the total area. Elaborating a map based on Forest Code, it has observed that less than 10% of ciliar vegetation is preserved, and it has also observed irregular occupations. Through all analyzed issues, and due to Director Plan of area of study is still being developed, some proposes were elaborated using environmental parameters: the importance of rural perimeter and its related issues, such as watersource preservation, domestic waste, urban growth control, avoiding in this way the soil impermeabilization by the control of maxima constructed area according the terrain size.

Key words: hydrographic basin, environmental degradation, metropolitan region.

I. INTRODUÇÃO

1.1. TEMA

A preocupação mundial em relação à questão ambiental culminou com a realização da 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972. Foram discutidas várias temáticas entre elas o efeito estufa, o desmatamento e as diferentes formas de poluição. Estes problemas afetam todo o espaço da terra e têm gerado grande crise ecológica, onde a ação predatória do homem é, na maioria das vezes, a responsável pelos danos ocorridos.

Segundo Ab'Saber & Plantenberg (1994), as medidas políticas relacionadas com o meio ambiente foram, de modo geral, introduzidas e executadas no sentido de recuperar os danos já produzidos. Mais recentemente, procura-se diminuir a intensidade desses danos. Percebe-se cada vez mais claramente, que os custos ecológicos, sociais e, em longo prazo, também econômicos de recuperação da natureza, tornam-se insuportáveis para as próprias economias desenvolvidas.

A cada intervenção humana existirá uma resposta do meio ambiente, sendo que a natureza consegue recuperar-se, mas dificilmente de forma integral, para isso ela necessita de tempo e que seu uso seja racional.

Nos dias atuais o homem se tornou fator geológico e geomorfológico e, a grande mudança vem do fato de que os cataclismos naturais são hoje um incidente, um momento, enquanto a ação antrópica tem efeitos continuados e cumulativos, daí vêm os graves problemas entre o homem e a natureza. Os problemas do espaço humano ganham então uma dimensão que estes jamais haviam obtido antes (SANTOS,1992).

Em uma relação consciente com a natureza, o homem deve sentir-se como parte integrante da mesma, dessa forma, atuando de maneira a manter o equilíbrio natural. Porém, atualmente o que se verifica é que a história do homem sobre a Terra é a história da ruptura progressiva entre este e o seu entorno (SANTOS,1992).

A “ruptura” do homem com o seu meio está ligada, entre outros fatores, a um modelo de desenvolvimento econômico que tem o lucro como principal meta. No caso do Brasil, o modelo econômico adotado promoveu o crescimento acelerado e desorganizado das cidades, causando a ocupação em locais inadequados. Isso trouxe reflexos negativos no campo social e ambiental, maximizando os processos de degradação ambiental.

Nos países em desenvolvimento como o Brasil os problemas ambientais seguiram duas vertentes principais. De um lado, os problemas nas áreas urbanas são resultado das grandes concentrações populacionais e da industrialização, que são tipicamente problemas ligados à poluição, destacando-se os aspectos ambientais qualitativos. Por outro lado, os problemas das áreas ainda pouco exploradas ou exploradas de maneira desordenada, cujos problemas se referem principalmente à degradação dos recursos ou à sua utilização pouco otimizada, vêm tornando mais relevantes e conflituosos seus aspectos quantitativos além dos qualitativos, Mendes (1994) *apud* Leal (1997).

Conforme Leal (1997), enquanto nas áreas urbanas a estratégia para melhoria das condições ambientais muitas vezes se restringe primordialmente à correção de danos já causados e a medidas preventivas, nas áreas inexploradas a tomada de decisões sobre o modelo de desenvolvimento ainda está em aberto, permitindo ações integradas em nível de planejamento.

É necessário um planejamento integrado das políticas públicas, onde as questões ambientais não podem ser compreendidas sem uma adequada correlação com as questões econômicas e sociais, pois estas têm reflexos diretos e indiretos na natureza. A partir das preocupações voltadas à questão ambiental, o planejamento passou a ser concebido como um importante instrumento para o uso racional do espaço.

No Brasil, a preocupação de planejar o uso e a ocupação do solo é relativamente recente. Os problemas resultantes da interferência direta e indireta da urbanização sobre o meio mostram que ainda é longo o caminho entre a intenção de preservar e a sua concretização, causando assim o desequilíbrio. Segundo Ross (1998), a tendência sempre foi com a promoção do desenvolvimento econômico com base no aumento da exploração dos recursos naturais, principalmente após a Segunda Guerra Mundial.

Na concepção de Ross (1998), o processo de desenvolvimento social deve ser absolutamente compatível com as potencialidades dos recursos naturais, com as fragilidades dos sistemas ambientais naturais e com a potencialidade socioeconômica e tecnológica da sociedade.

O progresso econômico desenvolvido à margem do planejamento ambiental e social foi e continua sendo muito comum em países de industrialização tardia. Muitos são os problemas decorrentes desse tipo de prática, sendo a indústria a principal ponte entre o desenvolvimento e o crescimento da urbanização, esta na maioria das vezes desorganizada.

Muitos dos problemas ambientais que enfrentamos hoje são resultados de decisões tomadas sem considerar os impactos nos recursos humanos e não humanos. O planejamento compreende umas das primeiras ações a desenvolver-se, seguido da gestão e do manejo de áreas já ocupadas ou não, sendo que todas as etapas são de extrema importância em um trabalho sério que vise resultados concretos.

No Brasil, com o objetivo de controlar e minimizar os problemas ambientais foram criadas secretarias de meio ambiente; a criação em nível federal da Secretaria de Meio Ambiente - SEMA em 1973, trouxe resultados significativos, como o surgimento de inúmeras unidades de conservação, áreas de proteção ambiental, estações ecológicas e parques nacionais.

Apesar de grandes esforços e da criação das secretarias de meio ambiente nos estados, prevalecia a mentalidade do crescimento econômico a qualquer custo, não havendo uma real preocupação com as conseqüências que isso poderia acarretar.

Com a criação da Lei 6938/81, sobre a política Nacional do Meio Ambiente, é estabelecida a obrigatoriedade dos estudos de impacto ambiental, quando da instalação de grandes atividades produtivas. Em 1986, o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, regulamenta os Estudos de Impacto Ambiental - EIAs e os Relatório de Impacto Ambiental - RIMAs. No âmbito econômico isso foi visto como mais um empecilho ao desenvolvimento. Muitos dos trabalhos de Impacto Ambiental tinham como

objetivo único cumprir os quesitos da lei, sendo elaborados sem seriedade técnica e científica (fato ainda comum).

Lanna (1993), destaca quais são as etapas que devem fazer parte da gestão ambiental:

Política Ambiental: trata-se do conjunto de princípios que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação do uso, controle e proteção do ambiente.

Planejamento Ambiental: estudo prospectivo que busca na sua essência, adequar o uso, controle e a proteção do ambiente às aspirações sociais e/ou governamentais. É expresso por meio da coordenação, compatibilização, articulação e implementação de projetos de intervenções estruturais e não estruturais, visando à promoção da harmonização na utilização da natureza no espaço e no tempo.

Gerenciamento Ambiental: conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso, o controle e a proteção do ambiente, avaliando a conformidade da situação corrente com os princípios estabelecidos pela política ambiental.

Segundo Lanna (1993), os conceitos apresentados sobre gerenciamento ambiental, nem sempre têm sido adequadamente entendidos e considerados nas iniciativas brasileiras de aperfeiçoamento administrativo legal e metodológico. Diante desse fato é freqüente a ocorrência de confusões e equívocos. Um deles diz respeito ao conceito de gerenciamento de bacia hidrográfica. Este conceito deveria ser considerado resultado da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e intervenção do gerenciamento ambiental. No entanto, ele tem sido confundido, às vezes, com o gerenciamento de um único recurso ambiental ou o gerenciamento dos recursos hídricos. O gerenciamento ambiental tendo como recorte de análise uma bacia hidrográfica, deve levar em conta o estudo de inúmeros fatores para a adoção de um planejamento adequado com a realidade da área.

Segundo Guerra (2000), os desequilíbrios ambientais originam-se, muitas vezes, da visão setorializada dentro de um conjunto de elementos que compõem a paisagem. A bacia hidrográfica, como unidade integradora dos elementos que compõem a natureza (naturais e

sociais) deve ser administrada com esta função, a fim de que os impactos ambientais sejam minimizados. Os problemas de degradação têm causas e conseqüências sociais, desta forma não podem ser entendidos, apenas, por meio dos aspectos físicos.

Segundo Fitz (2000), uma das formas de planejar o espaço, tarefa que é conferida, por lei, ao profissional geógrafo (lei 6.664 de 26/06/79), pode ser realizada dentro de uma área com uma delimitação natural específica, por exemplo: uma bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na geografia física aproximadamente desde o século XVIII. Segundo Botelho (1999), sendo entendida como célula básica da análise ambiental, permite reconhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos de interação que nela ocorrem.

Dourojeanni (1994) *apud* Leal (1997), defende a adoção da bacia hidrográfica como unidade adequada de gestão visando o desenvolvimento sustentável, este indicando três tipos de abordagem possíveis: (1) gestão de recursos hídricos privilegiando o aproveitamento e manejo da água e do solo; (2) gestão dos recursos naturais (aumento da abrangência) focando a gestão no aproveitamento e manejo dos recursos naturais, incluindo a água; (3) gestão ambiental (aproveitamento e manejo integrado do meio ambiente), esta última compreendendo a abordagem desse trabalho.

As bacias hidrográficas adotadas como unidade de planejamento e gestão, integradas às políticas públicas e a sociedade, tendem a tornar os problemas futuros menos impactantes, tanto no custo ambiental como no campo social.

O enfoque do presente trabalho refere-se a um estudo ambiental e urbano da bacia hidrográfica do arroio Kruze, situada na Região Metropolitana de Porto Alegre, tendo por meta um estudo integrado do meio ambiente, utilizando-se o SIG - Sistemas de Informações Geográficas, para o mapeamento e análise das informações.

No que diz respeito aos mapeamentos, Teixeira (1990) comenta que devido ao grau de complexidade a que chegaram os estudos de natureza geográfica, tornou imprescindível o uso de computadores no manuseio das informações. Afirma, ainda, que as técnicas computacionais permitem a redução do tempo gasto pelo pesquisador em rotinas longas e repetitivas, possibilitando assim a integração de diferentes tipos de informação geográfica e sua representação cartográfica de forma rápida e adequada.

Segundo Castro (1997), a partir da década de 1970, com a introdução dos métodos quantitativos e com o desenvolvimento tecnológico, a representação cartográfica e a análise geográfica ganharam em rapidez, precisão e eficiência, a partir da introdução de métodos e técnicas desenvolvidas no Sensoriamento Remoto, na Cartografia Digital e, no Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Fitz (2000), ressalta que inúmeras são as utilidades de um mapa. Para a Geografia, possivelmente a ciência que mais faz uso desse recurso, seu conhecimento e correta utilização são de fundamental significância. A cartografia compreende uma ferramenta importantíssima para a realização de um bom trabalho, fundamentalmente para o profissional geógrafo. Da mesma forma, o geoprocessamento vem constituindo-se, atualmente, como importante ferramenta para a realização de pesquisas de cunho geográfico.

A informação analógica passou a ser concebida como uma informação digital, georreferenciada e armazenada na forma de *layers* com estrutura vetorial e raster; ao conjunto de tecnologias para a análise da informação espacial, tem sido atribuído o termo Geoprocessamento (CASTRO, 1997).

O geoprocessamento compreende uma técnica que busca a realização de levantamentos, análises e cruzamentos de informações georreferenciadas, visando o planejamento, o manejo e/ou o gerenciamento de um espaço específico e, apóia-se na cartografia digital para a realização da manipulação de dados. Assim a integração entre essas técnicas deve-se à necessidade de amarração das informações contidas em um banco de dados, que deve apresentar uma estrutura espacial definida (FITZ, 2000).

No uso do geoprocessamento é necessário antes de iniciar um trabalho, uma análise dos problemas a serem tratados, para que se possa definir de forma apropriada as reais necessidades, ou não, de adoção dessa tecnologia. Outro fato importante a ser mencionado é que a tecnologia, em geral, pode somar esforços dos procedimentos já consagrados sem com isso garantir soluções. O conhecimento prático e teórico do analista é imprescindível para a adequada execução do mapeamento do uso e ocupação territorial.

Para uma eficaz proposta na gestão e manejo dos recursos naturais é indispensável o desenvolvimento de ferramentas eficientes que permitam o monitoramento e a análise de bacias hidrográficas como um todo. Um SIG oferece sistemas operacionais para o

planejamento, gerenciamento, auxílio e apoio à tomada de decisões, tendo grande utilidade prática.

Os mapas temáticos, em formato digital, passaram a ser armazenados num SIG com uma série de camadas georreferenciadas, onde cada camada ou plano de informação contém os dados de um único atributo, ou seja, uma camada para tipo de solo, outra para rede de drenagem, etc. Um banco de dados alfanumérico complementa as informações espaciais que podem ser analisadas através de superposição de camadas, modelagem, “buffering” ou análise de rede (CONGALTON & GREEN, 1995).

O SIG, segundo Borrough (1986), é uma poderosa ferramenta para coleccionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real. Por esse motivo torna-se uma ferramenta de grande validade.

Slocombe (1993), afirma que o SIG é, atualmente, uma ferramenta viável para o estudo do ambiente, planejamento ambiental e gerenciamento dos recursos naturais. No quadro 01, é possível destacar algumas funções atribuídas ao SIG no desenvolvimento do planejamento e gerenciamento ambiental:

PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTOS	EXEMPLOS DE FUNÇÕES ATRIBUÍDAS AO SIG
Avaliar os elementos que compõem o meio	<ul style="list-style-type: none"> * apresentar dados temáticos de forma espacial. * representar e gerar classificações de florestas. * expressar, espacialmente processos físicos, biológicos e populacionais. * definir estabilidade de encostas.
Analisar fatos dentro de uma abrangência temporal	<ul style="list-style-type: none"> * representar a história da dinâmica do uso da terra. * avaliar a dinâmica histórica regional. * avaliar causas e conseqüências históricas de desmatamento. * representar a evolução ou expansão agrícola. * mapear as perdas territoriais de tipos de produção.
Relacionar os fatos	<ul style="list-style-type: none"> * cruzar informações politemáticas, com produção de mapas-síntese. * avaliar a dinâmica do uso da terra em relação a declividade e altitude.
Elaborar prognósticos	<ul style="list-style-type: none"> * determinar possíveis causas de impacto e prever futuras conseqüências ambientais. * medir e inferir sobre a qualidade dos recursos naturais. * definir cenários futuros.
Definir zonas ou territórios	<ul style="list-style-type: none"> * zonedar territórios de acordo com regras pré-estabelecidas. * identificar áreas de proteção, de refúgios ou habitat exclusivos.
Elaborar alternativas de ação	<ul style="list-style-type: none"> * selecionar áreas de pastagem. * apresentar alternativas mitigadoras ou de resolução de conflitos. * elaborar planos de reflorestamento.

Quadro 01: Exemplos do uso do SIG para o Planejamento Ambiental.

Fonte: Slocombe, 1993.

Diante das inúmeras possibilidades de utilização de um SIG, este representa, para o estudo proposto, uma importante ferramenta na elaboração e análise dos dados que se pretende discutir, possibilitando a integração das informações.

A importância de um estudo integrado, deve-se principalmente ao fato da crescente intervenção humana nos sistemas ambientais naturais causando assim o desequilíbrio. Esta interferência é instigada pelo desejo de apropriação dos recursos oferecidos pela natureza. Porém, além de dinâmica a natureza está interligada, sendo que uma intervenção inadequada, por exemplo, numa bacia hidrográfica, pode trazer conseqüências às outras que estão integradas a mesma.

As questões discutidas no tema deste trabalho procuram justificar, ao menos em parte, a proposta desta dissertação, que se refere ao estudo ambiental da bacia hidrográfica do arroio Kruze. Para alcançar este objetivo, em relação aos aspectos físicos da área foram analisados: a declividade, a geomorfologia, a geologia e o solo e, em relação aos aspectos antrópicos, foram analisados o uso e ocupação do solo integrado ao Código Florestal e ao Plano Diretor, juntamente com o processo histórico de urbanização da área.

Numa perspectiva mais ampla que os objetivos gerais e específicos, almeja-se contribuir para o planejamento da bacia hidrográfica do arroio Kruze, tendo como foco principal a gestão ambiental.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo principal, a análise ambiental da bacia hidrográfica do arroio Kruze relacionando aspectos naturais e antrópicos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, desenvolveram-se os seguintes objetivos específicos :

- análise do quadro geomorfológico, geológico e pedológico no âmbito regional;
- elaboração e análise dos mapas geomorfológico, declividade, hipsométrico e modelo 3D do terreno, representando as diferentes formas do relevo e os processos a ele relacionados;
- levantamento do processo de urbanização regional;
- elaboração e análise do mapa de uso e ocupação do solo;
- correlação do uso e da ocupação do solo com os dispositivos legais e/ou institucionais (Plano Diretor e o Código Florestal).

1.3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho é a bacia hidrográfica do arroio Kruze, localizada entre as latitudes de 29° 75' e 29° 83' sul e longitudes de 51° 07' e 51° 12' oeste, entre os municípios de São Leopoldo, Sapucaia do Sul e Novo Hamburgo (Figura 01), os quais pertencem à região metropolitana de Porto Alegre - RMPA, capital do estado do Rio Grande do Sul.

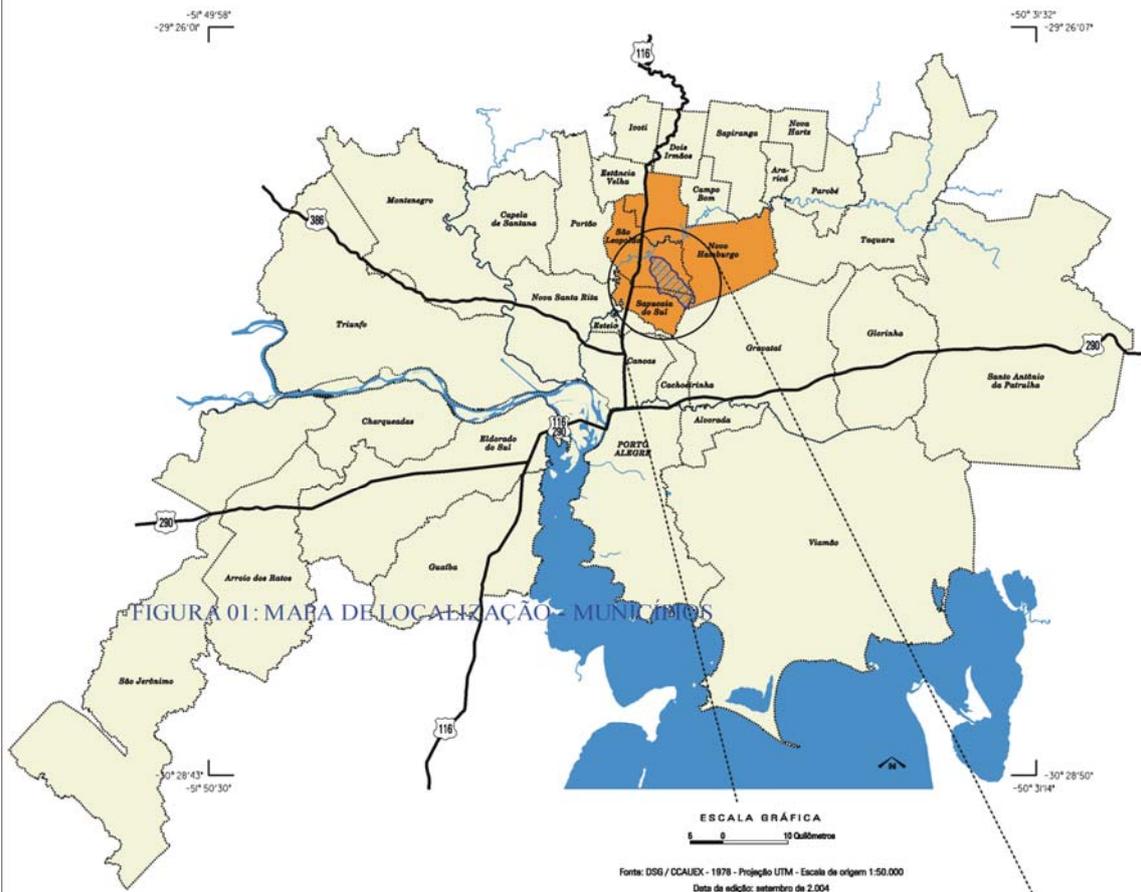
A bacia hidrográfica do arroio Kruze tem área aproximada de 24,74 km², constituindo-se em uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, a qual interliga-se com o lago Guaíba (Figura 02). A bacia hidrográfica do rio dos Sinos é uma das mais importantes do Estado, formando com outras oito sub-bacias hidrográficas¹ a região hidrográfica do Guaíba, abrangendo um total de 251 municípios. Devido a intensa atividade econômica na região, há uma forte pressão para a ocupação do solo, que conta com 63,9 % da população do estado, causando demanda expressiva sobre os recursos naturais.

¹ Vacacaí -Mirim, Alto Jacuí, Baixo Jacuí, Taquari – Antas, Caí, Gravataí, Guaíba, Pardo.



Bacia do Arroio Kruze

REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - RMPA



Governo do Estado do Rio Grande do Sul
Secretaria de Coordenação e Planejamento
METROPLAN

FIGURA 01: MAPA DE LOCALIZAÇÃO - MUNICÍPIOS

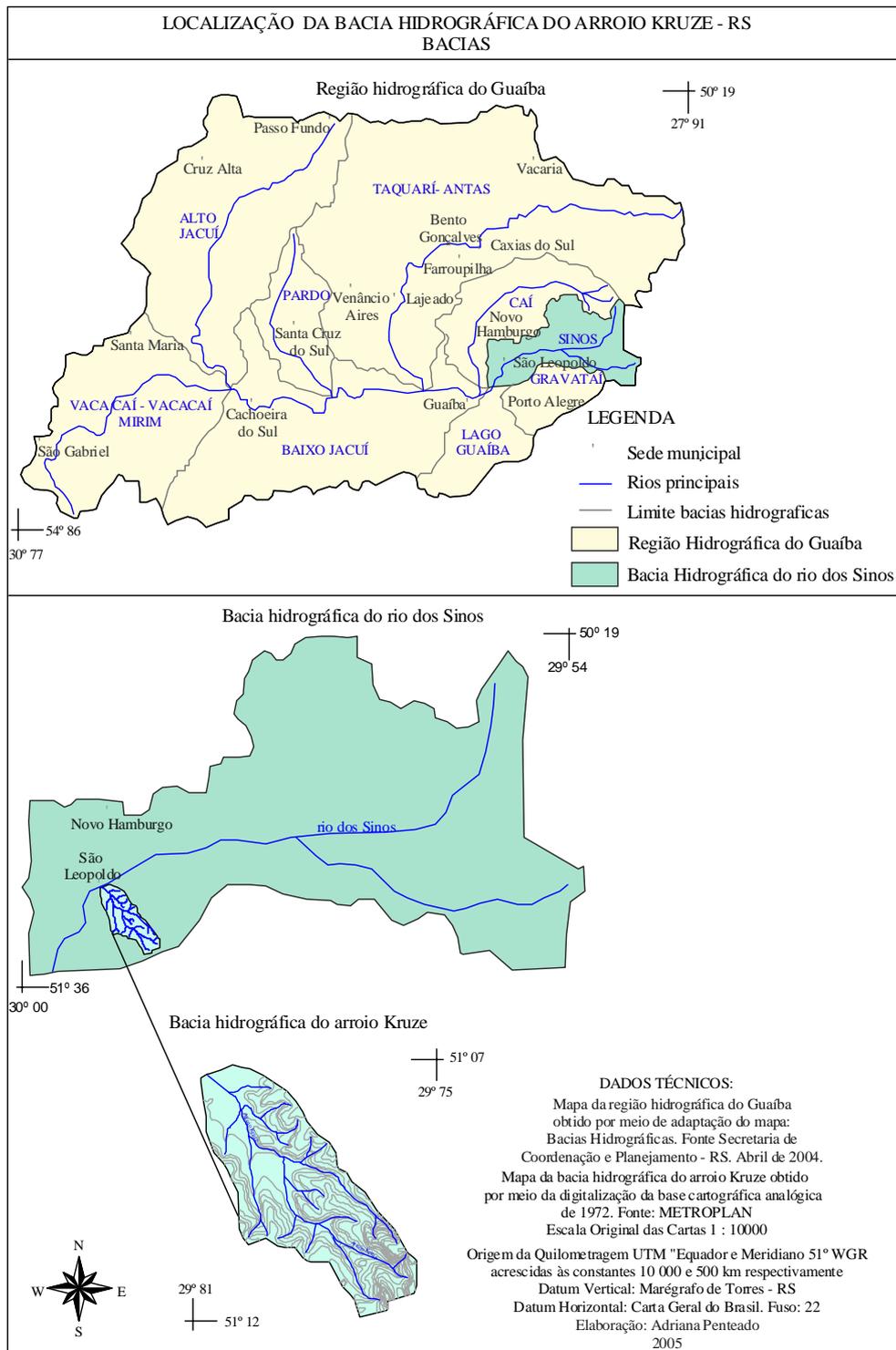


FIGURA 02 : MAPA DE LOCALIZAÇÃO - BACIAS

1.3.1. Principais características dos municípios da área de estudo

No município de São Leopoldo está localizada a maior área da bacia hidrográfica do arroio Kruze (18,46 km²), incluindo o perímetro urbano (14,36 km²) e rural (4,1 km²). Em Sapucaia do Sul, estão localizadas algumas nascentes ao sul e sudoeste da bacia (5,2 km²), com área mais representativa para o perímetro rural (4,7 km²). Já em Novo Hamburgo, a bacia hidrográfica do arroio Kruze, compreende uma pequena área (1,07 km²) onde se encontram algumas nascentes localizadas no Morro do Paula e no Morro das Cabras, incluindo somente o perímetro rural. Pela divisão política-administrativa presente, (a qual possui problema de litígio e que será tratado na justificativa deste trabalho) no município de Novo Hamburgo encontra-se a nascente do arroio Kruze.

Dentre os três municípios, São Leopoldo foi o primeiro a ser fundado. Os alemães que vieram ao Brasil devido à imigração européia, localizaram-se ao norte do município de Porto Alegre em 1824. Atualmente a economia da cidade de São Leopoldo é bem diversificada, possuindo um destacado pólo metal-mecânico e um amplo distrito industrial. Além disso, estão se instalando na cidade inúmeras empresas de informática.

Sapucaia do Sul surgiu quando um português retirante da Colônia do Sacramento fundou a fazenda Sapucaia, nas terras que eram pertencentes a São Leopoldo. A economia é baseada na indústria, sendo que os principais setores são o da metalurgia, lanifício, bebidas, couro e câmaras frigoríficas.

Novo Hamburgo foi formada espontaneamente a partir do trabalho e da vida dos colonos alemães que lá chegaram. A cidade é um grande centro econômico e pólo coureiro-calçadista da América Latina, destacando ainda o setor industrial plástico e metal mecânico.

São Leopoldo foi elevado a município em 12/04/1864 e, em 1927 e 1961, respectivamente, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul foram emancipadas daquela cidade. São cidades pertencentes à Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA, composta atualmente por trinta e um municípios.

Segundo a Secretaria de Obras Públicas e Planejamento de Porto Alegre (1999), em relação aos aspectos econômicos, a RMPA é responsável por aproximadamente 45,66 % do Produto Interno Bruto - PIB do Estado. Nos últimos quarenta anos foi a região do Rio Grande do Sul com melhor desempenho econômico e a maior concentração urbano-

industrial do sul país. Responsável por aproximadamente 53% do produto industrial do estado e mais de 40 % da população urbana.

No quadro 02, é possível observar alguns aspectos importantes relativo aos municípios onde está inserida a área de estudo, bem como algumas comparações com Porto Alegre e a Região Metropolitana.

Quadro 02: Dados sociais e econômicos dos municípios da área de estudo e região

	Emprego segundo atividade economica nos municípios (Fonte : Ministério do Trabalho, 1999)					População (IDESE, 2003)	Educação	Renda	Saúde
	Ex. Mineral	Ind. Transf.	Constr. Civil	Comércio	Agrop.	Rural/Urb. (%)	(IDESE, 2001)*		
Novo Hamburgo	2	30.357	1.301	9.324	58	1,6 / 98,4	0,836	0,764	0,841
Sapucaia do Sul	14	6.825	316	1.326	6	0,7 / 99,3	0,839	0,67	0,857
São Leopoldo	6	14.082	948	4.734	29	0,3 / 99,7	0,834	0,685	0,841
Porto Alegre	351	47.311	19.158	69.791	5.795	2,6 / 97,4	0,853	0,791	0,838
RMPA	708	210.765	29.367	112.362	7.590				

* IDESE - Índice de desenvolvimento econômico e social utilizado pela Fundação de Economia e Estatística - FEE, que considera os itens educação, renda, saneamento e domicílios e saúde, atribuindo peso que varia de 0 a 1.

Fontes: Ministério do Trabalho (1999); IDESE (2001, 2003)
Adaptação: Adriana Pentead, 2005.

Analisando o quadro 02, verifica-se que em relação à distribuição de emprego² por atividade, Novo Hamburgo é a cidade que mais emprega em quase todos os setores, seguida por São Leopoldo e Sapucaia do Sul. Para as três cidades, o destaque é a indústria de transformação, seguida pelas atividades no comércio.

Nos quesitos educação, renda e saúde a diferença maior entre os três municípios refere-se à distribuição de renda, sendo que Sapucaia do Sul possui o menor índice. No item educação e saúde a diferença entre os três municípios é muita pequena, existindo valores equivalentes para o item saúde entre Novo Hamburgo e São Leopoldo.

Considerando a relação entre a população urbana e rural, observa-se que esta se encontra próxima à saturação. Para São Leopoldo a taxa da população urbana é de 99,7 %, restando apenas 0,3 % da população total instalada na área rural.

² Esta pesquisa considera os empregos formais; dessa forma, em alguns casos ou na maioria deles, existe um número maior de pessoas trabalhando nas atividades acima descritas. Um exemplo é a extração mineral irregular em São Leopoldo, que só no Morro do Paula contaria com mais de trezentos trabalhadores, segundo João Carvalho, morador do Morro do Paula.

Para Sapucaia do Sul os dados também são expressivos, 99,3 % de população urbana e 0,7 % de população rural. Dos três municípios que compreendem a área de estudo Novo Hamburgo possui a menor taxa de urbanização com 98,4 %, porém todos os municípios ultrapassam os valores da capital, com taxa de 97,4 %.

Esses dados se relacionam com as altas taxas de urbanização brasileira que, segundo dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), chega a 81,22 %. Ainda segundo Taschner (1992), em 1980, 29,0 % da população brasileira estava concentrada nas nove regiões metropolitanas³.

Observa-se, no quadro 02, que a atividade que mais emprega na RMPA é a indústria de transformação, onde Novo Hamburgo com 30.357, fica relativamente próxima a Porto Alegre, com 47.311 empregos. A extração mineral é a atividade que menos emprega, seguida da agropecuária. Percebe-se, desta forma, o predomínio do setor secundário na RMPA.

A maior parte da bacia hidrográfica do arroio Kruze está inserida no município de São Leopoldo. Dessa forma, as características deste município serão mais expressivas na área de estudo, em relação à Sapucaia do Sul e Novo Hamburgo.

1.3.2 O clima e os microclimas

No aspecto regional, o clima da área de estudo, segundo a classificação de W. Köppen, é do tipo subtropical, com períodos de clima temperado, meses com temperatura média inferior a 18° C e temperatura mínima superior a - 3°C. Clima úmido com precipitação pluviométrica uniformemente distribuída durante todo o ano, com verão muito quente e inverno frio. Localmente⁴ a temperatura média mensal é de 19,7 °C.; umidade relativa do ar de 76%⁵ e precipitação pluviométrica de 1.538,0⁶ mm.

³ Segundo Strohaecker (2004), que caracterizou o processo de urbanização do Rio Grande do Sul, até 1960 o acréscimo demográfico significativo ocorreu na capital gaúcha e, entre as décadas de 1970 e 1980, o aumento mais significativo passa a ser na região metropolitana do Estado.

⁴ Os dados referem-se ao município de São Leopoldo.

⁵ Média anual.

⁶ Média anual.

Para a análise dos microclimas do município de São Leopoldo, a Rede de Climatologia Urbana do RS (2004), considerou os seguintes itens: densidade urbana, presença ou não de vegetação, predominância da direção dos ventos, entre outros fatores, elaborando o mapa de Microclimas de São Leopoldo. A partir desse mapa foi possível fazer um recorte para a área de estudo:

* Clima de colina: Localizado no topo do Morro do Paula, onde há presença de vegetação rasteira e arbustiva, com características de campo. O platô do Morro com aproximadamente 300m, está exposto a livre circulação do vento, predominantemente vindo do litoral. O ar é mais seco em relação aos vales. Apresenta temperatura entre 3° e 5° graus mais baixa em relação ao centro da cidade de São Leopoldo, que se constitui em área de adensamento urbano. O microclima deste local desloca ar frio em direção ao centro do município atuando como fator de refrigeração urbana e regulador térmico.

* Clima de mata de encosta de morro: Localizado na encosta do Morro do Paula. Entre as altitudes de 100m e 300m, apresenta predomínio de vegetação arbórea, com árvores de médio e grande porte. Área com privilegiada vegetação, com temperatura entre 2° e 4° C. mais baixa em relação ao centro da cidade. O ar é mais seco do que no vale, atuando como fator de refrigeração das áreas urbanas.

* Clima de banhado e alagados: Localizado nas margens do rio dos Sinos. Apresenta grande superfície coberta por água, que é renovada pela correnteza do rio, com índice de umidade elevada e freqüentes formações de névoa e de nevoeiro matinal. Atua como importante fator de refrigeração e de regulador térmico da cidade de São Leopoldo. A umidade do ar chega a ser até 10% superior a média do município. Na área de estudo refere-se à mata do arroio Kruze, parte da área onde está sendo construído o Parque da Imperatriz Leopoldina.

* Clima de parque e de mata urbana, ilha de frescor: São espaços verdes localizados em áreas urbanizadas. Na bacia hidrográfica do arroio Kruze, os locais mapeados como áreas de ocupação rarefeita e áreas de ocupação adensada (Figura 13) possuem em maior e menor proporção, respectivamente, algumas áreas verdes e/ou presença arbórea esparsa. As áreas verdes mais significativas, no que se refere ao tamanho, mapeadas no mapa de uso e ocupação do solo, podem ser consideradas ilhas de frescor, com maior ou menor influência, considerando o tamanho das mesmas.

* Clima de superfície com média densidade edificada: Bairros São José, Rio Branco, Jardim América, entre outros (Figura 13). Apresenta densa urbanização mas com edificações baixas e com densa arborização em suas ruas. A temperatura neste microclima está entre 1° e 2° C. mais baixa em relação ao centro da cidade de São Leopoldo. Apresenta uma boa circulação do vento e é favorecido pela microclima de parque e de mata urbana.

1.3.3 As enchentes

As enchentes na área de estudo, como um problema social e econômico, devem-se ao processo histórico de ocupação, na planície de inundação do rio dos Sinos, que corresponde, neste estudo, ao trecho inferior do arroio Kruze, no município de São Leopoldo.

O município já sofreu muito com as enchentes, sendo uma das piores, em termos regionais, a que ocorreu em 1941, castigando praticamente todo o Estado. Nesse período, choveu o mês inteiro e isso causou o represamento das águas do Guaíba.

Já em setembro de 1965, os leopoldenses tiveram uma das piores experiências com a invasão das águas (Fotografia 01). Essa foi a pior enchente da cidade de São Leopoldo, resultando em cerca de 30.000 mil desabrigados. A cidade havia crescido e muitos eram os bairros desprotegidos em volta do rio. Ocorreram grandes precipitações na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio dos Sinos e, em apenas 24 horas, a água começou a tomar conta da cidade de São Leopoldo. Para Henrique Pietro⁷, se a enchente de 1965 tivesse se repetido hoje, sem que existissem os diques de proteção, teríamos em torno de 100.000 desabrigados.

⁷ Antigo prefeito da cidade de São Leopoldo, entrevistado pelo jornal VS em julho de 2005.



Fotografia 01: Enchente em São Leopoldo em 1965

Fonte : Jornal VS, 07/2005.

Com o intuito de minimizar os problemas das enchentes na cidade, foram construídos os diques de proteção. Sua viabilização se deu por meio de estudos e verbas do governo brasileiro nos níveis federal, estadual e municipal, além do governo alemão.

Para o avanço das construções nas margens do rio dos Sinos, os moradores faziam aterros, intensificando assim o problema das cheias. Nos dias atuais, com a construção dos diques, pode-se dizer que o município vive um momento de tranquilidade. No entanto, segundo Sr. Henrique Pietro, ainda hoje algumas obras precisam ser feitas e, apesar dos diques terem resolvido o problema das cheias, afastaram os moradores do rio, pois antigamente era possível chegar à margem do mesmo e agora, a maioria só o conhece através de pontes.

De acordo com o Serviço Municipal de Água e Esgoto - SEMAE de São Leopoldo, 14,5 milhões deverão ser requisitados para investimentos de médio prazo a fim de resolver os problemas de inundação da cidade.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Os problemas mais significativos verificados na bacia hidrográfica do arroio Kruze são: as ocupações irregulares, a poluição hídrica, a impermeabilização do solo, a extração mineral irregular, a erosão, o assoreamento e a destruição dos banhados. Esses problemas, podem ser considerados primários, pois desencadeiam inúmeros outros problemas.

O quadro 03, procura sistematizar tanto os principais problemas da área de estudo, quanto os fatores complicadores e as conseqüências trazidas para o local. A maneira como foi organizado o quadro, de forma alguma encerra as inúmeras relações que podem ser feitas a partir dos dados apresentados, o mesmo apresenta uma síntese e possibilita outras análises, mesmo aquelas não descritas nesse trabalho.

Quadro 03: Problemas sócio-ambientais relacionados à área de estudo

PRINCIPAIS PROBLEMAS NA ÁREA DE ESTUDO			
AGENTES	ESPECÍFICO	COMPLICADORES	CONSEQUÊNCIAS
OCUPAÇÕES IRREGULARES			
População de baixa renda	Áreas de banhado Margem dos arroios Área de Proteção Permanente (Morro do Paula)	Consciência e conhecimento "ambiental" deficiente. Déficit habitacional Más condições de moradia	Baixa qualidade de vida principalmente daqueles que estão mais próximo ao rio poluído. Em alguns casos o que polui é o que sofre diretamente com o problema. Destruição gradual dos banhados Desmatamento
POLUIÇÃO			
Áreas residenciais	esgoto doméstico e lixo	Geração de empregos pelas empresas poluidoras o que inibe a ação do governo	Poluição, assoreamento e alteração da dinâmica fluvial Perda da qualidade e por consequência da quantidade de água dos arroios
Indústrias	esgoto industrial		
EXTRAÇÃO MINERAL IRREGULAR (Morro do Paula)			
Principalmente moradores do Morro do Paula "Empresas" irregulares	Área de Proteção Permanente (Morro do Paula)	Extração irregular no Morro é a principal fonte de renda da região Problemas de litígio incluindo o Morro Proibição legal de criação de infra-estrutura no Morro por tratar-se de uma APP Os restos da extração ("bota-floza") são jogados nas encostas do Morro. Local inseguro	Modificação expressiva na morfologia do Morro do Paula. Assoreamento dos arroios. Dificuldade de algumas ações positivas no Morro devido à violência Multa à prefeitura (São Leopoldo) devido à existência de pedreiras irregulares

Fonte : Dados obtidos em levantamento de campo.

Elaboração : Adriana Penteado, 2006.

1.4.1 Ocupações irregulares no Morro do Paula

No Morro do Paula há uma grande concentração de famílias, apesar deste local constituir-se numa Área de Preservação Permanente – APP. Essas ocupações foram incentivadas, em parte, pela cooperativa Pró-Moradia Ltda – COPERMORAR que, em

1997, adquiriu uma área de 313.350 m² no morro, e de forma irregular fez o loteamento no local, que não possuía nenhuma infra-estrutura.

Segundo relato de pessoas que moram no Morro, a cooperativa vendeu um único lote para mais de uma pessoa e, depois que recebeu todo o pagamento, abandonou o local. As pessoas que adquiriram esses lotes possuem somente contrato de compra e venda, não têm escritura.

Além de queimadas, a COPERMORAR efetuou o corte de várias espécies nativas de árvores. Devido ao desmatamento, que não foi causado somente pela cooperativa, é comum identificar no Morro do Paula a presença de processos erosivos.

O loteamento irregular efetuado pela cooperativa COPERMORAR não foi o único motivo que levou à ocupação no Morro do Paula, mas as conseqüências desse fato foram significativas.

Outro problema no local é a extração ilegal de arenito que ocasiona, entre outros fatores, a agressão da mata nativa nas encostas do morro pela deposição de rejeitos da pedra e, conseqüentemente, o assoreamento de nascentes e cursos fluviais.

Um agravante para o Morro do Paula é que este se situa em uma área de litígio entre municípios da região metropolitana, o que dificulta a cobrança de soluções para seus problemas frente àqueles que possuem responsabilidades na área.

1.4.1.1 Problemas de litígio

O Morro do Paula encontra-se em uma área de litígio entre os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo, onde a falta de uma definição clara quanto aos limites político-administrativos entre os municípios e, conseqüentemente, a carência de um instrumento de planejamento nessa área, tem favorecido a ocupação irregular associada a uma série de problemas sócio-ambientais.

Segundo informação verbal da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul⁸, no ano de 2003 foi exigido, pelo Ministério Público Federal, uma solução por parte dos municípios envolvidos na questão de litígio. Neste sentido, no final do mesmo ano, a Secretaria da Agricultura foi acionada para resolver a questão.

O trabalho desenvolveu-se a partir da análise do Decreto/Lei nº 720 de 29 de dezembro de 1944. Esse decreto teve por objetivo descrever os limites políticos administrativos de todos os municípios pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul.

Esse documento foi o principal parâmetro utilizado pela Secretaria da Agricultura, na tentativa de resolver a questão de litígio entre os dois municípios, não havendo conhecimento de documentos anteriores a essa data.

Em dezembro de 2004, a Secretaria da Agricultura, a partir de trabalhos realizados anteriormente, definiu os limites da área de litígio entre os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo. Apesar do acompanhamento das prefeituras junto à Secretaria, legalmente ainda não foi enviado a estas (fevereiro de 2005), um documento que oficialize a decisão. Esse atraso ocorre devido a problemas de limites com o município de Sapucaia do Sul.

No início do trabalho desenvolvido pela Secretaria da Agricultura acreditava-se que o município de Sapucaia do Sul estava envolvido na questão de litígio referente ao Morro do Paula. Dessa forma torna-se necessário à clara definição do limite deste município para que seja possível oficializar a resolução referente ao problema das divisas entre os três municípios.

O principal problema para a definição de uma parte da divisa do município de Sapucaia do Sul, é com relação a um dos pontos de referência (pedra grês), que até o presente momento não foi localizado, possivelmente pela sua inexistência. Dessa forma, caso seja confirmado a inexistência deste, será necessário adotar outro parâmetro para a definição do limite, não havendo uma previsão de data para a resolução da questão. Talvez o município de Gravataí também tenha área no morro.

⁸ Informação obtida por meio dos Geógrafos Marco Antonio Rey Zanella e Rafaela Janice Zillmer, funcionários da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul, nos dias 21 e 22 de fevereiro de 2005.

1.4.1.2 Questões ambientais na área de estudo e o Programa de Desativação das pedreiras no Morro do Paula

A I Conferência Municipal de Meio Ambiente e Saneamento, realizada no município de São Leopoldo, no dia 27 de agosto de 2005, teve por objetivo aperfeiçoar, discutir e votar as melhores propostas para as problemáticas ambientais do município. As pré-propostas concretizaram-se por meio de pré-conferências, seminários temáticos e audiência pública, contando com aproximadamente 700 pessoas.

Entre as principais entidades ligadas à realização e execução das propostas elaboradas, estiveram presente; a Associação do Comércio e Indústria e Serviços de São Leopoldo -ACIS/SL, a Associação de Engenheiros e Arquitetos do Vale dos Sinos - AEA, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos - COMITESINOS, o Serviço Municipal de Água e Esgoto - SEMAE, a Secretaria Municipal de Habitação - SEMHAB, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMAM, a Secretaria Municipal de Planejamento – SEPLAN, a Secretaria Municipal de Educação - SMED, a Universidade do Vale do rio dos Sinos – UNISINOS e a União Protetora do Ambiente Natural - UPAN. As resoluções discutidas compreenderam cinco eixos principais :

- ❖ Controle Social: este tema refere-se à participação da população na elaboração, implementação, fiscalização e deliberação das políticas públicas de meio ambiente.
- ❖ Gestão do Meio Ambiente e Saneamento: a Agenda 21, documento aprovado pela ECO 92, por 179 países, tem como principal objetivo promover em escala planetária a mudança do atual modelo de desenvolvimento (excludente, predador e injusto) para um modelo sustentável, com justiça ambiental, equidade social e equilíbrio econômico. O capítulo 28 da Agenda 21⁹ é dedicado à elaboração pelos municípios da Agenda 21 local.

⁹ A Agenda 21 caracteriza-se como um processo de planejamento estratégico que visa atingir o desenvolvimento sustentável . Não é portanto um plano de governo, mas um termo de compromisso da sociedade, tendo os governos como principais operadores. Processo de planejamento participativo, analisa a situação atual do país, estado, município e/ou região e planeja o futuro de forma sustentável (Little, 2005).

- ❖ Resíduos Sólidos: compreende o serviço público de coleta, transbordo, transporte e triagem para fins de reuso ou reciclagem, o tratamento, inclusive por compostagem, e a disposição final de resíduos sólidos domiciliares, assemelhados e provenientes da limpeza pública, bem como a varrição e a capina em vias públicas e logradouros.
- ❖ Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Manejo das Águas Pluviais: composto pelos serviços públicos de abastecimento de água potável; de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgotos sanitários e de coleta, transporte, lançamento e esgoto pluviais e a detenção ou retenção para amortecimento de vazões de cheias.
- ❖ Proteção e Controle Ambiental: compreendem as áreas de proteção ambiental, as unidades de conservação, as áreas verdes (praças), a arborização urbana, a proteção de animais, o monitoramento, combate e controle à poluição do ar, das águas, do solo, sonora e eletromagnética, bem com o licenciamento ambiental de empreendimentos utilizadores de recursos ambientais e atividades potencialmente poluidoras.

Tendo a Conferência por objetivo principal, a construção da gestão socioambiental integrada e participativa, foram então votadas as propostas dentro de cada eixo anteriormente definido. Apresentaram-se também propostas relativas ao Projeto de Implementação do Parque Morro do Paula, item que será discutido no capítulo VI deste trabalho.

Em relação às pedreiras no Morro do Paula, em 1994 a Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMAM, com o objetivo de solucionar os graves problemas ambientais causados pela mineração descontrolada, elaborou o Programa de Desativação e Recuperação do Morro, que se constitui em duas etapas:

- ❖ A primeira etapa em janeiro de 1994, compreendeu o mapeamento das pedreiras, cadastramento dos mineradores, orientações quanto a melhor maneira de extrair o arenito, e a conscientização do encerramento das atividades de mineração na área que seria então destinada à Reserva Florestal e ao Parque Turístico. Segundo Collaço (1995), no total, foram mapeadas 46 pedreiras, com 37 em

atividade, 5 com extração ocasional e 4 desativadas, sendo cadastrado ao todo 195 mineradores.

Com a execução desta etapa, e os trabalhos entregues à Fundação Estadual de Preservação Ambiental - Fepan, os mineradores obtiveram a Licença de Operação¹⁰ - LO, pelo prazo de um ano.

Em janeiro de 1995, foi iniciada a segunda parte do projeto, que compreendia o recadastramento das pedreiras e dos mineradores, bem como um cronograma de desativação gradual da pedreira, que se baseou nas seguintes características:

❖ Tamanho das bancadas com condições de mineração, presença de estratificações cruzadas truncadas, presença de extratos com alto grau de mergulho, grau de oxidação dos arenitos, presença de paredões abruptos, preservação da vegetação e camadas de solo existentes.

A partir do recadastramento feito constatou-se que atuavam 27 pedreiras e não mais 37 como em 1994, sendo que o número de mineradores teria diminuído de 195 para 158.

Com o estudo das características da frente de mineração, foi elaborado um Termo de Compromisso, no qual os mineradores deveriam seguir as orientações que foram estabelecidas pelos geólogos da SEMMAM, sob a fiscalização da FEPAM e do IBAMA.

Um dos principais itens do Termo de Compromisso foi a data para a paralisação das pedreiras. A assinatura deste Termo foi em 11 de abril de 1995, sendo que a data máxima prevista para o encerramento das atividades foi de 04 de agosto do mesmo ano.

O Projeto idealizado pela SEMMAM não obteve sucesso. Infelizmente, a falta de controle das pedreiras irregulares, bem como o aumento da construção civil na Região Metropolitana de Porto Alegre, ocasionaram um aumento da extração do arenito no Morro.

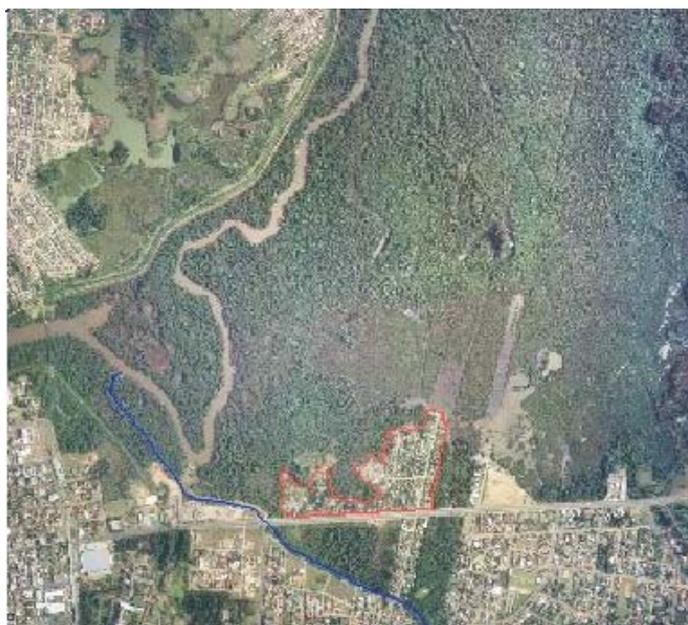
Segundo Collaço (1995), são graves os problemas gerados pela extração do arenito. A flora, os recursos hídricos e paisagísticos são permanentemente atingidos pela atividade de mineração, e a mata nativa que se estende sobre as escarpas, é constantemente agredida pelos rejeitos.

¹⁰ Licença de Operação (LO): autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados.

1.4.2. Ocupações irregulares na mata do arroio Kruze e a poluição

Uma outra ocupação irregular importante encontra-se na mata do arroio Kruze, representada por uma área plana, periodicamente inundada. A mata está situada na foz do arroio, na área central do município de São Leopoldo, sendo extremamente rica em termos biológicos. Esta mata sempre foi muito cobiçada para fins imobiliários, fato comprovado pelos inúmeros projetos que dão entrada na prefeitura para liberação da mesma para o parcelamento urbano.

Na fotografia 02, a área em vermelho delimita genericamente a ocupação irregular na chamada mata do arroio Kruze, pertencente à planície de inundação do rio dos Sinos (localizado à oeste da fotografia em padrão meandrante). O arroio Kruze está representado pela linha em azul.



Fotografia 02 : Ocupações irregulares na mata do arroio Kruze
Fonte: SEMMAM, 2005.

Além dos problemas causados à mata, os moradores também sofrem por estarem ocupando um local impróprio. É comum no período de cheia a inundação das casas que estão nesse local. Algumas casas, ainda, estão muito próximas à Avenida Imperatriz Leopoldina, que tem limite de velocidade de 60 km/h e não tem passeio público junto às ocupações irregulares, causando assim desconforto e insegurança aos moradores.

Segundo a Sr^a Maria Francisca, funcionária da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São Leopoldo, entrevistada em março de 2006, as ocupações irregulares na mata, às margens do rio dos Sinos (e foz do arroio Kruze), chegam ao número aproximado de 100¹¹ casas.

A descarga sanitária produzida pelos moradores é lançada *in natura* no rio e nos banhados. A poucos metros dessas ocupações, às margens do rio dos Sinos, estão instaladas as bombas de captação de água do Serviço Municipal de Água e Esgoto de São Leopoldo – SEMAE.

A prefeitura de São Leopoldo com o objetivo principal de preservar parte da planície de inundação do rio dos Sinos, está construindo um parque no local, além dos limites das ocupações irregulares. Para a instalação do mesmo, além da relocação das famílias que estão morando no local, está sendo elaborado o Plano de Manejo do Parque. Essa questão será mais detalhadamente trabalhada no capítulo VI deste trabalho.

A poluição hídrica por despejo de esgoto e lixo ocorre ao longo da bacia hidrográfica do arroio Kruze, sendo que esses problemas são mais graves no perímetro urbano. No contexto regional é importante salientar que a bacia hidrográfica do arroio Kruze é uma sub-bacia do rio dos Sinos, a qual insere-se na bacia hidrográfica do Guaíba. Dessa maneira, as intervenções inadequadas e o uso predatório que ocorrem na mesma poderão trazer conseqüências para áreas que extravasam a própria bacia, contribuindo para agravar os problemas ambientais da Grande Porto Alegre.

Em vários locais da bacia hidrográfica do arroio Kruze, onde ocorre o despejo de lixo por moradores nas encostas dos arroios e dentro dos mesmos, existe o serviço de coleta. Nas saídas de campo, com o Projeto Monalisa, onde andávamos dentro do rio, muitas pessoas que moravam em áreas ribeirinhas nos perguntavam quando a prefeitura pretendia fazer a limpeza do local, pois estavam incomodados com a situação. Porém, a simples limpeza não irá resolver o problema, pois passados alguns dias as margens dos rios estarão novamente cheias de lixo. É necessário um trabalho de esclarecimento junto à comunidade e, em alguns casos críticos, a aplicação de multas.

¹¹ Este número refere-se ao total de casas no local, antes da relocação das famílias para o loteamento Tancredo Neves, em São Leopoldo. Atualmente o número de casas é menor.

O lixo jogado nos rios, nem sempre é dos moradores locais mas de pessoas que vêm de outros lugares e jogam sofás velhos, animais mortos e outros tipos de lixo que não costuma ser levado pela coleta municipal.

Em curso recente realizado em São Leopoldo sobre Preservação e Recuperação de Nascentes, discutiu-se à importância do trabalho de esclarecimento quanto aos problemas ambientais junto às diferentes comunidades locais.

A partir de discussões com o grupo de trabalho presente, observou-se que muitos dos problemas ambientais têm também origem na política eleitoral. Em épocas de campanha, principalmente, candidatos incentivam a ocupação de famílias em locais protegidos por leis ambientais, efetuando inclusive aterros em áreas úmidas. Também ocorre a liberação de empreendimentos inadequados, para conhecidos, amigos e parentes de políticos.

Algumas famílias, alocadas em locais impróprios, são muitas vezes esquecidas e vivem sem condições mínimas. Tornam-se focos de interesse em novas campanhas políticas, e áreas que deveriam ser preservadas, recebem melhorias típicas de loteamentos regulares.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para a elaboração do trabalho proposto foram utilizados os seguintes materiais:

* Mapas do Levantamento Aerofotogramétrico da Região Metropolitana de Porto Alegre. Escala 1: 10000 de 1972. Folhas 2970-4 C, 2970-4 D, 2970-4 I e 2970-4 H. Datum Vertical: Marégrafo de Torres – RS. Datum Horizontal : Carta Geral do Brasil. Fuso: 22. Fornecidas pela Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional – METROPLAN.

* Mapa Geológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Guaíba. Folhas SH.22.V-D, Caxias do Sul de 1998; SH.22.X- C/D Gravataí de 2000, em escala 1 250000. Ambos fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

* Mapa Geológico, Geomorfológico, Pedológico e do Relevo. Folha SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Escala 1 250000. Projeto RADAMBRASIL, IBGE, Rio de Janeiro, 1986.

* Fotografias Aéreas: 270050 a 270055, 281022 a 281028, 290041 a 290048, 30037 a 30047, 311014 a 311017. Escala original 1: 8000 de 1991. Fornecidas pela Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional – METROPLAN.

* Fotografias Aéreas Coloridas: 06_0029 a 06_0032, 07_0015 a 07_0017, 08_0026 a 08_0030, de 2002. Escala original 1: 12000. Fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São Leopoldo- SEMMAM.

* Estereoscópio modelo TOPCON – TOKIO OPTICAL.

* GPS Magellan 315.

* Máquina Fotográfica digital Olympus 3.5.

Softwares:

* Envi 4.0 para o georreferenciamento das fotografias aéreas e da base cartográfica.

* Arc View 3.2 para a digitalização, elaboração e análise das informações.

Ambos fornecidos pelo Departamento de Geodésia do laboratório de Geoprocessamento da UFRGS.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Teórico Metodológico

2.2.1.1 Parâmetros para a análise ambiental

O estudo ambiental da bacia hidrográfica do arroio Kruze foi baseado na proposta metodológica de Fragilidade Ambiental (Ross, 1994), que propõe uma análise integrada do meio ambiente.

Segundo Ross (1994), a fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais.

O estudo integrado de um determinado território pressupõe o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem a intervenção humana. Assim, a elaboração de um estudo ambiental deve partir da adoção de uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural, buscando a integração das diversas disciplinas científicas específicas por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada.

Para o estudo da fragilidade, Ross (1994) propôs a análise empírica dos ambientes naturais e antropizados. Segundo o autor, para o conhecimento dos recursos naturais é importante o levantamento dos solos, do relevo, das rochas, dos minerais, das águas, do clima, da flora e fauna, enfim de todos os componentes do estrato geográfico que dão suporte a vida animal e do homem. É necessário que esses conhecimentos setorizados sejam avaliados de forma integrada, baseando-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos.

Nesta metodologia baseada no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977), o estudo da fragilidade dos ambientes naturais é muito significativo na aplicação do planejamento territorial.

O conceito de Ecodinâmica, que compreende as inter-relações do meio biológico com o meio físico, propõe um conhecimento dos fatos e dos fenômenos dos agentes atuantes e de sua participação relativa nos processos do meio ambiente, admitindo que

“dominadas as causas, podem ser controlados os efeitos”, sendo este um conceito revivificado no campo do conhecimento científico.

Tricart (1977) definiu que os ambientes naturais, quando estão em equilíbrio dinâmico, são estáveis e quando estão em desequilíbrio, instáveis. Ross (1994) ampliou esses conceitos para que estes pudessem servir para o Planejamento Territorial, sendo que o estudo da fragilidade deve compreender a integração da análise dos elementos físicos naturais, como o relevo, os solos, declividade, as rochas entre outros, frente ao tipo de uso e ocupação do solo.

2.2.1.2 Parâmetros para a análise da caracterização geológica e pedológica regional.

Pela inexistência de mapas em escala adequada, foi elaborada uma análise regional da geologia e dos solos, objetivando correlacionar essas informações com a área de estudo. A principal referencia bibliográfica compreendeu o relatório do Projeto RADAMBRASIL (1986).

A formação dos solos está intimamente ligada à geologia, pois é da decomposição das rochas que estes se formam. Segundo Popp (1998), o solo é uma mistura de matéria mineral, formada por produtos físicos e químicos do intemperismo das rochas, e da matéria orgânica, formada por resíduos mais ou menos decompostos de vegetais e, em menor proporção, por restos de secreções de animais.

Os componentes químicos das rochas são conservados quando estas entram em decomposição, assim, analisar a resistência dos minerais em relação ao intemperismo, de certa forma, compreende uma análise embrionária da resistência dos solos à erosão e ao movimento de massa.

A partir do tipo de rocha; ígnea, metamórfica ou sedimentar, há um panorama geral da quantidade e tipos de minerais constituintes de cada uma delas, sendo possível atribuir a estas, maior ou menor resistência à meteorização. Um exemplo pode ser dado quando se compara granito e arenito, sendo o primeiro mais resistente que o segundo. Será nesse nível a identificação mineralógica das rochas, e a partir desse fator, será então determinada (aliada a outros fatores) a resistência das rochas ao intemperismo.

A análise dos solos levará em consideração a fragilidade destes frente aos processos erosivos, sendo que alguns são mais susceptíveis à erosão e aos movimentos de massa que outros, mesmo que as práticas conservacionistas sejam as mesmas; esta diferença deve-se às propriedades de cada solo, relacionada a fatores como o relevo, a rocha de origem, etc.

Um exemplo da fragilidade dos solos frente a processos erosivos e de escorregamento pode ser explicado da seguinte forma: os componentes básicos do solo são o silte, a areia e a argila, a combinação desses fatores em maior ou menor grau tornará o solo mais ou menos resistente ao carreamento. Os solos mais arenosos possuem menor resistência devido a sua fraca capacidade de agregação não oferecendo resistência à penetração das raízes, são fracos em fertilidade e possuem baixa capacidade de retenção de água, já os solos argilosos têm alta capacidade de retenção de umidade e pouca aeração.

2.2.1.3 Parâmetros para a análise do relevo

Segundo Ross (1994), o relevo pode ser caracterizado como um dos componentes do meio natural que apresenta uma diversidade enorme de tipo de formas. A sua formação e posterior modificação está condicionada em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico. Essas formas parecem ser estáticas e pouco diferenciadas, porém revelam-se dinâmicas e a partir das interferências que sofrem irão mostrar-se de múltiplas maneiras na crosta terrestre. As inter-relações ocorridas podem ser traduzidas pela troca de energia e matéria, sendo geradoras da história atual do relevo e responsáveis assim, pela evolução e, dessa forma, pela gênese do modelado terrestre.

Para Christofolletti (1974), os processos morfogenéticos são os responsáveis pela transformação das formas do relevo, representando a ação da dinâmica externa sobre as vertentes. O conjunto dos fatores responsáveis pela formação do relevo desenvolve-se de forma diferente e com eficácia variada, dependendo do meio em que agem.

As formas do relevo constituem o objeto de estudo da geomorfologia. Segundo Marques (1994), a evolução do conhecimento humano, no que se refere a geomorfologia, não se restringiu apenas em conhecer os tipos de relevo e os processos a ele relacionados.

Este tem ido muito mais além, buscando respostas: como evoluem os grandes conjuntos de relevo, qual o significado no contexto ambiental, de que forma interferir e controlar os processos geomorfológicos, como conviver com os processos catastróficos, entre outros.

Ainda segundo Marques (1994), observa-se o reconhecimento da importância do relevo, pela atenção que é dada ao seu estudo na elaboração de planos e projetos que necessitam, cada vez mais, explicar os possíveis impactos ambientais que serão decorrentes de sua implementação.

O reconhecimento do relevo é fundamental em qualquer trabalho de caracterização física regional, sendo utilizado em estudos ambientais de diversos tipos; envolvendo geomorfologia, geologia, pedologia, fitogeografia, etc. As informações que dele se pode extrair são hoje utilizadas com os mais diferentes objetivos, como o planejamento do uso do solo, em trabalhos de recuperação ambiental, na racionalização de atividades agrícolas, entre outros.

Para o reconhecimento do relevo, a carta topográfica tem sido um dos recursos empregados largamente em estudos realizados no campo ambiental, pois fornece informações importantes no que se refere ao relevo.

Dentre os diversos parâmetros utilizados para caracterizar o relevo, o mapeamento da declividade é um elemento de grande aplicabilidade, embora este tipo de carta, isoladamente, seja pouco utilizável. No entanto, quando correlacionada com outros tipos de fenômenos geográficos diretamente ligados à topografia local, ganham valor e aumentam de maneira considerável suas possibilidades de aplicação.

Para o reconhecimento do relevo da área de estudo, o mapa de declividade foi gerado utilizando-se das classes de declividade propostas por Hertz & De Biasi (1989) que seguem no quadro 04.

Quadro 04: Classes de declividade segundo Hertz & De Biasi (1989)

LIMITE (%)	COR	LEGISLAÇÃO
< 5	Amarela	<i>Limite urbano-industrial</i> , utilizado internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo e da Emplasa – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A
5 – 12	Verde	Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns autores adotam a cifra de 10% e/ou 13%. A diferença é muito pequena, pois esta faixa define o <i>limite máximo do emprego da mecanização agrícola</i> .
12 – 30	Laranja	O limite de 30% é definido por legislação federal - Lei 6766/79 também chamada de Lei Lehmann, que vai definir o <i>limite máximo para urbanização sem restrições</i> , a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.
30 – 47	Marrom	O Código Florestal fixa o limite de 25° (47%), como <i>limite máximo de corte raso</i> , a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas - Lei 4771/65 de 15/09/65.
> 47	Vermelha	O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa situada <i>entre 25° (47%) a 45° (100%)</i> , não é permitida a <i>derrubada de florestas</i> , só sendo tolerada a extração de tóras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Fonte : Hertz & De Biasi (1989).

Em relação à elaboração do mapa geomorfológico, a metodologia utilizada foi baseada na proposta de táxons elaborada por Ross (1992). A elaboração dessa proposta tem como princípio a fundamentação teórica metodológica de Penck (1953), Guerasimov (1946), e de Mecerjakov (1968), que desenvolveu os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura.

Segundo Penck (1953), o entendimento das atuais formas do relevo terrestre é produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas, as forças endógenas se revelando de duas formas, a primeira comandada pela dinâmica da crosta terrestre, e a segunda se processando de modo imperceptível através da resistência ao desgaste que a litologia e seu arranjo estrutural oferece a ação de processos exógenos. A ação exógena é também de atuação constante e diferencial no espaço e no tempo, face às características climáticas locais, regionais e sazonais e às mudanças climáticas.

Já seguindo os princípios de Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968), a morfoescultura se define por processos morfogenéticos comandados por um determinado tipo climático atual, mas também do passado, refletindo a influência da diversidade de resistência da litologia e seu respectivo arranjo estrutural, sobre a qual foi esculpida. Já o processo morfoclimático é um produto da ação climática sobre uma determinada estrutura. Dentro desta concepção os domínios ou zonas morfoclimáticos atuais não são, obrigatoriamente, coincidentes com as unidades morfoesculturais.

A importância da definição de táxons se dá pela maior facilidade em operacionalizar uma pesquisa geomorfológica, tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanhos. De acordo com a proposta taxonômica elaborada por Ross (1992), os táxons identificados são (Figura 03):

- Primeiro Táxon: caracteriza-se por ser o maior e está ligado ao conceito de morfoestrutura, correspondendo aos grandes padrões de formas de influências tectônico-estruturais no relevo.

- Segundo Táxon: são as unidades morfoesculturais menores, geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico na morfoestrutura, exemplos: depressões periféricas e monoclinais, planaltos em patamares intermediários, residuais entre outros.

- Terceiro Táxon: são as unidades de padrão de formas semelhantes do relevo ou padrões de tipo de relevo. Apresentam distinção pela fisionomia topográfica, do formato de

topos, vertentes e vales de cada padrão, podendo existir várias em cada unidade morfoescultural.

- Quarto Táxon: refere-se a cada uma das formas do relevo contidas nas unidades morfológicas ou de padrão de formas semelhantes. Representa as formas de relevo que tanto podem ser por processos de agradação (processos de sedimentação) quanto por denudação (processos erosivos).

- Quinto Táxon: corresponde às vertentes ou setores de vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. As vertentes de cada tipologia são geneticamente distintas e cada unidade de vertente também se mostra diferenciada.

- Sexto Táxon: são formas de relevo menores produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais, quase sempre induzidas pela atividade humana. Ex: voçorocas, cicatrizes de deslizamento, cortes, aterros, entre outros.

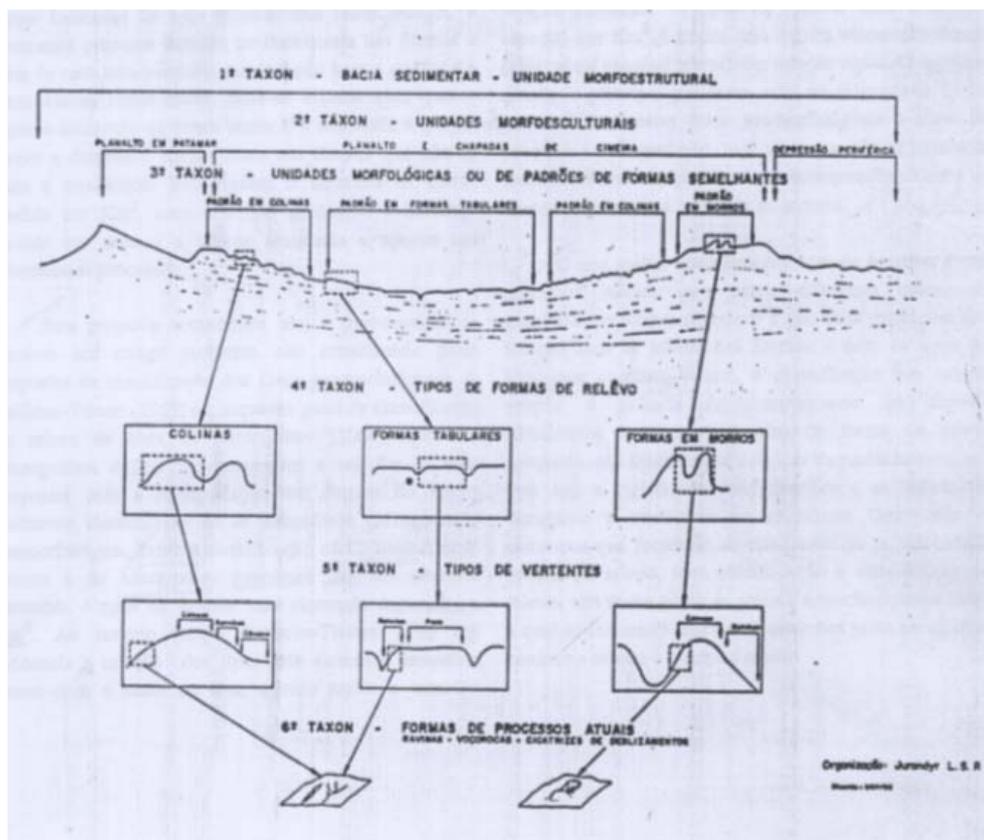


Figura 03: Diagrama esquemático dos táxons do relevo

Fonte: Ross (1992, p. 22).

O mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Kruze compreenderá o 4º táxon (representado pelas formas de processos agradacionais planícies fluviais – e denudacionais – colinas) e o 5º táxon (representado por segmentos de morros e de colinas com topos planos ou convexos, vertentes côncavas, convexas e retilíneas). Na legenda do mapa geomorfológico, constará também uma análise da morfogênese e da morfodinâmica das formas e segmentos do relevo.

Com o objetivo de evitar um mapa sobrecarregado de informações, e por isso de difícil entendimento, optou-se por elaborar um mapa à parte do geomorfológico, relativo às características naturais e principais alterações antrópicas da rede hídrica do arroio Kruze, compreendendo subcapítulo de análise do mapa geomorfológico. Primeiramente, será feita uma caracterização física e, posteriormente, serão mapeadas e discutidas as principais alterações causadas ao longo dos canais, estabelecendo-se relações com os possíveis problemas decorrentes dessas alterações.

Além dos mapas de declividade e geomorfológico, foram também elaborados os mapas hipsométrico e o Modelo 3D do terreno, para auxiliar na compreensão e na análise do relevo da área de estudo.

2.2.1.4 Parâmetros para a análise do processo de urbanização regional

Para a análise do processo de urbanização regional, foi elaborada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, relacionando-se a urbanização brasileira com a Região Metropolitana de Porto Alegre, buscando assim entender a urbanização da área de estudo. Para o entendimento das questões que cercam a realidade, torna-se essencial a relação entre as diversas escalas de análise, pois as relações entre elas são importantes para um estudo que visa uma ampla visão da realidade.

A partir da compreensão deste processo busca-se entender o desencadeamento de alguns dos problemas ambientais encontrados na bacia hidrográfica do arroio Kruze.

2.2.1.5 Parâmetros para a análise do uso e ocupação do solo

A análise do uso e ocupação do solo da área de estudo baseou-se em levantamentos de campo, elaboração de um mapa de mesmo nome, além de pesquisa bibliográfica para dar embasamento às discussões elaboradas.

Outro importante fator analisado, juntamente com o mapa de uso e ocupação do solo, referiu-se ao Código Florestal e ao Plano Diretor. O primeiro serviu para analisar a existência ou não de vegetação nas áreas de preservação permanente, bem como as ocupações irregulares. O segundo, para a análise do ordenamento urbano, sendo analisado de forma integrada ao Código Florestal.

Em relação ao ambiente urbano, as mudanças que se desenvolvem a partir da apropriação do espaço são inúmeras e complexas. Segundo Galenari (1997), a ocupação do meio físico por meio da expansão urbana tem mostrado problemas de relativa gravidade, em função da falta de conhecimento dos fatores que o regem e da resposta do componente ambiental frente à ocupação.

Segundo Tucci (1995), as peculiaridades da urbanização residencial brasileira, com lotes pequenos e intensamente urbanizados, tendem a ampliar o problema das cheias em áreas urbanas. Para o autor, o controle das cheias urbanas tem por tendência ser realizado por meio de canalização de trechos críticos em uma bacia, não sendo esta considerada como um todo, assim a canalização dos pontos críticos acaba transferindo o problema de inundação para outras áreas.

Uma característica importante a ser considerada em áreas urbanas refere-se ao grau de adensamento urbano, que está intimamente ligado ao grau de impermeabilização do solo. Para Souza (2004), este é um índice muito importante sob o ponto de vista ambiental. Esse fator estará estritamente ligado à capacidade de infiltração da água, podendo aumentar o escoamento superficial, o que tende a agravar problemas de inundação e mesmo de enchentes em áreas urbanas.

Devido à importância do estudo sobre o adensamento urbano, as construções da bacia hidrográfica do arroio Kruze, para o perímetro urbano, foram classificadas em áreas de ocupação adensada e áreas de ocupação rarefeita.

Referente às ocupações irregulares, estas foram identificadas, em parte, por meio da elaboração de um buffer de 10 metros para os cursos de água e raio de 50 metros para as nascentes, com base no Código Florestal, cruzando as áreas de preservação permanente com os polígonos gerados no mapa de uso e ocupação do solo.

Sabe-se que as casas construídas em locais impróprios, em margens de arroios, banhados e em vertentes íngremes, são as que mais tendem a sofrer as conseqüências das alterações ambientais dentro de uma bacia hidrográfica. Essas ocupações compreendem não só locais impróprios como também construções que oferecem riscos devido, muitas vezes, a frágil estrutura das casas, construídas freqüentemente com materiais inadequados.

Um outro fator importante considerado no mapa de uso e ocupação do solo é a cobertura vegetal, esta diminui o escoamento superficial, reduzindo as taxas de erosão e de impermeabilização.

O quadro 05, elaborado por Ross (1994), classifica os graus de proteção dos solos a partir da cobertura vegetal. Os itens se enquadram mais comumente para áreas rurais, e na medida do possível, serão considerados para a área de estudo.

Quadro 05:Graus de Proteção dos tipos de Cobertura Vegetal

Graus de proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1. - Muito Alta	Florestas/ matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade
2. - Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa). Mata homogênea de pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
3. - Média	Cultivos de ciclo longo em curvas de nível /terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas
4. - Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja) com solo exposto entre ruas, culturas de ciclo curto (arroz, feijão, soja, milho, algodão) com cultivo em curvas de nível/terraceamento
5. - Muito baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/ gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas

Fonte: Ross, 1994.

2.2.2 Operacional

Para a elaboração dos mapas hipsométrico, de declividade e Modelo 3D do Terreno, foi necessária a escanerização, o georreferenciamento, a digitalização e a cotação das curvas de nível e topos. Para o mapa geomorfológico antes dos procedimentos acima citados, foram utilizadas fotografias aéreas contando com a técnica de estereoscopia para extrair a informação desejada, bem como trabalho de campo.

Para o mapa de uso do solo, além de monitoramento de campo, foram utilizadas fotografias aéreas, contando com o apoio de imagens e cartas produzidas anteriormente.

Os solos e a geologia foram analisados a partir dos mapas produzidos pelo Projeto RADAMBRASIL (1986), disponíveis em escala 1: 250000. Todas as informações relativas aos solos e a geologia da área, mesmo que em pouco detalhe, foram discutidas e analisadas, contribuindo para alcançar o objetivo deste trabalho.

2.2.2.1 Confeção do mapa morfométrico (declividade), modelo 3D do terreno e hipsométrico

A carta de declividade foi processada pelo método de vetorização das curvas de nível, gerando o MDT (Modelo Digital do Terreno), resultando no mapa desejado, sendo possível o cruzamento de informações com programas que utilizam a plataforma de um SIG - Sistema de Informações Geográficas.

As curvas de nível da carta topográfica são isolinhas. Uma isolinha pode ser entendida como uma linha poligonal onde é atribuído um único valor Z, distância vertical.

Dentre os conceitos de Modelagem Digital do Terreno, podemos considerar como sinônimos os conceitos de Modelo Numérico do Terreno (MNT) e do Modelo Digital do Terreno (MDT), que determinam uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. A superfície é, em geral, contínua e o fenômeno que representa pode ser variado.

Segundo Burrough (1986), dentre alguns usos do MNT, destacam-se:

- a) armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;

- b) elaboração de mapas de declividade para apoio à análise de geomorfologia e erodibilidade;
- c) análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- d) apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

A criação de um modelo numérico de terreno corresponde a uma nova maneira de focar o problema da elaboração e implantação de projetos. A partir dos modelos (grades) pode-se calcular diretamente e gerar mapas de declividade, gerar fatiamentos nos intervalos desejados e perspectivas tridimensionais. No processo de modelagem numérica de terreno podem-se distinguir três fases: aquisição dos dados, geração de grades e elaboração de produtos representando as informações obtidas.

As classes de declividade e suas categorias correspondentes devem estar definidas anteriormente no banco de dados (INPE, 2001). A qualidade do mapa de declividade será determinada pela malha digital de curvas de nível e pontos cotados, obtida no processo de vetorização.

A declividade pode ser definida como a inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte. Numa carta topográfica, através das curvas de nível, vemos que quanto maior for a inclinação tanto mais próximo estarão as curvas e, inversamente, elas serão mais afastadas quanto mais suave for o declive.

Um outro mapa elaborado de forma a auxiliar a análise do relevo, foi o modelo tridimensional do terreno ou 3D da área de estudo (Figura 04). Para a representação de uma superfície próxima ao real no computador é indispensável à elaboração e criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou em rede (grade) de pontos, de modo a transmitir ao usuário as características espaciais do terreno.

Um Modelo Digital do Terreno, pode ser criado na forma de um gradeamento irregular de triângulos TIN. Na figura 04 é possível visualizar, parcialmente, o modelo 3D da bacia hidrográfica do arroio Kruze. Esse modelo permite giro em todas as direções, facilitando assim a visualização do relevo. Devido a pouca diferença altimétrica da bacia hidrográfica do arroio Kruze, para este modelo específico criou-se um exagero vertical igual a 3.

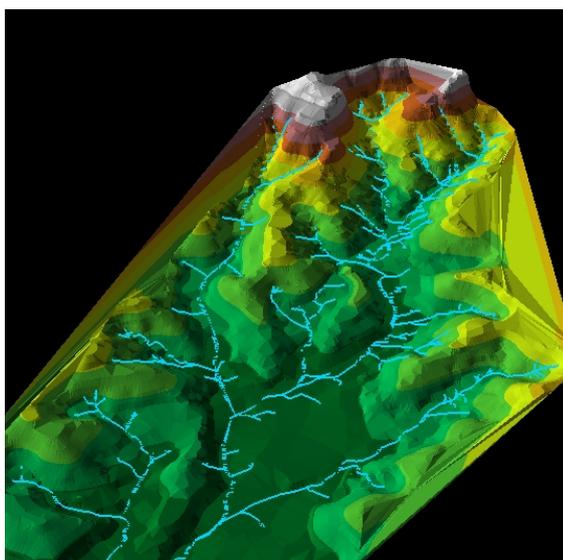


Figura 04: Modelo 3D da bacia hidrográfica do arroio Kruze.
Elaboração : Adriana Pentead, 2005.

Na maioria das vezes, a representação do relevo é realizada em projeções horizontais ou verticais, que possui apenas duas dimensões. Entretanto, para representar a forma do relevo, que é tridimensional, utilizam-se às curvas de nível, que possuem as dimensões x, y e z. Atualmente o grande desafio é conciliar as técnicas de geoprocessamento com o mapeamento geomorfológico.

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir da digitalização e aferição das cotas nas curvas de nível e nos pontos mais altos da bacia. As curvas de nível foram digitalizadas a cada 10 metros, podendo o mapa hipsométrico ser elaborado a partir desse intervalo, ou ser estipulado um intervalo maior, caso isso possibilite uma melhor visualização. O mapa elaborado neste trabalho possui intervalo de 30 metros.

2.2.2.2 Confeção do mapa geomorfológico

Tendo como apoio os mapas hipsométrico, declividade, modelo 3D do terreno e fotografias aéreas da área de estudo, confeccionou-se o mapa geomorfológico. As formas do relevo identificadas na área de estudo foram :

As Planícies de Inundação, os Patamares Planos, as Colinas e os Morros (4º táxon), identificando a forma dos topos (convexo e plano) e das vertentes (côncavas, convexas e

retilíneas) (5º táxon) para as formas em colinas e morros.

Os mapas geomorfológico e de uso e ocupação do solo foram os principais elaborados para este trabalho, para a confecção destes, utilizou-se da técnica de estereoscopia. Dessa forma, considerou-se importante fazer um breve comentário sobre a fotogrametria.

Segundo Andrade (1998), fotogrametria é a ciência e a tecnologia de obter informações confiáveis através do registro, interpretação e mensuração de imagens. Seu maior campo de aplicação é a elaboração de mapas em colaboração com outras ciências como a Geodésia e a Cartografia. Para estas ciências, as imagens fotogramétricas são utilizadas para o posicionamento de pontos da superfície terrestre e para mapear temas do objeto fotografado, tais como rede de drenagem, florestas, rede viária, feições geológicas, etc. A parte da fotogrametria que trata das fotografias aéreas é conhecida como aerofotogrametria e engloba o maior número de aplicações da área.

Para alcançar a estereoscopia (além da utilização do estereoscópio), é necessário o uso de duas fotografias aéreas que possuam uma área de recobrimento, este compreendendo a faixa de estereoscopia. A partir da visão estereoscópica, que compreende uma visão tridimensional do terreno, é feito o reconhecimento visual do local de estudo.

Fatores como densidade, cor, entre outros, facilitam o reconhecimento das informações. É sempre importante, e facilita o trabalho, fazer uso de material de apoio, como mapas já elaborados da área estudada, mesmo que estes estejam em escalas diferentes. O trabalho de campo é fundamental, como uma das etapas para a confecção de mapas.

A partir dos itens que se desejava extrair, foram criados os layers de informação para cada fotografia, posteriormente digitalizados no *software* Arc View 3.2. Na confecção do mapa de uso e ocupação do solo, a extração das informações compreendeu um trabalho mais simples do que para a confecção do mapa geomorfológico, pois a visão segmentada entre uma e outra fotografia dificultou bastante o entendimento de algumas feições do relevo, principalmente no que diz respeito à forma de topos e de vertentes.

Para a confecção de um mapa geomorfológico, a data das fotografias, bem como a cor, não compreendem o fator mais importante. Já para o mapa de uso e ocupação do solo, ajudam muito no trabalho de reconhecimento. Para finalizar, o mapa geomorfológico,

exige, primordialmente, uma visão tridimensional do relevo, diferentemente do mapa de uso e ocupação do solo que se refere mais à visão bidimensional.

2.2.2.3 Confecção do mapa de uso e ocupação do solo

O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado por meio das fotografias aéreas coloridas de 2002, fornecidas em meio digital pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São Leopoldo - SEMMAM. O primeiro passo para a elaboração desse mapa foi a impressão das fotografias e posterior reconhecimento visual dos usos com a utilização do estereoscópio. As fotografias foram salvas em ótima resolução o que facilitou muito o pré-reconhecimento dos dados. Posteriormente cada fotografia foi georreferenciada, tendo como base os mapas do levantamento aerofotogramétrico da Região Metropolitana de Porto Alegre, georreferenciados anteriormente.

A defasagem temporal em relação às cartas e às fotografias, dificultou bastante o trabalho de georreferenciamento, sendo necessário um paciente trabalho de reconhecimento de pontos entre ambos. Por meio do reconhecimento de um ponto em comum na carta topográfica e na fotografia (Figura 05), foram definidos os pontos de controle na fotografia, sendo recomendável um mínimo de cinco pontos que devem estar bem distribuídos.

A partir do quinto ponto de controle estabelecido, o *software* fornece um quadro onde consta o erro posicional de cada ponto. Dependendo do valor do erro é necessário apagar o ponto, refazendo a operação ou buscando outra referência.

Depois que as fotografias foram georreferenciadas, seguiu-se o trabalho de digitalização via tela. Posteriormente, o trabalho de campo para a verificação das informações e, por fim, editou-se o mapa.

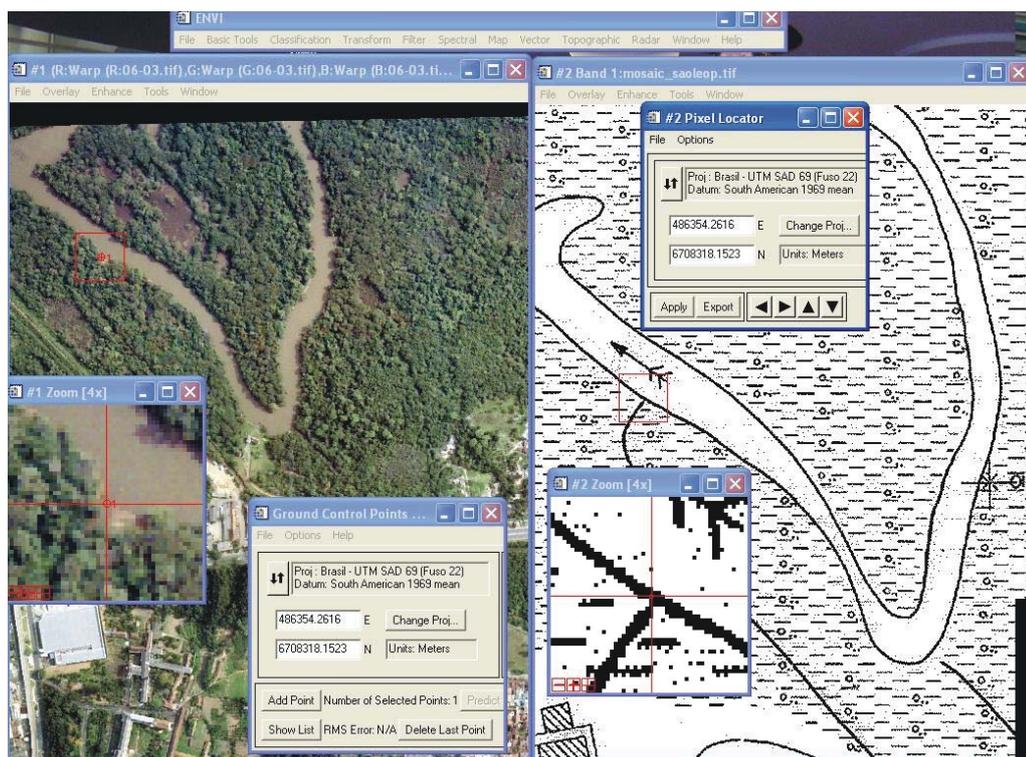


Figura 05: Georreferenciamento de fotografia aérea com base em carta topográfica
Elaboração : Adriana Penteadó, 2005.

2.2.2.4 Apoio técnico e realização do trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado tendo como metas: o reconhecimento da área da bacia hidrográfica do arroio Kruze, definindo sua importância para o estudo; a conferência dos mapas que estavam em elaboração e a coleta de informações por meio de entrevistas qualitativas com a comunidade. Várias foram as saídas realizadas para a concretização dessas metas.

O principal apoio recebido para a realização das saídas de campo veio por meio do Projeto Monalisa. Este projeto trata dos impactos ambientais causados na bacia hidrográfica do rio dos Sinos, englobando, dessa forma, a bacia hidrográfica do arroio Kruze. Os dados levantados por esse projeto compreendem uma rica fonte de informações, em especial para aqueles estudos que têm como unidade de estudo, uma bacia hidrográfica.

O Projeto Monalisa encontra-se em andamento e conta com a parceria, entre outras entidades, com as Secretarias Municipais de Meio Ambiente dos municípios que integram

a bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Cada Secretaria de Meio Ambiente formou equipes de campo para percorrerem os arroios, com o objetivo de registrar os diversos tipos de impactos ambientais. No município de São Leopoldo, a bacia hidrográfica do arroio Kruze foi a primeira a ser pesquisada, sendo que o levantamento foi iniciado na área próxima ao exutório do referido arroio.

Para chegar à foz do arroio Kruze pelo rio dos Sinos, foi necessária a utilização de um barco. No restante do percurso, foi possível andar dentro dos arroios que compõem a bacia, pois a lâmina de água não ultrapassa cinquenta centímetros de profundidade. Sendo de grande interesse para a realização deste trabalho, acompanhou-se a equipe do Monalisa durante dois meses, fazendo-se então o registro das informações importantes para a pesquisa.

De forma abrangente, o Projeto Monalisa visa o cadastro dos usuários da bacia do rio dos Sinos, além do diagnóstico visual dos impactos causados no entorno dos corpos hídricos. A partir do levantamento dos dados propostos, espera-se fazer uma avaliação sobre a capacidade de manutenção das lavouras de arroz e o comprometimento que estas poderão sofrer, bem como outras atividades produtivas, frente à possibilidade de expansão descontrolada das áreas cultivadas. Espera-se que algumas situações geradoras de conflitos pelo uso da água sejam minimizadas, na medida em que serão identificadas suas causas.

O Projeto Monalisa deseja também contar com a participação da população nesse trabalho. Por meio do conhecimento das informações geradas, espera-se que a comunidade local, assuma o compromisso quanto ao uso de suas águas. A participação da comunidade se dá de maneira voluntária, sem que os indivíduos sejam obrigados a participar de todas as etapas executivas. Com este propósito, acredita-se que, além das Prefeituras, as entidades representativas, tanto da categoria de abastecimento público quanto da agricultura, exercerão um papel fundamental na formação de equipes de campo.

O trabalho está sendo efetuado por meio de três fontes de informação: uma delas compreende dados secundários disponíveis por meio de instituições oficiais de licenciamento ambiental, tais como da Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAN e prefeituras municipais, de empresas de saneamento como a Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN, do Serviço Municipal de Água e Esgoto - SEMAE, da Companhia Municipal de Saneamento - COMUSA e das instituições que oferecem apoio

técnico às atividades agrícolas irrigadas como o Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA e Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER. A segunda fonte de informação é obtida por meio de mapeamento das áreas de plantio de arroz e banhados, utilizando-se de imagens de satélite e a terceira fonte, por meio de coleta de informações em saídas de campo.

A proposta geral das equipes de campo, formada por voluntários, é percorrer os córregos mais expressivos, localizados nos limites de 22 municípios, dos 32 que integram a bacia do rio dos Sinos. Durante o trajeto ocorrem a identificação, a avaliação e o registro das alterações causadas nos rios, tais como: pontos de retirada e devolução de água, poluição doméstica e industrial, alteração de leito, erosão, presença de mata ciliar, entre outros.

Com base nos resultados obtidos na execução do Projeto serão definidas medidas para a correção dos impactos. O produto final compreenderá um banco de dados georreferenciados que irá indicar as categorias dos impactos levantados e o grau de alteração de cada um deles, contribuindo para o gerenciamento dos recursos hídricos.

As saídas de campo realizadas com a equipe do Monalisa possibilitaram a coleta de diversos tipos de informações que serviram de base para todos os mapas gerados no trabalho, inclusive algumas entrevistas com moradores que moram próximos aos arroios.

O trabalho de campo no Morro do Paula (realizado sem a equipe do Projeto Monalisa), devido à violência no local, contou com o apoio da Brigada Militar do município de São Leopoldo. Dentre os principais objetivos da subida ao Morro estavam as entrevistas qualitativas com os moradores, bem como a identificação dos problemas ambientais na área.

III. ANÁLISE REGIONAL GEOMORFOLÓGICA, GEOLÓGICA E PEDOLÓGICA

Para a realização do presente capítulo, utilizou-se como principal referencial bibliográfico o trabalho realizado pelo Projeto RADAMBRASIL (1986), juntamente com os mapas que o acompanham. A utilização deste Projeto deve-se ao fato de que este compreende, até o momento, a escala mais adequada para a análise da geomorfologia, da geologia e dos solos da área de estudo no aspecto regional. Apesar deste relatório ter sido elaborado na década de 1980, possui indiscutível qualidade e importância.

Exclusivamente em relação a geomorfologia da área de estudo, há dois capítulos que tratam deste assunto, o primeiro compreende uma caracterização dos aspectos regionais e o segundo, uma análise mais detalhada, feita a partir do mapa geomorfológico elaborado especificamente para a área de estudo.

3.1. Geomorfologia

Por meio de pesquisa bibliográfica do Projeto RADAMBRASIL (1986), constatou-se que existem várias classificações para a compartimentação do relevo, estas foram elaboradas por diversos autores, e na maioria das vezes, baseadas em diversos critérios, tais como: climáticos, fisiográficos, geomorfológicos, entre outros. De modo geral são classificações muito generalizadas, que não possuem hierarquia taxonômica e muitas vezes se baseiam em critérios múltiplos dentro de uma mesma classificação.

Por meio do aprimoramento dos estudos e da evolução do mapeamento geomorfológico, o Projeto RADAMBRASIL¹² (1986), conseguiu alcançar a hierarquização da compartimentação geomorfológica em três categorias que se apresentam distintas (Quadro 06), tanto no que diz respeito aos critérios que a justifica, quanto aos aspectos gerais do relevo em si.

¹² Folhas: Porto Alegre e parte das folhas Uruguaiana e Lagoa Mirim, escala 1 : 250000.

O primeiro grande táxon foi definido como o Domínio Morfoestrutural, que comporta várias Regiões Geomorfológicas (segundo táxon), que por sua vez admitem subdivisões que se referem às Unidades Geomorfológicas (terceiro táxon).

Os domínios morfoestruturais ocupam grandes áreas que, por vezes, registram grandes diferenças geomorfológicas (Quadro 06). Os fatores geológicos, geradores de arranjos regionais do relevo, abrangem variadas formas que, embora guardem relações entre si, estão especialmente ligadas a fatores climáticos atuais ou do passado.

Quadro 06: Compartimentação do relevo a partir das feições geomorfológicas

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Denominação	Denominação	Denominação
Depósitos Sedimentares	Planície Costeira Externa	Planície Marinha
	Planície Costeira Interna	Planície Lagunar Planície Alúvio-Coluvionar
Bacias e Coberturas Sedimentares	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais Planalto Dissecado Rio Iguaçu - Rio Uruguai Serra Geral Patamares da Serra Geral
	Planalto das Missões	Planalto de Santo Ângelo
	Planalto da Campanha	Planalto de Uruguaiana
	Planalto Centro Oriental de Santa Catarina	Planalto de Lajes
	Depressão Central Gaúcha	Depressão do Rio Jacuí Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro
	Depressão do Sudeste Catarinense	Depressão da Zona Carbonífera Catarinense
Embasamento em estilos complexos	Planalto Sul - Rio - Grandense	Planaltos Residuais Canguçu Caçapava do Sul Planalto Rebaixado Marginal
	Serras do Leste Catarinense	Serras do Tabuleiro - Itajaí

Fonte : RADAMBRASIL, 1986.

Dessa forma, um domínio morfoestrutural pode compreender várias regiões geomorfológicas, que se constituem no segundo táxon da classificação geomorfológica, e que se caracteriza por uma compartimentação reconhecida regionalmente, sendo muitas

vezes identificada e correlacionada com aspectos fitoecológicos e pedológicos bastante evidentes.

A região geomorfológica, seguidamente, pode se apresentar com semelhantes condições de dissecação do relevo e portanto não comportar sub-divisões. Porém, embora a região geomorfológica resulte da convergência de muitos indicadores coerentes entre si, ela apresenta compartimentos bastante individualizados por grandes diferenciações quanto ao tipo de modelado, permitindo subdividi-la em várias unidades geomorfológicas – terceiro táxon (Quadro 06).

A bacia hidrográfica do arroio Kruze insere-se entre dois domínios morfoestruturais, segundo a compartimentação do relevo do Projeto RADAMBRASIL (1986), conforme demonstra o quadro 07. Neste trabalho, será feita a caracterização resumida de cada compartimentação, direcionando cada uma, aos aspectos referentes à área estudada.

Quadro 07: Compartimentação do Relevo da bacia hidrográfica do Arroio Kruze

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Depósitos Sedimentares	Planície Costeira Interna	Planície Lagunar
Bacias e Coberturas Sedimentares	Planalto das Araucárias	Patamares da Serra Geral
	Depressão Central Gaúcha	Depressão do Rio Jacuí

Fonte: Compartimentação do Relevo, RADAMBRASIL, 1986.

Adaptação : Adriana Penteado.

O mapa representado na figura 06 compreende uma adaptação do mapa geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1986), onde são espacializadas as unidades geomorfológicas inseridas na bacia hidrográfica do arroio Kruze. Devido à escala do mapa original (1: 250000), compreende-se que os limites de cada unidade geomorfológica não correspondem precisamente aos limites mostrados no mapa que foi adaptado, porém o mesmo auxilia na compreensão das informações relatadas neste trabalho, referentes, principalmente, a geomorfologia. Após o mapa (Figura 06) seguem as descrições de cada domínio morfoestrutural, das regiões e das unidades geomorfológicas.

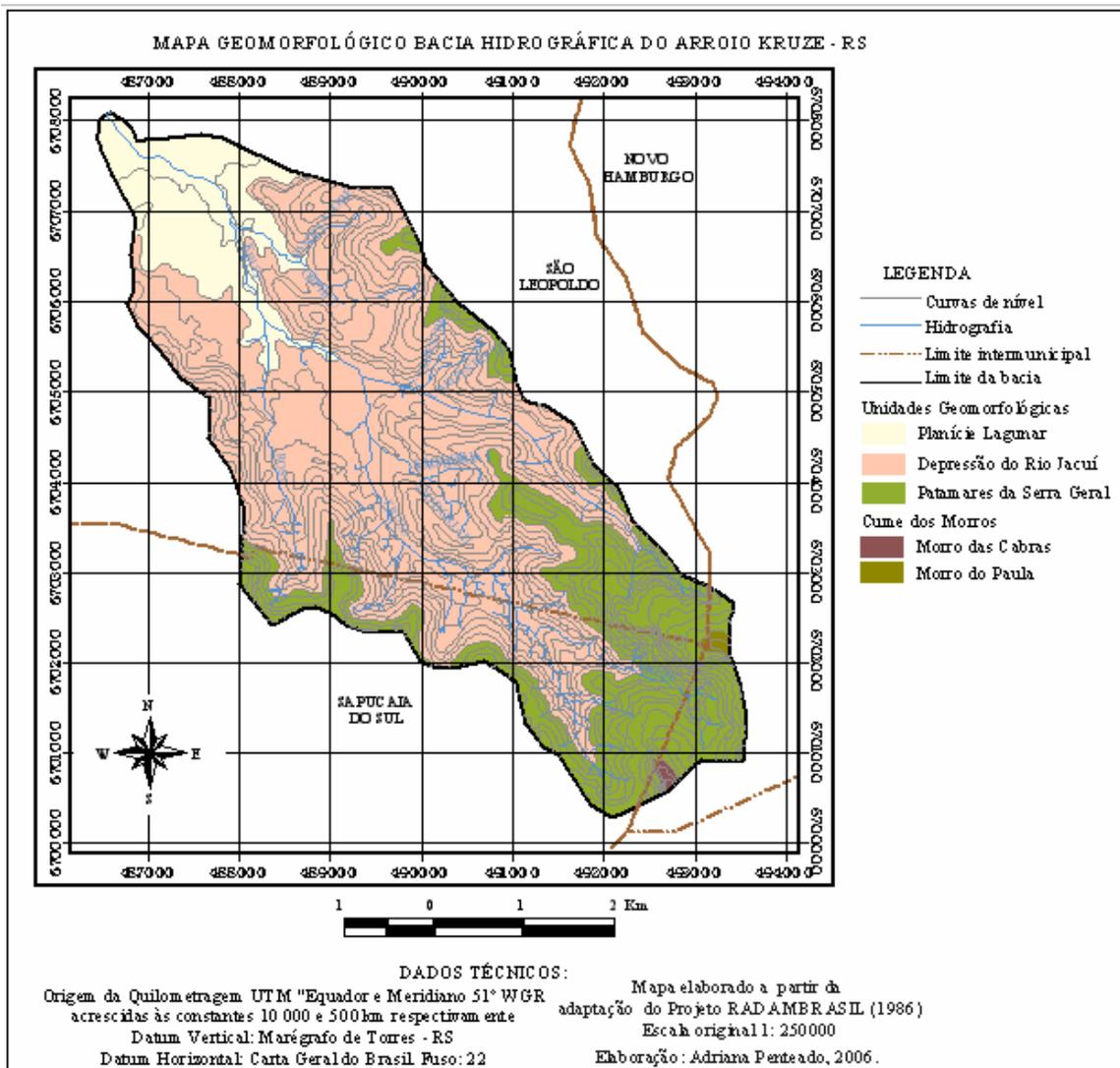


Figura 06: Adaptação do Mapa Geomorfológico RADAMBRASIL (1986).

Fonte : RADAMBRASIL, 1986.

Adaptação: Adriana Penteadó, 2006.

3.1.1 Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares

Este domínio ocorre de forma contínua em toda a costa gaúcha, desde a localidade de Garopaba (SC) até o Chuí (RS). Consiste em amplas e extensas planícies costeiras numa vasta superfície plana e alongada. Os principais rios que drenam essa área correspondem aos baixos cursos dos rios Tubarão e Jacuí, D'Una, Urussanga, Mampituba etc. Compreende litologias do Quaternário, recebendo contribuições continental e marinha,

com presença de depósitos aluvionares, material detrítico coluvial, entre outros. Comporta duas regiões geomorfológicas: Planície Costeira Externa e Planície Costeira Interna.

3.1.2. Região Geomorfológica Planície Costeira Interna

A presente região compreende uma área baixa, onde dominam os modelados esculpidos em depósitos de origem continental. Ocorre em pequenos trechos, geralmente às margens da laguna dos Patos, em que os modelados derivados do remanejamento eólico originaram as dunas atuais. Abrange duas unidades geomorfológicas: Planície Lagunar e Planície Alúvio-Coluvionar.

3.1.3. Unidade Geomorfológica Planície Lagunar

Esta unidade caracteriza-se por ser uma área plana, homogênea e sem dissecação, onde dominam os modelados de acumulação representados pelas planícies e terraços lacustres.

O rio Jacuí passa a integrar a Planície Lagunar, a partir da confluência com o rio Jaguarí, nas proximidades de São Jerônimo (RS). Na foz do rio Jacuí ocorre sedimentação intensa, o que promove a colmatagem na desembocadura do mesmo, nessa área também desembocam os rios Caí, dos Sinos e Gravataí, compondo com outros rios o delta do Guaíba.

3.1.4. Domínio Morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares

Traduz-se por um vasto planalto do tipo monoclinal, com feições geomorfológicas distintas. De modo geral, se apresentam como áreas aplanadas desnudadas, interpenetradas por uma superfície relativamente plana, topograficamente mais baixa. Os principais eixos de drenagem estão representados pelos rios Uruguai e Jacuí.

3.1.5. Região Geomorfológica Planalto das Araucárias

Está inserida no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares. Suas formas foram esculpidas especialmente por rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, que correspondem, quase sempre, aos relevos mais conservados dessa região geomorfológica. Outras vezes, essas formas, posicionadas no basalto das vertentes escarpadas, que ocorrem na borda da Região Geomorfológica do Planalto das Araucárias, se desenvolvem em arenitos da Formação Botucatu.

Os principais rios que atravessam a Região Geomorfológica do Planalto das Araucárias são: o rio Pelotas, o rio Taquari e seu formador, o rio das Antas; o rio Caí e o rio dos Sinos, todos eles geralmente em seus alto e médio cursos. Todos os referidos rios pertencem à bacia de drenagem do rio Jacuí, afora o rio Pelotas.

As características geomorfológicas da Região Geomorfológica Planalto das Araucárias são bastante heterogêneas, variando desde formas de relevo amplos e aplanados, até o nível mais profundo do entalhamento. Nesta unidade foram identificadas quatro unidades geomorfológicas: Planalto dos Campos Gerais, Planalto Dissecado Rio Iguazu – Rio Uruguai, Serra Geral e Patamares da Serra Geral.

3.1.6. Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral

A unidade geomorfológica Patamares da Serra Geral corresponde aos terminais rebaixados em continuidade à Unidade Geomorfológica da Serra Geral, que avançam às Regiões Geomorfológicas Planície Costeira Interna e Externa, a leste, e a Unidade Geomorfológica da Depressão do Rio Jacuí, ao Sul.

De modo geral estende-se sobre as rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral. Nas áreas de maior entalhamento da drenagem, nas de contato com regiões geomorfológicas mais rebaixadas, ocorrem afloramentos de arenitos da Formação Botucatu.

Engloba formas em colinas com pequeno aprofundamento dos vales fluviais, formas de relevo que apresentam forte controle estrutural, e localmente ocorrem formas planares.

À borda da Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral observa-se uma série de morros testemunhos que avançam sobre a Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí.

Para oeste, a Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral, apresenta-se em formas de colinas e vales fluviais com aprofundamento entre 57 e 75 m, associado à ocorrência de morros testemunhos dispersos.

Essas formas de relevo apresentam-se, geralmente, interpenetradas por amplas áreas planas ou embaciadas, resultantes da acumulação fluvial ou da concentração de depósito de enxurradas, que se associam aos cursos fluviais de maior competência da área. A passagem das formas de relevo dissecado para os modelos de acumulação faz-se através de ruptura de declive, onde geralmente afloram as rochas da Formação Botucatu.

3.1.7. Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha

Constitui-se numa área baixa, com colinas alongadas, onde os processos erosivos esculpiram as rochas paleozóicas, triássicas e jurássicas da Bacia do Paraná. A friabilidade do material superficial favorece a ocorrência de intenso processo erosivo. Nessa região ocorrem as Unidades Geomorfológicas: Depressão Rio Jacuí e Depressão Rio Ibicuí – Rio Negro.

3.1.8. Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí

A unidade geomorfológica Depressão Rio Jacuí, localiza-se no segmento leste-oeste da Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha. As principais cidades localizadas nessa unidade são: Cachoeira do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo e Santa Maria. Corresponde a área de drenagem do rio Jacuí.

A unidade caracteriza-se por não apresentar grandes variações altimétricas, dando à paisagem um caráter monótono, onde dominam formas alongadas de topos convexos. Ao lado dessas formas ocorrem vastas superfícies planas, recobertas por colúvios, com

dissecação incipiente. Dessa superfície emergem inúmeros relevos residuais, com vertentes pedimentadas, relacionados ora a Serra Geral, ora aos Patamares da Serra Geral.

3.1.9. Análise da geomorfologia regional

Baseando-se no Projeto RADAMBRASIL (1986), serão feitas considerações sobre as categorias do relevo, suas características e sua dinâmica atual, bem como os efeitos da atividade antrópica e sua reciprocidade sobre a morfodinâmica, em áreas de desequilíbrio ambiental específicas e equiprobemáticas. A estabilidade da morfodinâmica depende das propriedades e associações das formas do relevo, que estão interligados à cobertura vegetal e os solos.

De acordo com o Projeto RADAMBRASIL (1986), o relevo age como o principal limitante à ocupação. No caso da área deste estudo, com a predominância de áreas planas ou de fraca intensidade de dissecação, outras variáveis do ambiente se sobrepõem àquelas impostas pelo relevo.

A análise das categorias do relevo adaptada para este trabalho segue quatro categorias que serão descritas a seguir.

3.1.9.1. Modelados de acumulação fluviolagunar

Os modelados de acumulação fluviolagunar estão restritos às áreas planas e baixas sobre sedimentos do Quaternário. Possuem textura, permeabilidade e coesões variáveis e com o lençol freático próximo à superfície ou aflorante. Em alguns casos permanecem permanentemente alagados. Ocorrem principalmente nos terraços e planícies fluviais, nas regiões Geomorfológicas Depressão Central Gaúcha e Planície Costeira Interna.

A declividade fraca (0 a 2%) favorece a infiltração, porém as variações texturais (permeabilidade), em conjunto com nível elevado do lençol freático, propiciam o escoamento superficial lento e difuso, localmente concentrado e com possibilidade de formação de sulcos e até ravinas.

Nas planícies fluviais e onde os rios cortam os terraços, o escoamento fluvial promove o solapamento das margens dos rios. A mudança para um menor gradiente dos rios implica numa diminuição da competência, provocando a deposição dos detritos transportados de montante, assoreando o leito, as barragens e os lagos.

O alagamento de extensas áreas ocorre devido à elevação e afloramento do lençol freático e ao transbordo dos rios, quando ocorrem precipitações prolongadas e ou extensas.

A dinâmica atual do relevo apresenta forte instabilidade nas planícies e baixos terraços fluviais e nas planícies lacustres, com a ocorrência de processos erosivos nas margens de rios e lagos e com acumulação nas demais áreas. Nos terraços fluviais, livres de inundação pelo extravasamento dos rios, há estabilidade morfodinâmica, com exceção de pontos considerados instáveis, em decorrência da ação antrópica.

3.1.9.2. Modelados de dissecação muito fraca

Os modelados de dissecação muito fraca ocorrem em todas as regiões geomorfológicas, exceto na Planície Costeira Interna e Externa.

Os solos são medianamente desenvolvidos (podzólicos) e a ocupação humana é mais rarefeita, com predomínio da atividade pecuária que mantém uma cobertura vegetal protetora sobre os solos. O desequilíbrio morfodinâmico, quando ocorre, é mais intenso, talvez como resultado do gradiente textural e da descontinuidade e menor espessura das formações superficiais.

O modelo resultante do desequilíbrio morfodinâmico varia com a textura das formações superficiais, que parece ser o resultado da rocha de origem e algumas vezes do remanejamento dos materiais de alteração. Assim as voçorocas e ravinas são comuns em solos com textura arenosa e areno-argilosa, na maioria das vezes associadas aos sedimentos arenosos provenientes das Formações Botucatu, Rosário do Sul e Tupanciretã. Sulcos, truncamentos e decapitações de horizontes são comuns em locais com textura argilosa.

3.1.9.3. Modelados de dissecação fraca

Os modelados de dissecação fraca atingem sua expressão máxima na Depressão Central Gaúcha. Constitui-se por um relevo dissecado em colinas com aprofundamento dos vales entre 15 e 50 metros e densidade média de drenagem.

Nas áreas onde ocorre a erosão acelerada devido à ação antrópica, ocorrem formas (a ela relacionadas) como sulcos e ravinas. Em áreas de vegetação natural, o escoamento subsuperficial e o escoamento superficial lento predominam, com condições de estabilidade morfodinâmica precárias e solos medianamente desenvolvidos (podzólicos).

A retirada da vegetação e o manejo inadequado dos solos levam a uma rápida instabilização e degradação do meio, com destaque para a Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha, através da ação intensa do escoamento superficial difuso e do escoamento superficial concentrado, este último em menor proporção.

3.1.9.4. Modelados de dissecação medianamente forte

Os modelados de dissecação medianamente forte têm sua área de ocorrência típica na Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, caracterizada pela presença de incisões com profundidade entre 51 e 150 m, com vertentes que apresentam uma declividade forte, (18- 30°). Os modelados resultantes são diferenciais em grande parte e a presença de sulcos estruturais, cristas e morros testemunhos, pequenas quedas d'água, entre outros, é comum. Nessa categoria também são comuns os patamares nas encostas e os topos planos de elevações residuais desnudadas.

Nas áreas de afloramento rochoso e onde a vegetação foi retirada a instabilidade morfodinâmica é acentuada.

3. 2. Geologia

Este subcapítulo do trabalho baseou-se em bibliografia do Projeto RADAMBRASIL (1986), e do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (2000), além de outras bibliografias complementares.

A adaptação da proposta do Projeto RADAMBRASIL (1986), em relação à geologia da área de estudo, seguiu à classificação do quadro 08. As Províncias Geológicas são provenientes de amplos aspectos geológicos (domínios morfoestruturais) e estão relacionados a fatores geomorfológicos.

Quadro 08: Domínios Morfoestruturais e Províncias Geológicas

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	PROVÍNCIAS GEOLÓGICAS
Domínio dos Depósitos Sedimentares (refere-se ao conjunto de formas de acumulação recente).	Província Costeira
Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares (refere-se às bacias sedimentares).	Província Paraná
Domínio dos Embasamentos em Estilos Complexo (refere-se aos grandes maciços das rochas cristalinas)	Província Mantiqueira

Fonte: RADAMBRASIL, 1986.

Seguindo a classificação do quadro 08, a bacia hidrográfica do arroio Kruze está representada pela Província Costeira e pela Província Paraná, sendo que a primeira está relacionada à Unidade Geomorfológica Planície Lagunar e a segunda, à Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral e à Depressão Rio Jacuí.

3. 2.1. Província Costeira

Os depósitos aluvionares representam à Província Costeira na área de estudo, ocupando as calhas dos rios atuais e são constituídos de areias, cascalhos, silte e argilas.

Os sedimentos mais grosseiros localizam-se preferencialmente na cabeceira das drenagens oriundas do escudo e da escarpa basáltica, enquanto que a sedimentação síltico-

argilosa desenvolve-se acentuadamente nas extensas planícies de inundação do curso médio e inferior das drenagens principais, locais onde se verificam condições de transbordamento. Sedimentos arenosos constituem também barras de meandros.

Os depósitos aluvionares ocorrem conformando faixas contínuas ao longo dos principais rios, tais como Negro, Vacacaí, Ibicuí, e de modo descontínuo se apresentam ao longo de outros, como os rios Vacacaí, Jacuí, Pardo, Taquari, Caí, Sinos, Camaquã, Maquiné e Mampituba, entre outros.

3.2.2. Província Paraná

Segundo Vieira (1984), a bacia sedimentar do Paraná ocupa uma vasta área sobre a plataforma sul-americana, num total de 1.600.000 km² em terras brasileiras, paraguaias, uruguaias e argentinas. Trata-se de uma bacia de acumulação sedimentar dentro do cráton.

Durante a individualização da Bacia do Paraná, esta apresentou dois períodos evolutivos bastante diferenciados, intercalados mais ou menos entre o Paleozóico e o Mesozóico. Num primeiro momento a bacia foi marcada pela formação intracratônica de uma bacia sedimentar do tipo sinéclise, com lenta subsidência e sempre influenciada por feições do embasamento, compondo grandes estruturas como arqueamentos, flexuras e lineamentos.

O segundo período evolutivo da Bacia do Paraná, o Mesozóico, caracteriza-se por processos relativos à reativação Wealdeniana (RADAMBRASIL *apud* Almeida, 1967), relacionados à abertura do oceano Atlântico, que mudaram de forma significativa as características da bacia, transformando-a numa anfíclese, onde os processos magmáticos superaram os sedimentares.

A efusão dos vulcanitos da Formação Serra Geral foi precedida e seguida por intensa tectônica rúptil que se desmembrou em *horsts* e *grabens* da seqüência sedimentar. Estes movimentos geraram “arcos” e “siclinais” que, de certa forma, influenciaram na deposição dos sedimentos pós Serra Geral.

Segundo Milani (2000), o Jurássico na Bacia do Paraná foi um período de erosão em grande escala, se refletindo como a mais pronunciada lacuna de seu registro

estratigráfico. Considera-se que inexistem uma seção meso a neotriássica em praticamente toda a bacia, com exceção da área de ocorrência da Supersequência Gondwana II tanto no estado do Rio Grande do Sul como no Uruguai.

A Formação Botucatu, em conjunto com as lavas da Formação Serra Geral, compõe a Supersequência Gondwana II da Bacia do Paraná. Estas unidades litológicas são altamente particulares entre si, a primeira uma seção de arenitos médios a finos de origem eólica compondo um singular *blanket* (cobertor) em toda a bacia, e a segunda, sucedendo a primeira, compreende rochas magmáticas efusivas que compõem a maior manifestação ígnea continental de toda a terra. Estas duas unidades, apesar das particularidades, estão agrupadas em uma mesma unidade aloestratigráfica em função do íntimo relacionamento entre si (MILANI 1997).

O contato entre a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral não apresenta uma conformidade, mas assume a dimensão de um contato transicional, pelo fato de que existindo uma alternância entre os primeiros derrames e o final das acumulações de eolianitos, pode-se dizer que o campo de dunas conviveu por algum tempo com o vulcanismo ativo, até que o completo soterramento pelas rochas basálticas impediu definitivamente a manutenção do arenito Botucatu.

Devido ao elevado fluxo térmico no interior do continente, condições de subsidência incipiente à nula levaram a abrasão eólica relacionada ao paleodeserto, e grande mobilidade dos ergs arenosos, que não encontravam restrições fisiográficas para a sua fixação definitiva.

Com o início do magmatismo, este serviu como um importante fator de modelamentos do substrato da bacia representado pelas massas de lavas, de forma que os campos de dunas que hoje constituem o registro estratigráfico da Formação Botucatu, acumulados a partir do Neojurássico, devem ter se utilizados da nova configuração do substrato, ocorrida em função do magmatismo da Serra Geral.

3.2.3 Análise da geologia da bacia hidrográfica do Arroio Kruze

A partir das informações elaboradas pela CPRM (2000) e a análise do Projeto RADAMBRASIL (1986), elaborou-se o quadro 09, que corresponde, genericamente, à

geologia da bacia hidrográfica do arroio Kruze. A cobertura sedimentar cenozóica relaciona-se com a Província Costeira e a cobertura vulcano – sedimentar da bacia do Paraná está relacionada à Província Paraná.

Quadro 09: Geologia da bacia hidrográfica do arroio Kruze

COBERTURA SEDIMENTAR CENOZÓICA							
Era	Sistema	Série	Grupo	Idade (M)	Ambiente de Formação	Formação	Litologia
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	Holoceno		0,01	Continental - Fluvial		Depósitos aluvionares atuais- cascalhos, areias grossas e finas e sedimentos siltico-argilosos, inconsolidados, que preenchem calhas de rios e suas planícies de inundação.
COBERTURA VULCANO-SEDIMENTAR DA BACIA DO PARANÁ							
MESOZÓICA	JURÁSSICO	Médio	SÃO BENTO	225	Continental	Botucatu	Arenitos finos a médios róseo-avermelhados, bem selecionados, bimodais, com estratificação cruzada tangencial ou plano paralela de médio a grande porte.
	TRIÁSSICO					Rosário do Sul	Arenitos arcósiolos, siltitos e lamitos, com níveis de conglomerados intraformacionais preservados com blocos abatidos em estruturas do tipo graben, arenitos avermelhados, finos a médios com estratificações paralela e cruzada a canalada.
				245			

Fonte: CPRM (2000) e RADAMBRASIL (1986).
Adaptação : Adriana Penteadó (2006).

3.2.4. Cobertura Sedimentar Cenozóica

Presença de depósitos aluvionares atuais ocupando as calhas dos rios atuais, constituídos de areias, cascalhos, silte e argilas.

3.2.5 Cobertura Vulcano - Sedimentar da Bacia do Paraná

3.2.5.1. Grupo São Bento

Segundo o Projeto RADAMBRASIL (1986), o Grupo São Bento, no Rio Grande do Sul, tem sido interpretado de forma controversa em função dos inúmeros trabalhos efetuados. Especificamente o pacote de sedimentos avermelhados, depositados em ambiente fluvial, que constitui a base desse grupo, foi motivo de inúmeras subdivisões e denominações ao longo da evolução dos estudos realizados.

Durante os trabalhos de campo realizados pelo Projeto RADAMBRASIL (1986), houve a obtenção de maiores informações em relação aos sedimentos fluviais que compõem esse grupo. Regionalmente, devido à falta de características litológicas, as tentativas realizadas no sentido de conhecer as unidades litoestratigráficas passíveis de serem individualizadas dentro dos depósitos fluviais se mostraram infrutíferas.

A partir desta justificativa, o referido Projeto optou pela seguinte definição do Grupo São Bento: Formação Serra Geral, Formação Botucatu e Formação Rosário do Sul, a qual será utilizada neste trabalho.

3.2.5.2 Formação Rosário do Sul

Considera-se que a sedimentação da Formação Rosário do Sul ocorreu sob regime fluvial, iniciando o assoreamento da bacia sedimentar do Paraná, com transporte dos sedimentos a partir de áreas elevadas do Escudo Sul-Rio-Grandense. Este processo indicaria uma atividade epirogênica marginal à bacia, proporcionando condições especiais para a deposição desses sedimentos, restritos ao Rio Grande do Sul.

Segundo RADAMBRASIL (1986), a Formação Rosário do Sul é constituída por arenitos médios e finos a muito finos, de cor vermelha, rosa, amarela e esbranquiçada. Os arenitos são sílticos, com matriz argilosa e cimento ferruginoso, localmente calcíferos, apresentando classificação de pobre a moderada. Geralmente são quartzosos, com proporções variáveis de feldspato e argilas, com freqüência ocorre à presença de mica. São geralmente friáveis e pouco consolidados.

Os sedimentos arenosos exibem estratificação cruzada tangencial, de porte médio a grande, apresentam-se por vezes de forma maciça, estando estratificados com siltitos e siltitos argilosos com estratificação plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo.

As camadas são lenticulares ou tabulares, com contatos irregulares e transicionais entre diversas litologias. As intercalações de sedimentos finos não apresentam grandes espessuras, mostram persistência horizontal pequena. Lateral e verticalmente apresentam proporções maiores de areia, confundindo-se com os termos arenosos. Contatos bruscos verificam-se na passagem de litologias finas para grosseiras.

3.2.5.3 Formação Botucatu

Campos (1889) introduziu na literatura geológica o termo Botucatu para denominar os arenitos que fazem parte da serra de mesmo nome no estado de São Paulo. O arenito Botucatu caracteriza-se pelas estratificações cruzadas, que ocorrem embaixo ou intercaladas a rochas vulcânicas.

Segundo Ramos (1975), são predominantemente eólicos de origem, característicos em toda a Bacia do Paraná, compreendendo um dos grandes eventos climáticos ocorrido no Mesozóico. Estes arenitos geralmente apresentam-se com tonalidades de rosa, granulometria que varia de fina a média, possuindo grãos de quartzo bem classificados, levemente feldspáticos, por vezes silicificados, conferindo-lhes maior resistência, ora cimentado com óxido de ferro, tornando-o friável e facilmente desagregável. A estratificação cruzada é constante em toda a área.

Andreis, Bossi e Montardo (1980) utilizaram a denominação Rosário do Sul na categoria de grupo, subdividindo-o nas Formações Santa Maria, Caturrita e Sanga do Cabral, esta situada na área de estudo.

Segundo Frank (1989), que realizou estudos na região de São Leopoldo, o arenito Botucatu apresenta-se em elevações, onde são constatadas espessuras entre 100 e 130 metros. No topo das elevações ocorre o arenito avermelhado a amarelado, com granulação mais fina ou mais grosseira, praticamente sem argila, normalmente silicificados. Já na base das elevações, nas proximidades do contato gradacional à Formação Sanga do Cabral inferior, constata-se, localmente, níveis de arenito muito fino de cor castanha avermelhada, mais escura que o arenito Botucatu no topo das elevações.

Ainda segundo Ramos (1975), quando silicificados, os arenitos mantêm topografia acidentada, com cotas elevadas, constituindo verdadeiras feições de “cuestas” dissecadas, com freqüência “morros testemunhos” nas faces íngremes. Quando friáveis, são facilmente intemperizados, permitindo o modelado de colinas suaves, de vertentes convexas, arredondadas, de média altitude, determinando paisagens onduladas.

A estratificação cruzada, característica das duas formações, é definida, segundo Suguio (1980), como uma seqüência de camadas simples, ou de uma unidade de sedimentação, consistindo em leitos inclinados em relação à superfície principal de sedimentação.

Guerra (1987) descreve a deposição das rochas sedimentares que se faz por camadas separadas por juntas de estratificação, fator muito importante na erosão. Os espaços que separam uma camada sedimentar de outra são as juntas de estratificação também denominadas de diáclases¹³ horizontais. Estas diáclases, do ponto de vista morfológico, têm importância por causa da erosão diferencial, isto é, do trabalho desigual da erosão que quando atua sobre uma camada tenra, age com mais intensidade do que quando trabalha em uma camada mais resistente.

Segundo Suguio (1980), o intemperismo que age na interface entre a atmosfera e a litosfera inclui os processos que levam à desagregação das rochas expostas na superfície da Terra, produzindo partículas minerais discretas. A natureza e a efetividade dos processos de intemperismo dependem principalmente de três grupos variáveis: condições climáticas, propriedades dos materiais e variáveis locais: vegetação, vida animal, lençol freático, etc.

Na área de estudo, o arenito Botucatu está representado por morros testemunhos denominados Morro do Paula e Morro das Cabras.

A Formação Sanga do Cabral está presente nas cotas abaixo dos valores de 100 a 130 metros, correspondendo a grande parte da bacia. O que se observou, referente ao relevo da bacia hidrográfica do arroio Kruze, é que este possui, em sua maioria, colinas suaves, de

¹³ Fratura, junta ou fenda, aberturas microscópicas ou macroscópicas que aparecem no corpo de uma rocha, principalmente por causa dos esforços tectônicos, tendo direções variadas. As diáclases são de grande importância no modelado do relevo terrestre. Constituem pontos fracos de ataque, por parte da erosão. As diáclases têm um grande papel na desagregação das rochas e também na erosão elementar. Fonte : Dicionário Geológico – Geomorfológico de Guerra & Guerra (1987).

média altitude, configurando-se em paisagens onduladas. Estes fatos confirmam as descrições feitas por Frank em 1989.

A diferença básica entre a Formação Sanga do Cabral e Formação Botucatu diz respeito à resistência diferenciada entre uma e outra. A Formação Sanga do Cabral apresenta-se mais friável, sendo assim mais facilmente intemperizada. A maior resistência do Botucatu, em comparação com a Formação Sanga do Cabral, pode ser verificada pela presença de morros de maior altitude.

Numa situação hipotética, com condições de intemperismo semelhantes, as rochas sedimentares, em relação à maioria das rochas ígneas e metamórficas (pelas suas características), possuem uma maior tendência à desagregação, podendo ser definidas, relativamente, como mais frágeis aos processos de desagregação e/ou intemperismo.

Em saídas de campo, que não tiveram como foco principal a geologia, mas todo o conjunto de características locais, pôde-se observar, em cotas menos elevadas, que algumas rochas eram desagregadas manualmente.

3.3. Solos

O solo é a camada superficial da terra onde se sustentam e nutrem-se as plantas, sendo composto por rochas em diferentes estágios de intemperismo. Para que haja a formação dos solos é necessária a alteração das rochas que sofrerão a ação da água e da temperatura, aliada ao fator tempo. Dependendo da intensidade desses fatores ocorrerá a formação do solo em velocidade variada. Regiões quentes e com muitas chuvas costumam ter solos mais profundos que regiões mais secas. Outros fatores que influenciam no intemperismo são a ação da vegetação, topografia, homem e outros animais. Os solos conservam as características das rochas de origem, sendo que apenas alguns centímetros de solo levam décadas para a sua formação.

Uma seqüência genérica pode ser adotada para a descrição morfológica dos solos: o primeiro horizonte superficial A, o segundo horizonte diagnóstico B e o horizonte subjacente C, chegando posteriormente à rocha. Dependendo do tipo de solo irá então variar a existência ou não desses horizontes e o grau de desenvolvimento de cada um.

Em aspectos gerais, os podzólicos possuem uma diferença de textura entre o horizonte superficial e o horizonte diagnóstico B mais argiloso. Este aspecto propiciará o escoamento lateral da água, tornando o horizonte A instável em relação ao carreamento.

Solos classificados como latossolos apresentam uma boa profundidade do *solum* (A+B) e o horizonte diagnóstico B estruturalmente bem desenvolvido (disposição dos agregados), o que lhe confere maior estabilidade frente aos processos erosivos. São mais comumente encontrados em terrenos com pouca declividade.

Os solos hidromórficos desenvolvem-se em zonas saturadas pela água, próximos ao lençol freático que em algumas épocas do ano aflora. Podem possuir um horizonte A com camadas arenosas (aluviais) ou horizonte hístico e um horizonte B fortemente cimentado (alto teor de argila). Estão em contato constante com a água, mas por encontrar-se em baixas declividades sofrem pouco com a erosão.

Para a parte específica de caracterização e análise dos solos da área de estudo em âmbito regional, utilizaram-se como principais referenciais o Projeto RADAMBRASIL (1986) e o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (1999). O Projeto RADAM foi utilizado por constituir-se em um mapeamento de melhor detalhe para a área estudada, porém este possui uma defasagem quanto à nomenclatura dos solos, sendo assim necessário utilizar o trabalho realizado pela EMBRAPA (1999).

A EMBRAPA (1999) definiu níveis de classificação dos solos, com base em características distintas. Os níveis categóricos previstos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos são seis: 1º nível categórico (ordens), 2º (subordens), 3º (grandes grupos), 4º (subgrupos), 5º (famílias) e 6º (séries). Além dos níveis categóricos, a Embrapa reestruturou a nomenclatura dos solos, num esforço conjunto com outras entidades, a partir do aprimoramento de estudos realizados até o presente momento.

A cada mudança de nível categórico dos solos ocorre uma melhor caracterização dos mesmos. Importante destacar que, neste trabalho, o solo está sendo analisado no âmbito regional, desta forma, devido ao pouco nível de detalhamento das informações não foi possível avançar em todos os níveis propostos pela EMBRAPA (1999). Para progredir em todos os níveis categóricos seria necessário um trabalho de mapeamento dos solos da área de estudo, o que não é possível devido ao tempo e ao objetivo principal deste trabalho, que necessita de uma gama maior de informações a serem pesquisadas ou mesmo geradas. Por

fim considera-se que um mapeamento de solos constitui por si só um trabalho de dissertação.

Analisando o mapeamento do Projeto RADAMBRASIL (1986), constatou-se que, de maneira geral, os solos existentes na bacia hidrográfica do arroio Kruze compreendem solos aluviais eutróficos e a associação do podzólico vermelho amarelo distrófico com o podzólico vermelho escuro álico.

Os solos aluviais eutróficos compreendem depósitos do Quaternário e estão mais comumente associados à Planície Lagunar. Em relação aos podzólicos, são encontrados na Unidade Geomorfológica do rio Jacuí ocorrendo próximos às cidades de Montenegro, Sapiranga e Taquara, e são originados da Formação Botucatu e da Formação Rosário do Sul.

3.3.1 Solos Aluviais Eutróficos

Segundo RADAMBRASIL (1986), os solos aluviais eutróficos são pouco desenvolvidos, apresentando horizonte A usualmente do tipo moderado, sobrepondo camadas estratificadas, com composição química, mineralógica e granulométrica variada.

Localizam-se em algumas áreas planas, constituindo as planícies de inundação. Consistem em depósitos de sedimentos aluvionares do Holoceno, sofrendo freqüente acréscimo devido às inundações. As condições de drenagem e as freqüentes inundações limitam a utilização agrícola desses solos.

Fazendo uma análise do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, realizada sob coordenação da EMBRAPA (1999), observa-se que o solo acima descrito pelo Projeto RADAMBRASIL (1986) corresponde ao primeiro nível categórico (ordem) dos Neossolos (Quadro 10). Para o 2º nível categórico (subordem) tem-se o Neossolo Flúvico e o Neossolo Quartzarênico, os quais em 3º nível categórico (grandes grupos) são identificados como hidromórficos.

Quadro 10: Nível categórico do Neossolo para a área de estudo

1º Nível Categórico (ordem) NEOSSOLO	
2º Nível Categórico (subordem)	
Neossolo Flúvico	Neossolo Quartzarênico
3º Nível Categórico (grandes grupos)	
	Hidromórfico

Fonte: Embrapa Solos (1999).
Organização: Adriana Penteadó, 2005.

3.3.2 Neossolo Flúvico e Neossolo Quartzarênico

O Neossolo Flúvico possui, como características principais, solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A firme sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas.

O Neossolo Quartzarênico é um solo com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos, imperfeitamente ou mal drenados e apresentando um ou mais dos seguintes requisitos:

*saturação com água permanente dentro de 50 cm da superfície do solo; e/ou

*presença de lençol freático dentro de 150 cm da superfície do solo, durante a época seca; e ou

*presença de lençol freático dentro de 50 cm de profundidade, durante algum tempo, na maioria dos anos (ou artificialmente drenados).

A partir das características descritas sobre o Neossolo Flúvico e o Neossolo Quartzarênico, é possível dizer que esses possuem limitação tanto para a ocupação quanto para a agricultura, reforçando assim a análise descrita pelo Projeto RADAMBRASIL (1986): condições de drenagem e freqüente inundação limitam esses solos para a agricultura.

Pelas características peculiares desses solos, pode-se dizer que esses estão localizados na foz do arroio Kruze, compreendendo a planície de inundação do rio dos Sinos.

3.3.3 Podzólico Vermelho-Amarelo álico, distrófico e eutrófico

Segundo RADAMBRASIL (1986), são solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela presença de B textural, com considerável iluviação de argila, evidenciada pela expressiva relação textural e/ou recobrimento por filmes de material coloidal na superfície de contato das unidades estruturais. Apresentam seqüência de horizontes A, Bt e C ou A, usualmente bem diferenciados, com horizonte A do tipo moderado ou proeminente; sobrejacente a um horizonte Bt, geralmente argiloso com estrutura moderada ou fortemente desenvolvida.

São solos medianamente profundos e profundos, com horizonte A moderado bastante espesso, geralmente abruptos e com altos níveis de alumínio trocável no horizonte B. Destacam-se os Podzólicos Vermelhos Escuros em nível de subdominância.

Na Depressão Central Gaúcha as principais ocorrências localizam-se ao norte de Porto Alegre, onde são derivados das Formações Botucatu e Rosário do Sul.

Em geral predominam os solos de baixa fertilidade natural, tendo baixos valores de soma e saturação em bases. O alumínio trocável e a saturação com alumínio são altos, podendo caracterizar os solos álicos, porém mesmo nos solos distróficos os teores desses elementos são elevados. Ocorrem em áreas de relevo que vão desde o suave ondulado até forte ondulado e são derivados de diferentes litologias.

A adoção de técnicas conservacionistas adequadas, bem como a calagem e as adubações químicas e orgânicas, constituem práticas fundamentais para o aproveitamento desses solos. Atualmente são utilizados para o florestamento de acácia e eucalipto, sendo também os solos de maior uso com o cultivo de *citrus* no estado do Rio Grande do Sul.

3.3.4. Podzólico Vermelho-Escuro álico e distrófico

Segundo RADAMBRASIL (1986), o podzólico vermelho-escuro encontra-se na área descrita em nível de subdominância dos podzólicos vermelho amarelo, compreendendo solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B textural, diferenciação textural marcante (às vezes abrupções) ou pouco pronunciada e argila de atividade baixa. Apresentam seqüência de horizontes A, B1 e C com horizonte A proeminente ou moderado. São solos profundos, de cores avermelhadas na maioria dos casos. Encontram-se em regiões geomorfológicas distintas e possuem litologia bastante variada.

Na Depressão Central Gaúcha desenvolvem-se em arenitos, siltitos e lamitos de diferentes formações geológicas, ocupando quase sempre as cotas mais elevadas dessa região geomorfológica. Perfis com menor diferenciação textural ocorrem à margem esquerda e direita do rio Jacuí, desenvolvendo-se sobre arenitos da Formação Rosário do Sul, ocupando áreas de relevo suave ondulado e ondulado. Apresentam horizonte A moderado e proeminente, e mesmo nos perfis bem diferenciados em cor, dificilmente ocorre mudança textural abrupta. Predomina nesta área como um todo a utilização com pastagens, sendo muito expressivos os cultivos anuais e florestamentos, principalmente de eucaliptos.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (EMBRAPA 1999), os solos anteriormente descritos no Projeto RADAMBRASIL (1986) como podzólico vermelho-amarelo e podzólico vermelho-escuro são atualmente pertencentes à ordem dos argissolos. No quadro 11 é possível visualizar a subordem e os grandes grupos a que pertencem os argissolos da área de estudo.

Quadro 11: Nível categórico do Argissolo para a área de estudo

1º Nível Categórico (ordem) ARGISSOLO	
2º Nível Categórico (subordem) Argissolo vermelho-amarelo Argissolo vermelho	
3º Nível Categórico (grandes grupos) álico, distrófico e eutrófico álico e distrófico	

Fonte: Embrapa Solos (1999).
Organização : Adriana Penteadó, 2005.

3.3.5. Argissolo vermelho-amarelo e Argissolo vermelho

Quanto às características do argissolo (podzólico), segundo a EMBRAPA (1999), para a área de estudo, apresenta minerais formados essencialmente por compostos inorgânicos em vários estágios de intemperismo. Apresenta mudança textural abrupta, referente a um considerável aumento no teor de argila dentro de uma pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte B subjacente.

Referente ao horizonte A do tipo moderado, este é encontrado tanto no neossolo quanto no argissolo, compreende fraco teor de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda características de um horizonte hístico ou horizonte A antrópico. O horizonte A proeminente (neste trabalho), característico do argissolo vermelho-amarelo e do argissolo vermelho, compreende estrutura do solo suficientemente desenvolvida e de consistência quando seco, duro ou muito coeso, cor escura, com saturação por bases inferior a 65%.

O horizonte B textural, importante característica do argissolo, compreende um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina (mais que 15% de argila), onde houve incremento de argila (fração de 0,002mm), orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante da acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação *in situ* e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem

matéria orgânica e/ou destruição de argila do horizonte A e/ou perda de argila do horizonte A por erosão diferencial (EMBRAPA, 1999).

O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior do que no horizonte A e pode, ser maior que no horizonte C. O horizonte B pode ser encontrado à superfície se o solo foi parcialmente truncado por erosão. A transição do horizonte A para o B textural é abrupta, clara ou gradual, mas o teor de argila aumenta com nitidez suficiente para que a parte limítrofe entre eles não ultrapasse uma distância vertical de 30 cm quando houver diferença de textura (EMBRAPA, 1999).

Uma das características mais importantes do argissolo refere-se à presença do horizonte B textural, compreendendo um solo susceptível à erosão. Devido à diferença textural entre o horizonte A mais arenoso e o horizonte B mais argiloso, a água consegue facilmente percolar pelo primeiro horizonte, mas quando alcança o segundo horizonte, ocorre uma resistência para a infiltração devido a presença da argila, funcionando de certa forma como uma barreira, isto vai propiciar o escoamento lateral da água entre um e outro horizonte, provocando num primeiro momento a erosão do horizonte A.

O horizonte A constitui um horizonte superficial e devido a este fator concentrará boa parte da matéria orgânica do solo, bem como a maioria das propriedades necessárias ao desenvolvimento das plantas, e a perda desse horizonte pela erosão causa então uma perda da fertilidade do solo.

Os argissolos de textura arenosa/média ou de textura arenosa/argilosa são muito susceptíveis ao ravinamento e pouco susceptíveis a voçorocas em áreas com declive pouco acentuado, o que permite a concentração das águas de escoamento superficial associados aos solos de alto gradiente textural entre os horizontes superiores do perfil (FARIA, 2005).

A perda dos solos pela erosão ou esgotamento de produtividade pela má utilização compreende um problema de difícil solução em curto prazo. Devido a importância que possui e o tempo necessário para sua formação, é de extrema relevância o estudo e correta utilização dos solos.

IV. ANÁLISE DAS FORMAS DE RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE

4. 1. Importância do estudo do relevo e os mapas elaborados para a área de estudo

A representação do relevo por meio de mapeamentos é indispensável em um estudo que vise o planejamento territorial, pois o relevo pode fornecer dados sobre condições locais para a ocupação ou, ainda, em caso de ocupação efetiva, pode auxiliar na identificação de áreas problemáticas no futuro (CUNHA, 2001).

Os mapas elaborados para a análise do relevo foram: hipsométrico, declividade, Modelo 3D do Terreno e o mapa geomorfológico. Possuem relação entre si, porém são elaborados por processos distintos. Resumidamente, o primeiro mapa contribuiu mostrando as diferenças altimétricas na área de estudo. O mapa de declividade fez as relações entre a inclinação maior e menor do relevo em relação ao horizonte, e o Modelo 3D possibilitou a visualização tridimensional do relevo da bacia hidrográfica do arroio Kruze, servindo exclusivamente para auxiliar na elaboração do mapa geomorfológico, desta forma não tendo uma análise específica.

O mapa geomorfológico, expressa as formas do relevo e dos processos responsáveis pela sua elaboração, ou seja, representa a síntese dos mapas anteriormente elaborados. Dentro de uma perspectiva de investigação voltada à interpretação, busca soluções aos problemas causados ao meio ambiente pelo uso do relevo pelo homem, tendo como objetivo integrar as questões sociais à análise da natureza (ORELLANA, 1981).

4.2. A influência do clima na formação do relevo

A ação do clima sobre as rochas se dá de forma direta e indireta. A ação direta ocorre por meio da intensidade de elementos do clima, principalmente: temperatura, umidade, precipitação e ventos. A ação indireta se processa por meio da vegetação e dos solos.

O estudo dos processos morfogenéticos demonstra a importância do fator climático para a esculturação das formas do relevo. Dois conceitos básicos estão implicitamente envolvidos: que processos morfogenéticos diferentes produzem relevos de formas diferentes; e que as características do modelado devem refletir até certo ponto as condições climáticas sob as quais se desenvolveu a topografia (CHRISTOFOLETTI, 1974).

No Rio Grande do Sul, a condição morfoclimática é definida pela natureza morfoestrutural do relevo e pelas manifestações do clima. Da interação entre ambas desenvolve-se a morfogênese, ou seja, tem origem a evolução das formas que caracterizam o modelado do relevo a partir das estruturas geotectônicas. Os processos morfogenéticos, responsáveis pela morfodinâmica, se desencadeiam e atuam com maior ou menor intensidade devido ao clima (VIEIRA, 1984).

Segundo Vieira (1984), que analisou o regime térmico e pluviométrico em território Riograndense (período de 1912 – 1942), a diferenciação climático-sazonal é bem significativa, principalmente quando se analisa a média do mês mais quente e a média do mês mais frio. Este parâmetro terá forte repercussão na ação dos processos morfogenéticos.

Devido às condições climáticas presentes no Rio Grande do Sul, predomina o intemperismo químico produzindo feições particularizadas sobre o relevo a partir da natureza litológica dos grandes quadros morfoestruturais (VIEIRA, 1984).

As morfoesculturas correspondem ao modelado de formas geradas sobre diferentes estruturas e sob a ação de fatores exógenos. O conceito de morfoestrutura está relacionado com as feições do relevo produzidas na Terra pela ação do clima atual e passado ao longo do tempo geológico da morfoestrutura (SUERTEGARAY, 2004).

Na área de estudo, inserida na Unidade Morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares, a diferença litológica entre as Formações Botucatu e Sanga do Cabral, relacionada com a característica e intensidade dos processos atuantes, irão determinar a modelagem diferenciada do relevo.

4.3. Análise do mapa hipsométrico

Segundo Christofolletti (1980), a hipsometria preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal do espaço no tocante a sua distribuição em relação às faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variações altimétricas a partir de determinada isolinha base.

Desta forma, pode-se dizer que a curva hipsométrica é a representação gráfica do relevo médio de uma bacia, constituindo o estudo das variações das elevações do terreno da bacia hidrográfica tomando como referência o nível do mar (BRISKI 2005).

Segundo o mapa hipsométrico (Figura 07), as áreas mais elevadas da bacia hidrográfica do arroio Kruze compreendem as altitudes que variam de 280 a 300 metros. Estas altitudes compreendem, respectivamente, o topo Morro das Cabras e o topo do Morro do Paula. Por meio da análise geológica descrita neste trabalho, verificou-se que estes Morros são pertencentes à Formação Botucatu, sendo esta formação mais resistente aos processos de intemperismo que as áreas da Formação Sanga do Cabral. A Formação Botucatu, possivelmente é encontrada também nas altitudes que ultrapassam os 100 metros, compreendendo algumas colinas ao norte da bacia.

Localmente, verificou-se que a bacia hidrográfica do arroio Kruze possui cerca de 80% de sua área com até 100 metros de altitude. Por meio da análise integrada do mapa hipsométrico e de uso e ocupação do solo, verificou-se que a maior parte da ocupação encontra-se na área próxima ao trecho inferior e parte do trecho médio do arroio Kruze, com altitudes de até 80 metros.

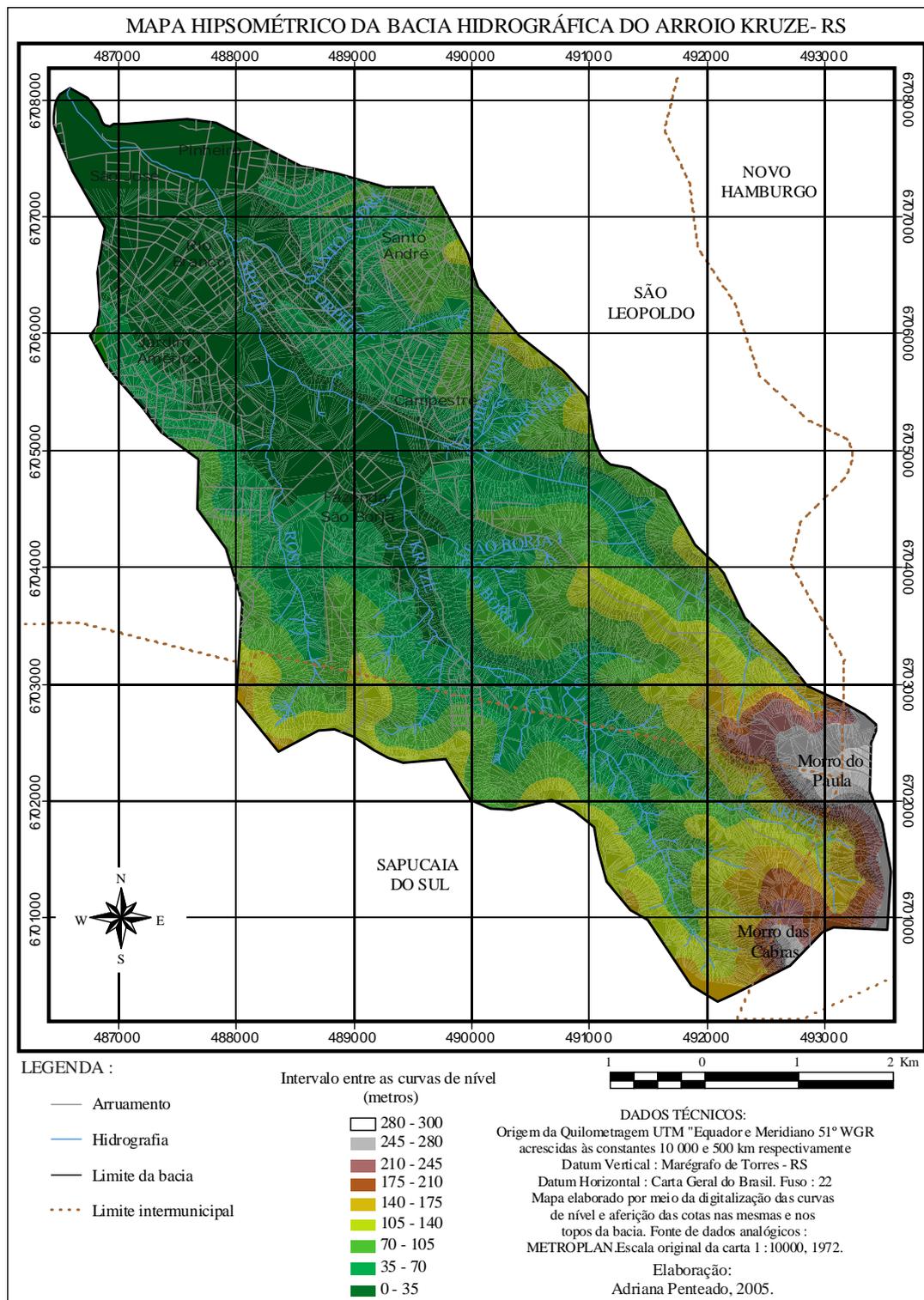


FIGURA 07 : MAPA HIPSOMÉTRICO

4.4. Análise do mapa de declividade

A elaboração do mapa de declividade constitui um importante instrumento da pesquisa geomorfológica, pois através dele pode-se averiguar e também sugerir, juntamente com outros elementos analisados, a correta utilização do solo.

Diversos métodos vêm sendo utilizados para representar o comportamento espacial da declividade do terreno a partir de cartas topográficas. Trabalhos, tanto de cunho teórico, como experimental, têm mostrado que a elaboração de cartas de declividade representa um dos meios mais eficazes de expressar espacialmente o parâmetro morfométrico relativo às vertentes.

O conhecimento do modelado de uma área, em especial das suas características geomorfológicas, é informação essencial na definição de áreas susceptíveis à utilização antrópica, assim como na identificação das condicionantes naturais.

Analisando o mapa de declividade (Figura 08) da bacia hidrográfica do arroio Kruze, verificou-se que os locais com declividade de até 5%, correspondem, em geral, à parte dos bairros São José, Pinheiro, Rio Branco, Jardim América, Fazenda São Borja e Campestre, inseridos em grande parte, nas áreas de planície e patamares planos mapeados no mapa geomorfológico.

As classes de declividade que variam de 5 a 12 % encontram-se em toda a bacia, com predominância para a área próxima ao trecho médio e superior do arroio Kruze.

As classes de declividade de 30 a 47 % somente são verificadas nas escarpas do Morro do Paula e Morro das Cabras. As declividades acima de 47 % não foram encontradas na área de estudo.

De forma geral, na bacia hidrográfica do arroio Kruze predominam as classes de declividade que variam de 0 a 5% e 5 e 12%. Dessa forma, as características do relevo não compreendem um impedimento para o avanço da ocupação.

A declividade não é um fator determinante no que se refere aos processos erosivos da área de estudo, sendo que o fator mais importante refere-se ao solo, que é naturalmente propenso a processos erosivos.

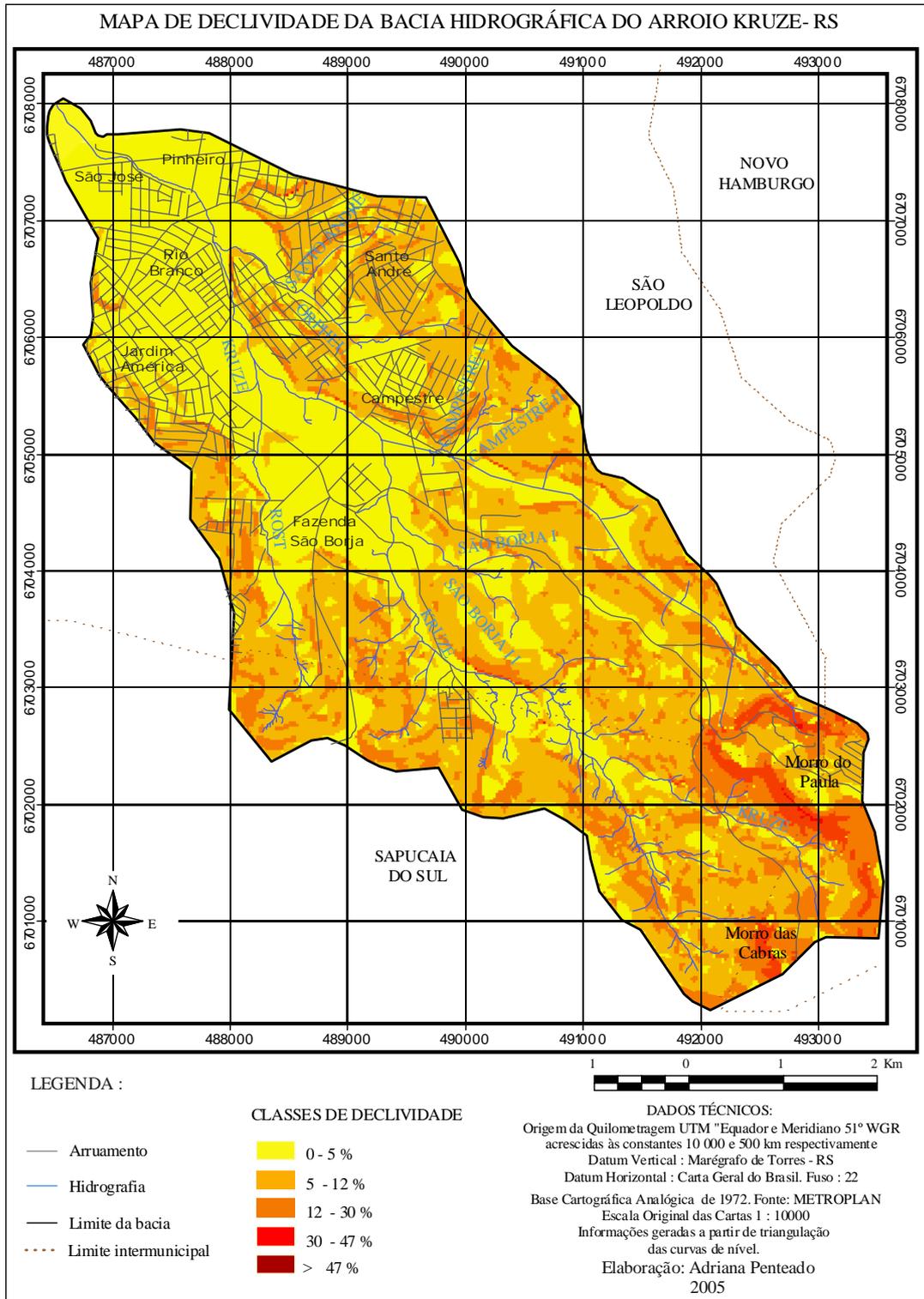


FIGURA 08 :MAPA DE DECLIVIDADE

4.5. Análise Geomorfológica

4.5.1. Importância do estudo geomorfológico

A geomorfologia pode possuir um papel integrador, na medida em que procura compreender a evolução espaço – temporal dos processos do modelado terrestre, tendo em vista as escalas de atuação desses processos antes e depois da intervenção humana, em um determinado ambiente. Dependendo do grau de intervenção, em poucos anos esta pode acelerar processos geomorfológicos.

Os estudos geomorfológicos podem subsidiar o planejamento territorial das mais diversas formas, atendendo as demandas relacionadas à gestão do território. A geomorfologia, por meio dos estudos da dinâmica do relevo, estabelecendo relações entre o relevo, solos, clima, hidrografia, cobertura vegetal e substrato geológico, se constitui em um conhecimento fundamental para orientar qualquer atividade sobre o território (VENTURI, 2004).

O estudo relativo as vertentes se constitui em um dos mais importantes setores da pesquisa geomorfológica, inserindo a análise de processos e formas. De maneira geral, vertente significa uma superfície inclinada, não horizontal, sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional, sendo formada por agentes endógenos e/ou exógenos que interagem para produzir as formas da superfície terrestre, continentais e oceânicas.

Os processos endógenos pertencem à geodinâmica, e qualquer que seja a origem endogênica, toda a vertente está esculpida pelos processos exógenos, em maior ou menor grau, constituindo-se no componente básico de qualquer paisagem e perfazendo o objetivo primordial da geomorfologia (CHRISTOFOLETTI, 1974).

O quadro 12 resume a morfodinâmica atuante nas diferentes formas de vertentes, considerando-se os processos naturais e antrópicos.

Quadro 12: Unidades de vertente do padrão do relevo em colinas e fluxos hídricos superficiais e sub-superficiais associados

UNIDADE DE VERTENTE	MORFODINÂMICA NATURAL	MORFODINÂMICA ANTROPOGÊNICA
Retilínea	Tendência a uma menor infiltração e predominância ao escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a concentrado nas baixas vertentes.	Redução da capacidade de infiltração e do escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a ocorrer com mais intensidade o escoamento superficial concentrado e intensificação do escoamento superficial concentrado nas baixas vertentes.
Côncava	Os processos de escoamento superficial difuso e concentrado superam a infiltração e o escoamento superficial.	Tendência à intensificação do escoamento superficial concentrado devido à diminuição significativa da capacidade de infiltração
Convexa	Tendência a uma menor infiltração e predominância ao escoamento superficial difuso das altas e médias vertentes, passando a concentrado nas baixas vertentes.	Redução da capacidade de infiltração e do escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a ocorrer com mais intensidade o escoamento superficial concentrado nas baixas vertentes.
Plana	Tendência a uma predominância à infiltração e ao escoamento superficial	Redução da infiltração e do escoamento subsuperficial e aumento significativo do escoamento superficial.

Fonte: Fujimoto (2001, p. 95).

Analisando o quadro 12, verifica-se que para todas as unidades de vertente, quando há a ação morfodinâmica antropogênica, ocorre uma diminuição da capacidade de infiltração e um aumento do escoamento superficial.

Em períodos de chuva, isso possibilita um aumento mais rápido do nível dos rios, sobrecarregando, principalmente, os canais de ordem superior, podendo intensificar ou criar alagamentos.

Para o trabalho realizado, a análise das vertentes será feita com a análise dos padrões de colinas e morros, juntamente com os padrões de planície e patamares planos. Estes padrões foram mapeados no mapa geomorfológico (Figura 09).

4.5.2. Planície

A planície constitui a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de toda a grandeza. É formada por aluviões e por materiais depositados no canal fluvial ou fora dele.

Analisando o Projeto RADAMBRASIL (1986), verifica-se que parte da área mapeada como planície no mapa geomorfológico (Figura 09) corresponde à Unidade Geomorfológica Planície Lagunar.

Caracteriza-se por ser uma área plana, homogênea e sem dissecação, sobre sedimentos do quaternário, com o lençol freático próximo à superfície ou aflorante, e em alguns casos permanece permanentemente alagada. Segundo Diniz (2002), corresponde à planície aluvial do rio dos Sinos e arroio Kruze. Com baixa declividade e baixa drenabilidade, estando sujeitas a enchentes por ocasião do extravasamento dos arroios.

Atualmente, devido à construção dos diques de proteção, toda a dinâmica da área de planície foi alterada. Neste caso a intervenção antropogênica criando barreiras artificiais (diques), não causou grande modificação na topografia, mas na dinâmica hídrica.

O perímetro urbano encontra-se parcialmente impermeabilizado e, de forma geral, sua vegetação natural encontra-se bastante alterada.

A dinâmica atual do relevo apresenta forte instabilidade, com ocorrência de processos erosivos nas margens dos rios. Nos terraços fluviais onde não ocorre o extravasamento hídrico, a estabilidade morfodinâmica é estável, com exceção nos locais onde ocorre ação antrópica, exemplo : a retirada da vegetação natural e o aterramento para a construção.

Uma ocupação irregular inserida nesta área refere-se à ocupação na chamada mata do arroio Kruze. As pessoas instaladas neste local sofrem com constantes alagamentos. Segundo informação do Sr. Jair, que trabalha nas bombas de captação de água do SEMAE, localizadas a poucos metros das ocupações, houve casos de famílias que foram resgatadas de barco em ocasião do extravasamento do rio dos Sinos, quando este esteve mas ou menos dois metros acima de seu nível normal.

4.5.3. Patamares Planos

Os Patamares Planos da bacia hidrográfica do arroio Kruze correspondem com base na análise do Projeto RADAMBRASIL (1986), à Unidade Geomorfológica Planície Lagunar e Depressão do Rio Jacuí.

Caracterizam-se por não apresentar grandes variações altimétricas, variando aproximadamente de 10 a 40 metros, com características homogêneas. Com vastas superfícies planas, recobertas por colúvios, com dissecação incipiente. A friabilidade do material superficial favorece a ocorrência de intenso processo erosivo.

Estão localizados, em parte, nos bairros: São José, Jardim América, Pinheiro e Rio Branco, correspondendo, em sua maioria às áreas de uso adensado e à parte da zona industrial da área de estudo.

4.5.4. Colinas

As áreas de colinas, segundo análise do Projeto RADAMBRASIL (1986), correspondem na sua maioria à unidade geomorfológica Depressão do Rio Jacuí e, em pequena porção, aos Patamares da Serra Geral.

As vertentes côncavas e convexas encontram-se distribuídas ao longo de toda a área de colinas, sem haver predominância significativa de nenhuma delas. Em relação aos topos, estes foram classificados como convexos e planos, também distribuídos em todo o padrão de relevo definido como colina.

A altimetria varia em média de 40 a 80 metros, chegando a 120 metros nos topos. Está inserida, predominantemente, na Formação Sanga do Cabral.

As colinas são consideradas de fraca dissecação, característica predominante na Depressão Central Gaúcha. Nas áreas de erosão acelerada, devido à ação antrópica, predomina a ocorrência de sulcos e ravinas. Nas áreas onde ainda se preserva a vegetação natural, predomina o escoamento difuso e a infiltração, com morfodinâmica pouco estável.

Com a retirada da vegetação e a utilização inadequada dos solos, ocorre uma rápida degradação e desestabilização do meio, intensificando o escoamento superficial

concentrado. Torna-se óbvio que o escoamento concentrado é característico das vertentes desnudas. Sob cobertura vegetal, sobretudo sob a cobertura florestal, o escoamento difuso é o dominante, e as possibilidades de ravinamento são diminutas (CHRISTOFOLETTI, 1974).

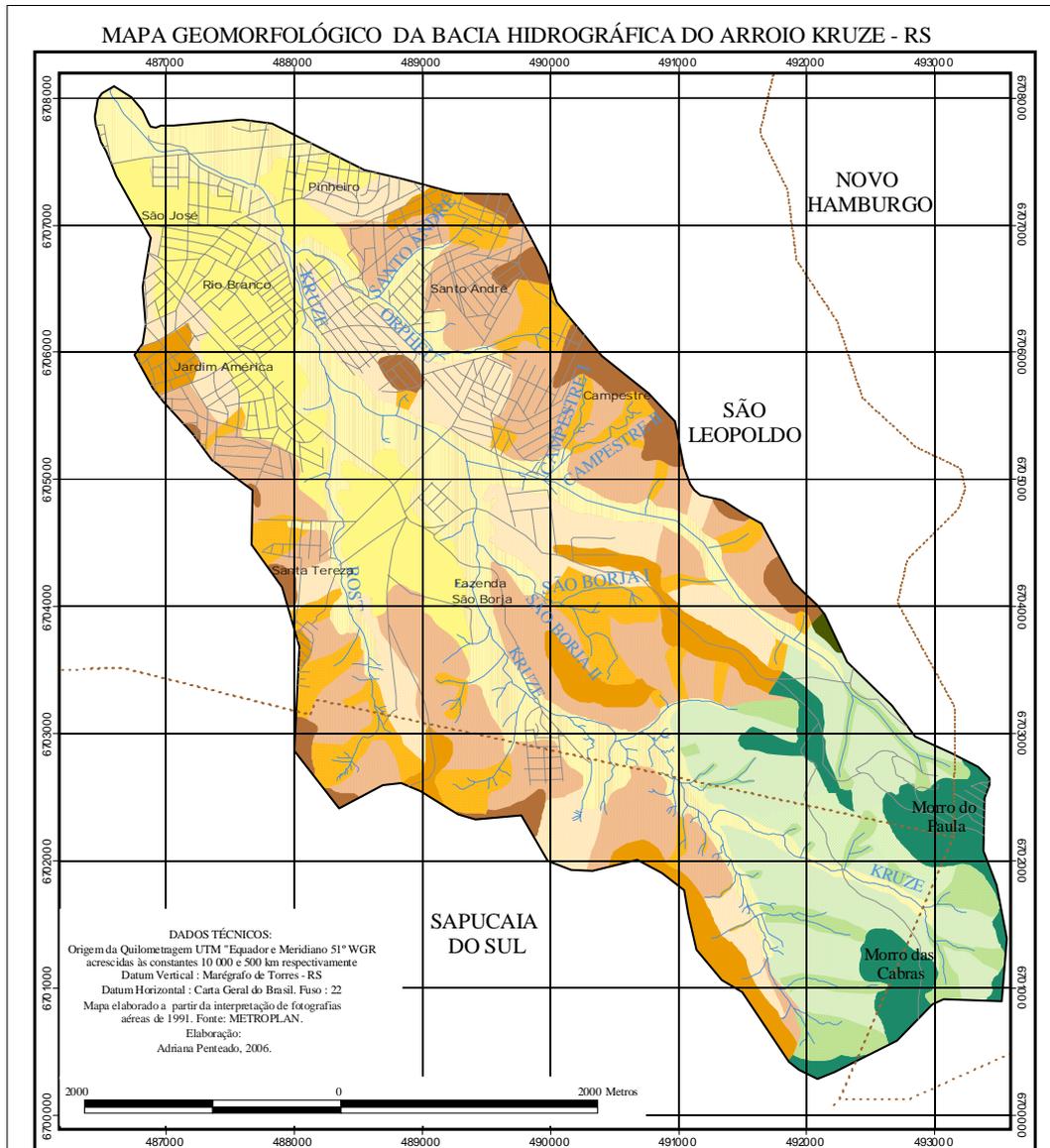
As ocupações residenciais predominam nos bairros Pinheiro e Santo André. Encontram-se também nos bairros Rio Branco e Santa Tereza. Para as demais áreas mapeadas como colinas predominam usos como o florestamento, vegetação arbórea e herbácea, pecuária e agricultura de cunho familiar, inseridas em parte dos bairros Campestre, Fazenda São Borja e zona rural pertencente ao município de Sapucaia do Sul, para a área mapeada neste trabalho.

4.5.5. Morros

O Morro do Paula e o Morro das Cabras, segundo análise do RADAMBRASIL (1986), estão inseridos nas bordas da Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral, avançando sobre a Unidade Geomorfológica Depressão do Rio Jacuí. Correspondem aos terminais rebaixados em relação à Unidade Geomorfológica Serra Geral.

Compreendem modelados de dissecação medianamente forte, com topos planos e elevações residuais desnudadas, morros testemunhos delimitados por escarpa íngreme. Nos locais onde há o afloramento rochoso ou a retirada da vegetação, a morfodinâmica possui instabilidade acentuada.

A Formação Botucatu, está presente a partir da cota de 130 metros, abaixo desta há a ocorrência da Formação Sanga do Cabral. Comparativamente, o Morro do Paula possui um topo plano mais extenso que o Morro das Cabras, o que facilitou a ocupação no local. Além disso, apesar de possuírem características geológicas semelhantes, até o momento somente no Morro do Paula encontram-se pedreiras.



Domínios Morfoestruturais		Bacia Sedimentar do Paraná - Depósitos Sedimentares	
Unidade Geomorfológica	Planície Lagunar	Depressão Rio Jacuí	Patamares da Serra Geral
Padrão de relevo	PLANÍCIES	COLINAS	MORROS
Formas do relevo e Unidades de Vertentes	Planície Patamares Planos	Vertentes Côncava Convexa Retilínea	Vertentes Côncava Convexa Retilínea
Média Morfométrica	Até 40 metros	> 40 a 120 metros	> 120 a 300 metros
Morfodinâmica	Predomínio do processo de agadação, pois a esculptura deste relevo se dá basicamente pela deposição de material proveniente das vertentes	As alterações antrópicas sobre as formas de relevo proporcionam diminuição do escoamento superficial difuso e subsuperficial, da infiltração e intensifica o escoamento superficial concentrado.	
Descrição Pedológica	Solo com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos, impermeavelmente ou mal drenados.	Solos minerais, não hidromórficos, presença de B textural, suscetíveis à erosão, predomínio de baixa fertilidade natural.	
Descrição Geológica	Depósitos Aluvionares atuais, Preenchem calhas de rio e suas planícies de inundação. Areias finas e grossas, sedimentos silítico-argilosos.	Formação Botucatu, encontrada, geralmente, nas elevações acima de 100 e 130 metros, predominantemente eólica, com presença de morros testemunhos e faces íngremes. Formação Sanga do Cabral, de origem predominantemente fluvial, forma relevo de colinas suaves, de média altitude, configurando-se em paisagens onduladas.	
Formas e Processos Atuais	Considerável impermeabilização do solo. As áreas úmidas se restringem à uma pequena área na foz do arroio Kruze, devido os diques.	Erosão laminar, sulcos, solapamento e assoreamento.	

— Aruamento
 — Hidrografia
 — Limite da bacia
 - - - Limite intermunicipal

FIGURA 09: MAPA GEOMORFOLÓGICO

4.5.6. Alteração do relevo por ação antropogênica

Segundo Rehbein (2006), analisando classificação proposta por Ross (1992), os processos criados e/ou induzidos pela atividade humana correspondem ao sexto táxon do relevo. Esse táxon compreende as formas menores produzidas por processos morfogenéticos recentes, na maioria das vezes induzidos pela ação antrópica. Caracteriza-se pelos sulcos erosivos, cicatrizes de solapamento, assoreamentos, cortes e aterros, entre outros.

As alterações no relevo ocorrem, de forma mais ou menos intensa, em toda a bacia hidrográfica do arroio Kruze, porém, pelo fato desta área possuir relevo suave, as alterações tendem a ser menores que em áreas de relevo acidentado, quando se consideram as intervenções necessárias para a ocupação do solo.

A intervenção mais expressiva na morfodinâmica natural, considerando-se a área de estudo ocorre no Morro do Paula, devido à extração de arenito Botucatu. Pode-se destacar que a atividade mineradora provoca mudanças no “balanço geomorfológico”, por meio da produção, retirada, transporte e deposição de materiais, dessa forma a pedogênese assim como os processos de intemperismo tornam-se instáveis.

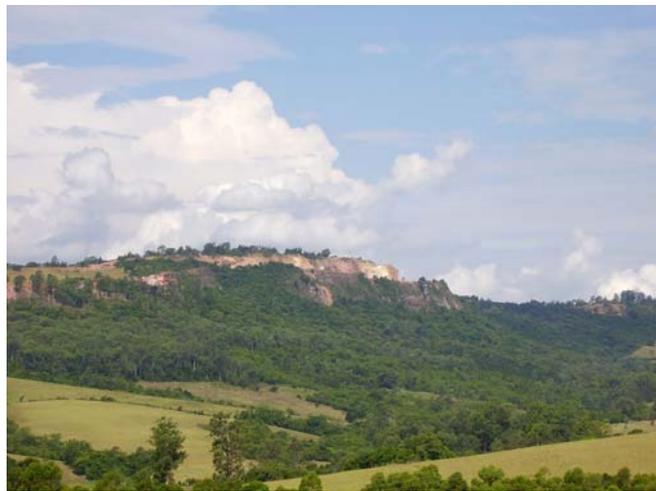
A ação direta do homem sobre o relevo altera padrões naturais e introduz outros de ordem antrópica, podendo dessa forma agravar os processos de erosão, assoreamento, movimentos de massa, etc. Tanto a morfologia é alterada quanto a magnitude e a frequência dos processos, pois com a retirada dos materiais originais, ocorre uma desestabilização do meio, de acordo com NIR 1983; TOY&HADLET, 1997 e RODRIGUES, 1997, 1999, 2004.

Os impactos da mineração no relevo, causados pela ação antrópica, não se dão apenas pela criação de novas formas, mas também pela modificação das taxas de intensidade dos processos naturais. As ações humanas devem ser tomadas como ações geomorfológicas, onde ocorrem mudanças nos atributos das formas, nas propriedades e posicionamento dos materiais, e nas taxas, balanços, magnitude e frequência e localização dos processos geomorfológicos (SELBY, 1985; RODRIGUES, 1999, 2004).

A extração no Morro do Paula se intensificou aproximadamente há três décadas. Em trabalho de campo, num tempo aproximado de 30 minutos, na estrada de acesso ao Morro,

pôde-se verificar a passagem de três caminhões cheios de arenito, que deveria estar sendo transportados para a comercialização.

A fotografia 03, mostra a escarpa do Morro do Paula, alterada pela criação de um “degrau” artificial devido à retirada de arenito com a instalação das pedreiras; este “degrau” compreende apenas um dos vários existentes no local. Ao lado do Morro é possível visualizar remanescentes de vegetação arbórea, que vêm sofrendo com despejos de “bota-fora”. De forma natural, as escarpas já estão comumente sujeitas a desmoronamentos, deslizamentos, intemperismo químico e mecânico. Neste caso específico, as alterações induzidas aumentam o potencial destes processos.



Fotografia 03: Criação de um degrau no Morro devido a extração mineral.
Fonte: SEMMAM, 06/2005.



Fotografia 04: Pedreira irregular no Morro do Paula.
Fonte: SEMMAM, 06/2005.

Na fotografia 04 é possível visualizar mais detalhadamente a intervenção antropogênica no Morro, devido a uma das inúmeras pedreiras irregulares instaladas no local. Nesta fotografia o corte na vertente atinge mais de 40 metros na vertical.

4.5.7. Fatores influenciadores dos processos erosivos e do assoreamento e a influência das pedreiras no processo de assoreamento.

A partir da descrição geral dos solos da área de estudo foi possível constatar que o argissolo possui uma tendência à erosão devido à existência do horizonte B textural. Importante lembrar que a erosão é um processo natural, mas devido à ação antrópica, atinge níveis preocupantes.

Segundo Bertoni (1985), o solo é um recurso que suporta toda a vegetação da terra, sem o qual os seres vivos não poderiam existir. Quando as terras estavam quase todas com cobertura vegetal, era inconcebível pensar em conservação dos solos, porém, hoje, se sabe dos problemas causados pela erosão.

Um fator muito importante relativo tanto à formação quanto ao desenvolvimento dos horizontes pedogenéticos é o regime de chuvas, contribuindo, quando esses estão desprotegidos, para a erosão dos solos.

Segundo a Rede de Estações de Climatologia Urbana do Rio Grande do Sul (2001), a partir da análise regional do clima, constatou-se que as variações de tempo são muito grandes, pois a região é situada numa faixa limítrofe entre a influência das massas de ar tropical quente e as massas de ar polar, ocasionando grande quantidade de chuvas frontais.

A chuva frontal definida pela presença do encontro de duas massas de ar, uma fria e outra quente, é uma chuva de menor intensidade em relação à “chuva de verão”, porém de maior duração.

A chuva é um dos fatores de maior importância na erosão dos solos, sendo que a intensidade é o fator mais importante; quanto maior a intensidade maior será a perda do solo, sendo que a duração será o complemento da intensidade. Segundo Bertoni (1985), as gotas da chuva irão contribuir em pelo menos três maneiras na erosão dos solos:

- a) Desprendem as partículas do solo;

- b) Transportam, por salpicamento, as partículas desprendidas;
- c) Imprimem energia, em forma de turbulência, à água superficial;

Quando os solos estão desprotegidos devido à inexistência de cobertura vegetal, ocorre a sua erosão. As fases do processo de erosão dos solos são três: o primeiro caracteriza-se pela remoção das partículas, a segunda pelo transporte desse material, e quando a energia do transporte desse material torna-se nula, ocorre, então, a terceira fase desse processo que é a deposição do sedimento (assoreamento).

Outro fator muito relevante referente ao processo erosivo, além da cobertura vegetal, é a característica das encostas. Segundo Guerra (1995), dentre os fatores que podem afetar nesse processo estão: a declividade; o comprimento; e, finalmente, a forma da encosta, sendo que os solos com maior erodibilidade são freqüentemente aqueles localizados em declividade acima de 30°.

A cobertura vegetal é a defesa natural do solo contra a erosão, contribuindo da seguinte maneira: proteção direta contra os impactos das gotas da chuva, decomposição das raízes, melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície e dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes de chegar ao solo.

Ramos (2005) descreve a relação entre a morfologia e a granulometria para explicar os processos de erosão e assoreamento. Segundo o autor, existe uma forte correlação entre a forma da seção do canal, a declividade do curso de água e a granulometria. Nos trechos superiores dos rios, onde a declividade é mais acentuada e o material de leito é grosseiro, a potência hidráulica do escoamento confere uma capacidade de transporte superior ao suprimento da bacia, havendo uma tendência generalizada à erosão.

No trecho intermediário, com declividades menores, ocorre um maior equilíbrio entre a capacidade de transporte sólido e o suprimento. Esses trechos são constituídos geralmente de areias médias.

No trecho inferior, com a redução das declividades, volta a haver um desequilíbrio, onde a quantidade de material sólido supera a capacidade de transporte. Nesses locais haverá uma tendência ao assoreamento.

O assoreamento, em corpos de água, pode ocorrer dentro de um processo natural de redução da capacidade de transporte sólido, associado, comumente, à redução dos níveis de

escoamento. Porém, esse processo pode ser acelerado em decorrência de ocupações inadequadas, sem os devidos cuidados conservacionistas, e terá como consequência o incremento do aporte sólido (TUCCI, 2005).

A bacia hidrográfica do arroio Kruze possui diferença altimétrica pequena, na sua maioria variando de 5 a 140 metros, sendo que os pontos mais altos compreendem o Morro das Cabras com aproximadamente 287 metros, e o Morro do Paula com 306 metros.

Porém, apesar da pouca diferença altimétrica, a característica do solo, com a presença do B textural, irá propiciar processos erosivos e por consequência de assoreamento em grande parte da bacia hidrográfica do arroio Kruze.

As características do relevo e do solo não são os únicos itens que precisam ser considerados em um estudo sobre a erosão, deve-se também levar em conta a existência ou não da vegetação, o regime de chuvas, entre outros fatores.

Um tipo de uso que vem contribuindo de forma considerável para o assoreamento pontual da rede hídrica da bacia hidrográfica do arroio Kruze, diz respeito às pedreiras do Morro do Paula. Essas pedreiras não possuem uma destinação adequada para os rejeitos que são produzidos devido à extração de arenito. Os rejeitos são jogados próximo às estradas (Fotografia 05) ou nas encostas do Morro (Fotografia 06), destruindo a vegetação e causando assoreamento. Devido à chuva aliada à declividade, esse material atinge os rios, principalmente aqueles próximos e/ou com as nascentes situadas no Morro.

No Morro do Paula encontram-se nascentes de quatro bacias hidrográficas, dessa forma a bacia hidrográfica do arroio Kruze não é a única que vem sendo sofrendo com o assoreamento causado pelas pedreiras.



Fotografia 05: Despejo de “bota-fora” às margens da estrada de acesso ao Morro

Fonte : Adriana Pentead, 01/2006.



Fotografia 06: “Bota-fora” jogado na encosta do Morro.
Fonte : Adriana Pentead, 01/2006.

É importante destacar que, devido à pequena altura da lâmina de água dos rios da bacia hidrográfica do arroio Kruze, estes são facilmente assoreados. Esse processo diminui a capacidade de escoamento dos rios, ocasionando rapidamente o extravasamento das águas em épocas mais chuvosas.

Segundo RADAMBRASIL (1986), a ação antrópica nos diferentes ambientes causa a sua desestabilização, propiciando condições de atuação plena dos processos morfogenéticos, respondendo pelo aumento dos casos de assoreamento e pela maior rapidez com que se efetuam nos canais fluviais, barragens e lagos.

4.5.8. Ocupações em áreas de morfodinâmica instável e ações potencializadoras

As moradias em áreas impróprias provocam danos ambientais que se revertem em riscos contra os próprios moradores. Isso ocorre, por exemplo, nas ocupações em encostas de morros ou na margem de rios (SMAM, 2004).

Como exemplo de danos ambientais temos a poluição por despejo de lixo nas margens dos arroios, afetando no crescimento e na recomposição da vegetação. Isto pode gerar pequenos escorregamentos¹⁴, além da obstrução do leito fluvial.

¹⁴ Constituem-se em movimentos rápidos, bruscos, com limites laterais e profundidades bem definidas. Podem envolver solo, solo e rocha, ou apenas rocha. O principal agente deflagrador é a chuva, muitas vezes

O que se observa no trecho médio de um dos afluentes da bacia hidrográfica do arroio Kruze (Fotografia 07) é uma grande quantidade de lixo jogado no leito do arroio, isso impede o pleno desenvolvimento da vegetação e, aliado ao fator declividade, promove o deslizamento do lixo e do próprio solo que se encontra desprotegido. Com o tempo isso pode desestabilizar as casas construídas nas encostas.



Fotografia 07: Instabilidade da encosta devido ao lixo.

Fonte : Projeto Monalisa, 2005.

Analisando a fotografia aérea desta área, observa-se uma pequena faixa de mata ciliar, com algumas casas próximas ao rio, porém em saídas de campo foi possível constatar que este local é um dos mais poluídos da bacia hidrográfica do Kruze, correspondendo ao afluente Santo André.

O Jornal VS (2002), relata o drama de treze famílias com casas localizadas em uma encosta no bairro Santo André (próximo do local onde foi retirada esta fotografia), devido ao gradativo deslizamento de terra no local¹⁵. Fatores como a retirada da vegetação, declividade, solo arenoso, lixo, contribuem para o problema.

associada ao desmatamento das encostas, erosão, variações de temperatura, oscilações de nível freático e fontes.

¹⁵ Acontece quando ocorre o limite de saturação dos materiais envolvidos. Podem ser potencializados pela ação antrópica, por meio de lixo, aterros, entulhos, etc. (MINEROPAR, 1997).

4.6. Características naturais da rede hídrica da bacia hidrográfica do arroio Kruze

A hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do arroio Kruze foi elaborada utilizando-se a metodologia de Strahler (1952), segundo a qual os canais de primeira ordem são aqueles que não recebem afluentes, vão desde as nascentes até a primeira confluência. A ordem dos canais aumenta quando o canal entra em confluência com outro de mesma ordem.

A partir desta metodologia a bacia hidrográfica do arroio Kruze foi definida como uma bacia de 4ª ordem, possuindo aproximadamente 143 canais de 1ª ordem entre rios efêmeros, intermitentes e perenes¹⁶, 41 canais de 2ª ordem e 8 canais de 3ª ordem.

Os canais de 1º ordem possuem um total de 21,90 km de extensão, os de 2º ordem 19,44 km, os de 3º ordem 6 km e o de 4º ordem 8,61 km, totalizando 55,95 km de rede hídrica, sendo que o canal principal possui aproximadamente 10 km. A área da bacia hidrográfica do arroio Kruze é de 24,74 km².

Se todos os rios da bacia hidrográfica do arroio Kruze fossem percorridos utilizando-se de um hidrômetro, as quilometragens acima seriam maiores, pois em escala 1:1 a sinuosidade do rio seria completamente considerada.

Segundo Guerra (1987), a forma do vale e o seu traçado estão em função da estrutura, da natureza das rochas, do volume do relevo, do clima e também da fase em que esse se encontra dentro do ciclo morfológico. Em última análise, a forma de um vale de erosão depende sempre da relação entre a resistência das rochas e da força da erosão.

Os tipos básicos de vale segundo o perfil transversal são: vale em garganta; vale em V; vale em mangedoura; vale assimétrico; vale com terraços fluviais e vale em U. Os principais tipos de vales identificados na área de estudo foram os vales em garganta¹⁷, vales em V¹⁸ e vales em U¹⁹.

¹⁶ Efêmeros: canais secos durante a maior parte do ano, comportando-se como fluxo de água só durante e imediatamente após uma chuva. Intermitentes: cursos de água que funcionam apenas parte do ano, geralmente nas épocas de maior quantidade de chuva. Perenes: Drenam água durante todo o ano. (Christofolletti, 1981).

¹⁷ São vales que apresentam largura estreita e entalhes profundos, com vertentes quase verticais. Sua forma específica é encontrada em locais de rochas resistentes, onde, quando a amplitude altimétrica é elevada, pode apresentar até centenas de metros de profundidade. (Christofolletti, 1981).

¹⁸ Tais vales indicam uma relação equilibrada entre o entalhamento e o alargamento. Geralmente são esculpidos em material homogêneo e em vertentes assimétricas, sendo o tipo mais comum. (Christofolletti, 1981).

Quanto à forma do canal fluvial²⁰, existem três denominações mais usuais, entre elas: canais retilíneos, anastomosados e meandrantes (Figura 10).



Figura 10: Principais padrões de canais fluviais.

Os canais retilíneos são aqueles em que um rio percorre um trajeto reto, sem se desviar significativamente de sua trajetória normal os canais verdadeiramente retilíneos são extremamente raros na natureza, existindo principalmente quando o rio é controlado por linhas tectônicas.

Os canais anastomosados caracterizam-se por apresentar grande volume de carga de fundo que, conjugado com as flutuações das descargas, ocasionam sucessivas ramificações, ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas.

Os canais meandrantes são encontrados, com frequência, nas áreas úmidas cobertas por vegetação ciliar, descrevem curvas sinuosas harmoniosas e semelhantes entre si. A formação da seqüência de depressões (pools) e umbrals (riffles) ao longo do leito fluvial, definindo margens de erosão e deposição, representa estágio inicial do meandramento.

Na área de estudo são encontrados os três padrões, sendo que o padrão meandrante compreende o padrão de maior frequência, ocorrendo tanto meandros divagantes,

¹⁹ São em geral elaborados por uma sucessão de fases fluviais e glaciárias, principalmente em rochas resistentes. O fundo do vale é geralmente amplo e plano, com paredes muito íngremes, quase verticais e retilíneas. Fonte : Christofolletti, 1981.

²⁰ A forma do canal é resposta que reflete o ajustamento aos débitos fluindo por meio de determinada seção transversal. Considerando que o canal em rios aluviais é resultado da ação exercida pelo fluxo sobre os materiais rochosos componentes do leito das margens, pode-se afirmar que suas dimensões serão controladas pelo equilíbrio entre as forças erosivas de entalhamento e os processos agradacionais depositando material no leito sem suas margens. Para ser efetivamente atuante, o débito deve ter força necessária para realizar o entalhamento, frequência e duração suficientes para manter a forma do canal.

característicos de áreas planas, quanto meandros encaixados, no qual as margens são altas e o vale se acha profundamente escavado. Somente alguns padrões de canais constam na figura 11, devido à dificuldade da correta delimitação dos mesmos a partir da escala das fotografias aéreas disponíveis.

Na fotografia 08 é possível visualizar a pequena lâmina de água bem como o padrão meandrante divagante. Importante destacar que o termo divagante somente é possível em locais onde as características naturais podem agir sem a intervenção antrópica.



Fotografia 08: Padrão meandrante e baixa lâmina de água
Fonte: SEMMAM, 05/2005.

Os rios de 1ª e 2ª ordem da bacia hidrográfica do arroio Kruze possuem nas áreas de maior declividade, quedas d'água (às vezes em degrau), que em média não ultrapassam dois metros de altura, e a largura média, dos canais é de 5 metros. A profundidade da lâmina de água é, em média, de 40 cm, mesmo no canal de 4º ordem, caracterizando dessa forma uma baixa vazão²¹.

²¹ Esta informação é baseada em aferição visual realizada por meio dos trabalhos de campo na bacia hidrográfica do arroio Kruze. Não foi elaborada medida da vazão conforme critérios técnicos. O período de realização do campo foi nos meses de maio e junho de 2005. Segundo informação da Rede de Estações de

4.6.1. Principais alterações na rede hídrica da bacia hidrográfica do arroio Kruze

O Brasil apresentou, ao longo das últimas décadas, um crescimento significativo da população urbana, criando-se as chamadas regiões metropolitanas. A taxa de urbanização brasileira é de aproximadamente 80%, caminhando para a saturação, com uma população praticamente sem infra-estrutura. Os efeitos desse processo se fazem sentir sobre todo o aparelho urbano relativo aos recursos hídricos: abastecimento de água, transporte, tratamento de esgotos cloacais e drenagem pluvial, sendo muito relevante considerar as conseqüências desses processos (TUCCI, 1995).

Quando se estuda as conseqüências da urbanização sobre a hidrologia, verifica-se que as interferências mais diretas referem-se ao crescimento das vazões máximas de cheias e a redução das vazões mínimas no período de estiagem (TUCCI, 1995).

As ações antrópicas nos cursos de água são muito expressivas, principalmente em áreas urbanas, onde existe uma maior concentração e tipos de usos. Entre as principais intervenções na rede hídrica urbana temos a canalização, a retificação, o aterramento de cursos de água, a construção de pequenas a grandes pontes, as ocupações em áreas de mata ciliar, etc. Em áreas rurais as intervenções mais comuns²² referem-se à construção de açudes e a captação de água por bombas. Todas estas intervenções causam, muitas vezes, alterações significativas nos cursos fluviais.

As intervenções nos cursos de água, de forma muitas vezes relativa, podem ser consideradas positivas por serem necessárias, e/ou negativas por alterarem a dinâmica natural do rio. Estas intervenções refletem, em parte, a necessidade de moradia, integrada ao uso fundamental da água.

A construção de diques, por exemplo, causa expressiva alteração na planície de inundação de um rio, porém as enchentes trazem prejuízos materiais a muitas famílias e ao governo. A construção de um dique pode ser considerada uma intervenção positiva devido a sua necessidade social, mas o ideal seria que as ocupações respeitassem importantes

Climatologia Urbana do Rio Grande do Sul (2004), o mês de maio se constitui em período seco, e o mês de junho como período chuvoso.

²² As alterações aqui colocadas como urbanas ou rurais não são exclusivas destes locais, acredita-se somente que estas ocorrem com maior freqüência em um ou em outro.

processos naturais (deixando ao menos em parte, livres de ocupação, as planícies de inundação), evitando os efeitos negativos.

As ocupações nas margens dos rios ocasionam, entre outros fatores, a queda da qualidade da água, e processos naturais como as inundações, transformam-se em problemas sociais e econômicos.

A degradação da drenagem natural dá-se, na maioria dos casos, pelo gerenciamento inadequado, tanto da ocupação da bacia como da conservação de sua qualidade ambiental, que são levadas a efeito pela falta de controle da impermeabilização dos solos, disposição incorreta ou falta de regras para a disposição do lixo e outros rejeitos, ausência de planejamento da expansão viária e, ainda, outros aspectos que dizem respeito à manutenção e conservação de leitos de vegetação ciliar (TUCCI 1995).

Entendendo que as alterações nos cursos de água podem ser inúmeras, destaca-se que neste subcapítulo serão tratadas as intervenções mais significativas encontradas na bacia hidrográfica do arroio Kruze, representadas na figura 11.

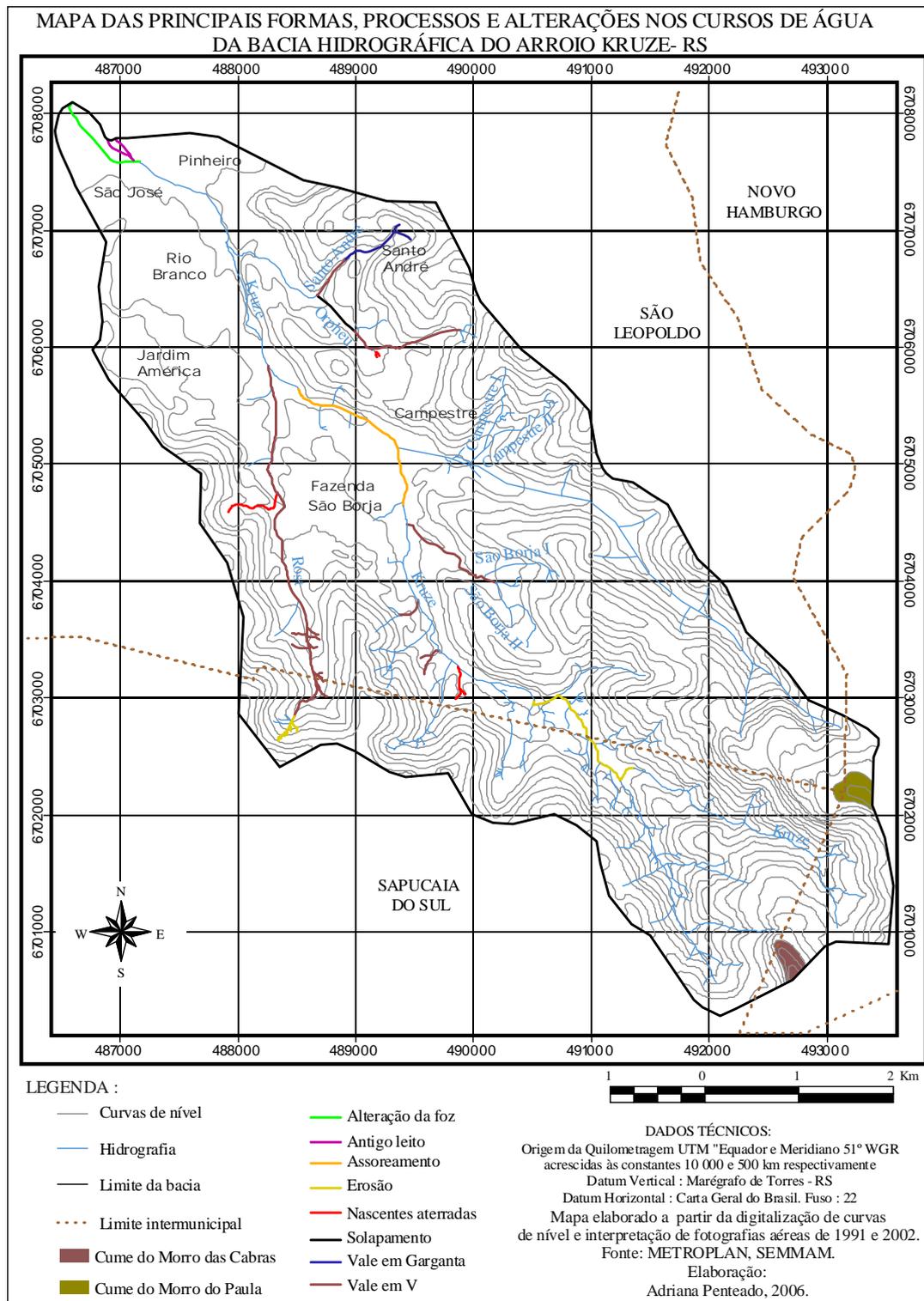


FIGURA 11: MAPA DAS PRINCIPAIS FORMAS, PROCESSOS E ALTERAÇÕES NOS CURSOS DE ÁGUA

4.6.1.1. Canalização

Segundo Cunha (1994), a canalização envolve direta modificação no rio, consistindo, em geral, no alargamento e aprofundamento da calha fluvial, na retificação do canal, na construção de canais artificiais e de diques.

Estas obras visam o controle de cheias, drenagem das terras alagadas e a melhoria do canal para navegação. É considerada técnica imprópria com efeitos prejudiciais ao ambiente, pois a passagem de draga, por exemplo, provoca o rebaixamento do nível de base, favorecendo a ação erosiva em afluentes e, conseqüente, assoreamento do canal principal à jusante.

4.6.1.2. Enchentes e construção dos diques de proteção

A ocupação à margem do rio dos Sinos trouxe aos moradores o problema das enchentes. Na área de estudo, na cidade de São Leopoldo, onde está localizada a foz do arroio Kruze, entre as piores enchentes ocorridas estão a de 1941 e a de 1965. Com o objetivo de resolver o problema, uma expressiva intervenção foi causada à bacia hidrográfica do rio dos Sinos, incluindo a sub-bacia do arroio Kruze que se refere à construção dos diques de proteção.

Segundo Ramos (1975), no rio dos Sinos as cheias ocorrem principalmente no inverno e têm como causa principal o influxo do Guaíba. As cheias do Guaíba são provenientes de um conjunto de fatores, entre os quais o de ter um dos maiores índices pluviométricos do Rio Grande do Sul no Planalto Meridional, aliado ao fato de receber praticamente todos os contribuintes da bacia do rio Jacuí. O escudo Sul Riograndense e o litoral representam um obstáculo ao escoamento das águas até o oceano Atlântico, por isto elas são acumuladas no Guaíba.

Segundo Bertê (2004), no Rio Grande do Sul o agravamento das cheias periódicas possui relação direta com a diminuição dos ambientes reguladores - os banhados - e com o desmatamento na margem dos rios. O volume de água da precipitação, que antes ficava

retido pela vegetação e era absorvido gradativamente pelos solos antes de chegar aos cursos de água, agora flui rapidamente para os rios, transportando, assim, camadas do solo.

No estudo sobre o risco de ocorrência de cheias, não devem ser considerados apenas fatores pluviométricos e fluviométricos, mas as modificações na cobertura vegetal e no uso do solo rural e urbano, pois o desmatamento seguido de uso agrícola tende a alterar a vazão média e máxima dos corpos de água.

A solução proposta pelos Engenheiros Consultores da AGRAR UND HYDROTECHNIK, de Essen, Alemanha, para o problema das enchentes nas cidades de São Leopoldo e Novo Hamburgo, causadas devido às cheias, foi a construção de diques de proteção, conforme constam nos relatórios do Planejamento Hidrológico do Rio dos Sinos de 1969. O projeto de construção dos diques teve início em 1964 e as obras se iniciaram em 1974.

Segundo Henrique Pietro²³, a construção do dique ocorreu conjuntamente com o município de São Leopoldo e Novo Hamburgo. Outros municípios, como Canoas e Sapucaia do Sul possuem diques de proteção, mas estas obras foram executadas em outra época.

Seguindo pelo rio dos Sinos, no município de São Leopoldo, em direção a Porto Alegre, o próximo município é Sapucaia do Sul. Dessa forma, devido à construção dos diques de proteção em São Leopoldo e Novo Hamburgo, os problemas das enchentes devem ter sido agravados neste município.

As obras iniciais de construção dos diques não resolveram todos os problemas das enchentes. Além disso, estas obras necessitam de constante manutenção para que não haja o seu rompimento. Segundo Tucci (1995), o controle das enchentes urbanas é um processo permanente que deve ser mantido pelas comunidades, visando à redução do custo social e econômico dos impactos.

Segundo reportagem do Jornal VS, de março de 2006, o município de São Leopoldo recebeu a liberação de 2,8 milhões de reais de verba para recuperar e concluir o projeto dos diques. As obras que serão executadas foram projetadas há mais de 30 anos atrás.

²³ Prefeito do município de São Leopoldo, na época da construção dos diques em 1974, entrevistado em março de 2006.

A construção dos diques resolveu de forma significativa os problemas das cheias, mas por outro lado houve uma grande diminuição dos banhados, estes servindo como dosadores naturais de água.

No período de cheias os banhados retêm grande quantidade de água e à medida que o nível do rio vai baixando (em períodos de estiagem), os banhados cedem água para o rio, evitando, dessa forma, o baixo nível. Com a falta dos mesmos²⁴, o nível do rio aumenta e diminui com muita facilidade.

Alguns conceitos equivocados sobre os banhados dificultam a sua preservação. Algumas pessoas acreditam que os banhados são somente aqueles do lado interno dos diques e a área externa deve ser aterrada e ocupada, outros vêem os banhados apenas como criadouro de mosquitos, alimentando a falsa idéia de que estes não têm utilidade.

Inúmeros são os fatores que contribuíram e ainda contribuem para o desaparecimento dos banhados em São Leopoldo, sendo que os principais, além da construção dos diques, serão discutidos na análise do mapa de uso e ocupação do solo restrito à área de estudo deste trabalho.

Além da construção do dique, segundo SEMMAM (2006), o arroio Kruze foi canalizado entre os bairros Santo André e Pinheiros, até desaguar no rio dos Sinos. A canalização modificou a dinâmica do ecossistema local, com o rebaixamento do lençol freático e a diminuição dos banhados que se localizavam nas margens do mesmo.

Tucci (1995) definiu os estágios de transferência de enchentes por canalização, que compreendem, de forma resumida, as seguintes características: no primeiro momento, a bacia começa a ser urbanizada de maneira distribuída, sendo que a maior intensificação se dá à jusante, aparecendo, assim, no leito natural, os locais de inundação, devido aos estrangulamentos naturais ao longo do seu curso; no segundo momento, ocorrem as canalizações à jusante com base na urbanização atual, ocorre ainda um controle pelas áreas que inundam, a montante, considerando que a bacia não está totalmente ocupada; por último, com a maior densificação da área, a pressão social faz com que os administradores públicos continuem o processo de canalização para montante, e assim, quando o processo se completa, ou mesmo antes, as inundações retornam para jusante, devido ao aumento da

²⁴ Edição especial do jornal ABC Domingo de fevereiro de 2005, que trata da importância e da destruição dos banhados.

vazão máxima, que não possui condições de ser ampliada. As soluções acabam muitas vezes convergindo para o aprofundamento do canal.

Após a construção dos diques de proteção em São Leopoldo e Novo Hamburgo, os Europeus, incluindo os alemães que assessoraram a construção dos diques nessas cidades, adotaram uma visão ambientalista quanto aos problemas de intervenção nos recursos hídricos, procurando renaturalizar os rios europeus.

Na revista Rios e Córregos, Preservar, Conservar e Renaturalizar (1998)²⁵, discute-se a importância da renaturalização dos rios, sendo que a efetivação desta concepção possui muitas limitações, principalmente quando se trata de zonas urbanas e vias de transporte; porém a partir do entendimento entre as interações antrópicas e a natureza, permite-se que sejam consideradas novas estratégias, valorizando as condições naturais dos cursos hídricos e das baixadas inundáveis.

Na maioria dos países da Europa, durante a primeira metade do século passado, e mais atualmente no Brasil, muitos rios e córregos foram retificados com o objetivo de proteger zonas urbanas, vias de transporte e terras agrícolas contra cheias. As considerações ambientais não receberam prioridade. Os maiores prejuízos referem-se à perda da diversidade da biota.

Segundo a mesma revista, os rios estão permanentemente sujeitos à ocorrência de modificações naturais em seu curso, porém quando estes são retificados e mantidos por obras de engenharia, sofrem fortes pressões. Isto impede a renovação natural dos núcleos biológicos, das estruturas e das condições específicas das diversidades da biota. Os seixos naturalmente rolados são responsáveis pela manutenção vital de espécies.

Atualmente a questão ambiental está em voga. Assim, importantes questões ambientais são debatidas antes da implementação de uma obra que altera a dinâmica hídrica, porém, em muitos casos, nem sempre as discussões levam a uma intervenção adequada.

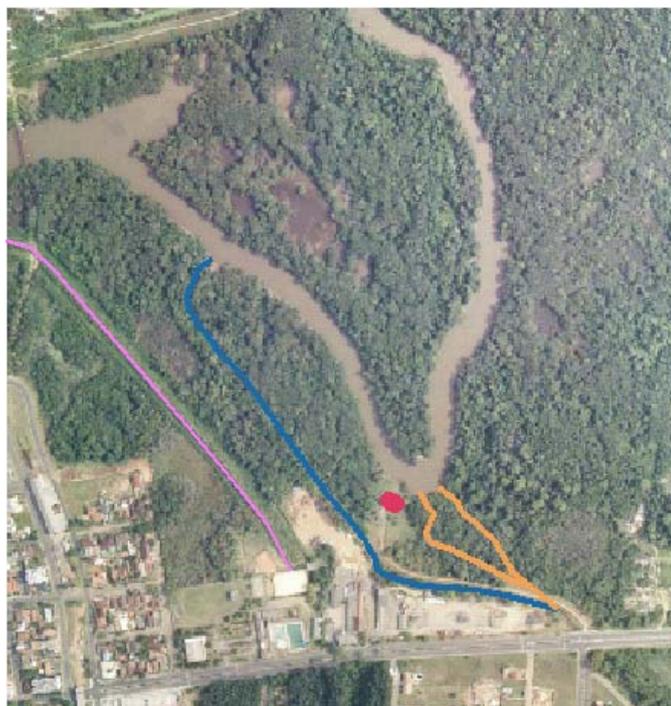
²⁵ Traduzida do alemão para o português.

4.6.1.3. Alteração da foz do arroio Kruze

O Serviço Municipal de Água e Esgoto - SEMAE de São Leopoldo, em 1979, promoveu a mudança no leito do arroio Kruze, mais precisamente na sua foz, com o objetivo de evitar o aumento da contaminação hídrica. Antes da alteração, o arroio desaguava à montante das bombas de captação de água do SEMAE.

Segundo Sr. Jair, operador das bombas de água do SEMAE, a alteração da foz do arroio Kruze foi efetuada devido à sua poluição, tornando assim menos oneroso o tratamento da água captada que é utilizada para o abastecimento municipal.

Na fotografia 09, em laranja, é possível observar dois afluentes da bacia hidrográfica do arroio Kruze, que antigamente desaguavam no rio dos Sinos. O ponto em vermelho representa o local onde estão as bombas de captação de água do SEMAE, a linha em azul corresponde ao leito atual, construído artificialmente, e a linha em rosa, é parte do dique de proteção.



Fotografia 09: . Alteração da foz do arroio Kruze
Fonte : SEMMAM, 2005.

Posteriormente, em 1988, o trecho alterado foi retificado pela Secretaria de Obras e Viação para melhorar o escoamento e evitar o transbordo do arroio em época de enxurradas. A fotografia 09 é do ano de 2002, desta forma, o leito já se encontra retificado.

A alteração efetuada na foz do arroio Kruze transferiu o problema da poluição do mesmo para os municípios que estão mais à jusante do rio dos Sinos (oeste da fotografia 09), neste caso, para os municípios de Sapucaia do Sul, Nova Santa Rita, Esteio, Canoas até atingir Porto Alegre, por meio do lago Guaíba.

4.6.1.4. Instalação de bombas de captação de água barragens e açudes

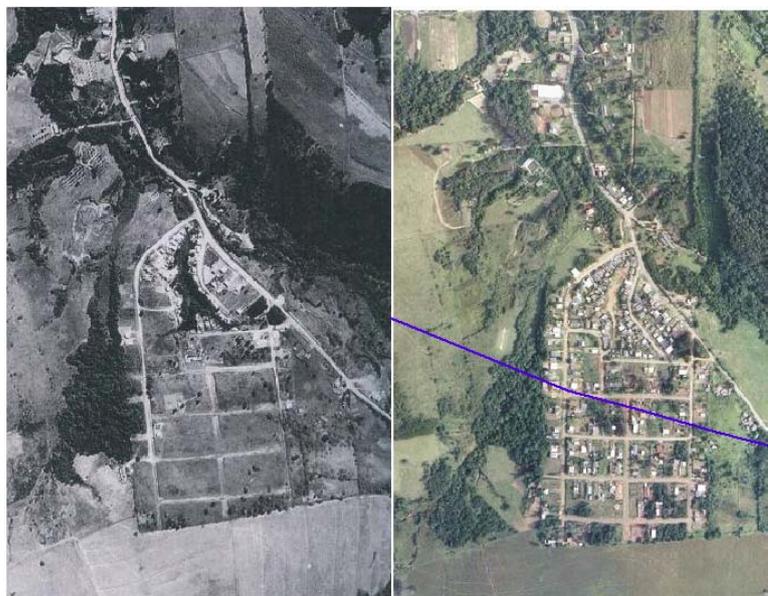
Foram encontradas na bacia hidrográfica do arroio Kruze bombas de captação de água, favorecendo a diminuição da vazão dos arroios, sendo que uma delas, pela proximidade de uma das pedreiras, provavelmente foi instalada para auxiliar no uso de equipamentos no trabalho de extração de arenito. Encontraram-se também pequenas barragens e açudes.

4.6.1.5. Aterramento de nascentes e de canais fluviais

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas fotografias aéreas de 1991 e de 2002. Nesse espaço de tempo, foi possível verificar algumas alterações significativas na área de estudo. A fotografia 10 compreende a montagem de duas fotografias aéreas das datas acima descritas, chamadas para fins didáticos de a e b da esquerda para a direita.

Na fotografia 10 a é possível verificar o início de um loteamento, com algumas casas às margens de duas nascentes. Na fotografia 10 b, verifica-se o crescimento do loteamento e o desaparecimento das nascentes, restando apenas uma “cicatriz” no local.

Essas nascentes²⁶ foram aterradas, provavelmente para que houvesse o avanço do uso residencial.



10 a (1991)

10 b (2002)

Fotografia 10: Evolução urbana e aterramento de nascentes do arroio Kruze.

Fonte : METROPLAN, SEMMAM, 2005.

Próximo a este loteamento existem outras nascentes e até banhados da bacia hidrográfica do arroio Kruze. Assim, é preciso conter o avanço impróprio dessas ocupações, evitando maiores alterações na rede hídrica ou outros prejuízos ambientais.

Este loteamento (Fotografia 10) está localizado entre as divisas dos municípios de São Leopoldo, ao norte da linha azul e Sapucaia do Sul, no lado oposto, (ambos na fotografia b). Isso tende a dificultar uma ação efetiva para o local, pois exige um trabalho conjunto entre os municípios.

Na fotografia 11, as linhas em vermelho representam antigas nascentes do arroio Orpheu²⁷, no bairro Santo André²⁸, que foram aterradas. A linha em azul representa os cursos de água ainda existentes.

²⁶ Aproximadamente entre a estrada Eduardo Timm e Santa Fé. Quadras: 1939, 2100, 2101, 2104, 2109. No final do Bairro São Borja. (Neste trabalho, para os mapas gerados, não há o nome das ruas e quadras. Mas no caso específico do aterro de canais fluviais e poluição de banhados, considerou-se importante localizar com maior precisão, para informar as prefeituras envolvidas).

²⁷ Neste trabalho, para facilitar a análise das informações, os afluentes principais do arroio Kruze foram nomeados baseando-se nos bairros onde estão localizados ou em algum ponto de referência relevante.



Fotografia 11: Aterramento de nascentes do afluente Orpheu
Adaptação: Adriana Penteadó, 2006.

Na fotografia 12 a linha em vermelho corresponde ao antigo arroio, atualmente aterrado. Neste local houve o avanço do uso residencial, ainda rarefeito. Este arroio encontra-se à leste da zona industrial da área de estudo, entre os bairros Santa Tereza e Fazenda São Borja²⁹. Pelas características verificadas na fotografia aérea de 1991, compreendendo a mesma área da fotografia 12, verificou-se que possivelmente este canal era efêmero, e isso pode ter levado ao aterramento do mesmo de forma inconsciente.

²⁸Quadra 1659, paralela às ruas Manoel Heisser e Avenida Paulo Uebel.

²⁹Paralelo à Avenida John Kenedy e Rua 06. Incluindo as quadras 2424 a 2431.



Fotografia 12: Aterramento canal fluvial.

Adaptação: Adriana Penteadó.

As prefeituras devem mapear todas as nascentes localizadas em seu município, e no caso destas se encontrarem em terrenos públicos, devem ser mantidas em áreas de preservação, ficando proibido o loteamento e a venda desses locais. No entanto as prefeituras, de modo geral, não têm esse controle, e por consequência as pessoas que compram terrenos com nascentes, acabam tendo problemas para construir. É incumbido às secretarias municipais de meio ambiente o dever de solucionar o problema. O prejuízo, na maioria das vezes, acaba recaindo sobre o ambiente natural.

V CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO REGIONAL E OS PROBLEMAS RELACIONADOS

O processo de urbanização regional da área de estudo encontra suas raízes na urbanização brasileira e mantém características que são peculiares a todo o território nacional. Dessa forma, parte-se de uma análise mais abrangente para uma caracterização mais regional.

5.1. Questões relativas à urbanização brasileira

Segundo Maricato (2003), na década de 1940, quando apenas 31% da população brasileira era urbana, as cidades eram vistas como o lado moderno e avançado de um país predominantemente agrário e atrasado. De 1940 a 1980, o PIB brasileiro cresceu a uma taxa de 7% ao ano, o que correspondeu sem dúvida a um aumento excepcional da economia sob qualquer ponto de vista. O processo de urbanização–industrialização parecia representar um caminho para a independência de séculos de dominação da produção agrário-exportadora e de mando coronelista.

Dentro deste contexto de “crescimento”, a população rural via nas grandes cidades uma esperança de vida melhor e, dessa forma, migravam em massa para os grandes centros urbanos. Os latifundiários optavam por outros investimentos além da produção agrícola, contribuindo para o não desenvolvimento rural e expulsando assim muitos trabalhadores do campo.

Conforme Davidovich (1995), algumas características da urbanização brasileira devem ser observadas: em primeiro lugar, cabe aludir à rapidez desse processo no país, que em 1940 tinha ainda cerca de 70% de sua população vivendo no campo. Atualmente cerca de 80% da população vive em áreas urbanas. É preciso reconhecer que a urbanização no Brasil “deu certo” para o crescimento econômico pretendido. Entre 1945 e 1980, o PIB aumentou em mais de dez vezes, o incremento na indústria alcançou 9% ao ano. As áreas urbanas vieram a concentrar dois terços da população brasileira, correspondendo a uma taxa geométrica média de crescimento anual de 4,4 % , enquanto o crescimento da

população total foi de 2,5%. Porém uma opinião corrente é a de que os sucessos econômicos alcançados não foram acompanhados de êxitos na política social (DAVIDOVICH, 1995).

O chamado “milagre brasileiro” na virada da década de 1970-1980, quando o país chegou a atingir o patamar de oitava economia do mundo, demonstrava um perfil de renda extremamente concentrado, denunciando a profunda desigualdade social embutida neste modelo. Além da política de exclusão social, esse modelo econômico ignorou qualquer preocupação com o meio ambiente. Segundo Gonçalves (1995), as elites brasileiras argumentavam que “a pior poluição é a miséria”, dessa forma incentivaram a vinda de multinacionais para o país.

Para Lombardo (1995), nos países em desenvolvimento, de industrialização e urbanização tardias como no Brasil, o processo de urbanização é principalmente fruto de um êxodo rural sem precedentes na história da humanidade.

Para Almeida 1993 *apud* Fujimoto (2000), a concentração populacional reflete a concentração econômica, reforçando os desequilíbrios regionais característicos da história de ocupação do Brasil. Esse processo é próprio da industrialização moderna que se instala no País, a partir de uma economia monopolista, sendo o capital estrangeiro a alavanca principal. As novas indústrias exigiam grandes áreas e promoveram ainda mais a concentração da população, pois necessitavam proximidade de centros urbanos capazes de fornecer força de trabalho, facilidades de meio de transporte, proximidade de infra-estrutura e serviços complementares.

A migração de trabalhadores para os centros industriais do país caracterizou-se, em boa parte, por pessoas carentes e com pouca qualificação profissional. Esse fator, aliado à insuficiência de habitações (um dos mais graves problemas sociais brasileiros), ocasionou, em grande parte, à instalação dessas pessoas em áreas impróprias ou inóspitas. Além disso os interesses dos grandes capitais no desenvolvimento e ampliação da produção causaram nas grandes cidades um rápido processo de degradação ambiental.

5.2. Metropolização brasileira e problemas relacionados

Para Davidovich (1995), os segmentos metropolitanos do país acumulam problemas que o crescimento econômico não equacionou. São os bolsões de miséria, de desemprego e subemprego. O Brasil metropolitano depara-se com o desafio da miséria e da pobreza, que adquiriram particular visibilidade em seus domínios, apelando para políticas sociais emergenciais.

Segundo Castriota (2003), alguns traços são comuns na rede urbana brasileira, configurando um baixo padrão de qualidade de vida: o crescimento físico elevado, em especial dos centros urbanos grandes e médios; conurbação e adensamento excessivo de áreas desprovidas de infra-estrutura urbana e equipamentos sociais; produção de vazios urbanos com retenção especulativa de solo urbano; adensamento dos centros urbanos e periferação do crescimento físico, com a formação de cidades - dormitório e segregação sócio-espacial da população de baixa renda; agravamento da situação de informalidade das ocupações do solo urbano, com aumento da favelização e das invasões públicas e privadas; distorções e deficiência do sistema de transportes e circulação urbana; aumento da poluição e da agressão ao meio ambiente, com severo comprometimento dos recursos naturais.

Segundo a Secretaria de Obras Públicas e Planejamento de Porto Alegre (1999), entre a década de 1960 e 1970 ocorreu um intenso processo de urbanização, ocasionado, principalmente pelos movimentos migratórios, pelos altos índices de crescimento vegetativo da população, bem como pela crescente industrialização. Esse processo criou núcleos urbanos centrais, como São Paulo e Rio de Janeiro, que foram as primeiras áreas brasileiras a apresentar metropolização.

Segundo Grau (1974), o intenso crescimento urbano, como fato característico do século XX, determinou o aparecimento dos centros metropolitanos. Tal processo de crescimento se manifestou de tal modo que, em torno de determinados núcleos urbanos, outros núcleos se agregaram, integrando-se a ponto de comporem uma nova realidade urbana. Desse modo, as várias unidades integradas formam um conglomerado único, um tecido de relações e interações mútuas, que transformam todo esse conjunto em um sistema socioeconômico relativamente autônomo.

É consenso entre os autores que uma área metropolitana caracteriza-se por uma associação de processos econômicos que se refletem nas características demográficas, na estrutura ocupacional, portanto de produção, e no sistema de conexão entre as unidades ocupantes da mesma, que a torna diferente de outras áreas vizinhas.

O fenômeno da metropolização deve ser pensado observando-se três aspectos de fundamental importância, pois (1) é um fenômeno relativamente novo na história da humanidade, (2) representa uma revolução de todos os padrões de vida social e (3) é o resultado da base econômica e do desenvolvimento tecnológico. Neste sentido, as metrópoles tendem a ser o centro do poder e da influência em toda a sociedade (SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E PLANEJAMENTO DE PORTO ALEGRE, 1999).

A estrutura municipal ou metropolitana é resultado das relações existentes entre as várias funções que se manifestam sobre o seu espaço. Em relação à qualidade de sua estrutura social urbana esta depende de uma série de variáveis, tais como: densidade demográfica, mão de obra, moradia, entre outros, assim os seus fluxos dependem da infraestrutura existente.

O equilíbrio municipal é preservado na medida em que as funções primordiais da sua comunidade estejam ordenadamente dispostas sobre seus limites. Neste caso, a infraestrutura existente possibilitará, razoavelmente, a integração da comunidade dentro do espaço municipal.

Entretanto, em alguns casos, com o surgimento de um município – núcleo, passam a existir diferentes modalidades de integração funcional. Em consequência, os limites socioeconômicos do complexo urbano não mais coincidem com os limites institucionais de tais municípios.

Surge uma grande demanda por serviços públicos, de forma que as autoridades administrativas locais não podem dar soluções satisfatórias às necessidades coletivas sem uma ação unificada e coordenada de todos os escalões do governo. Instala-se o choque entre as estruturas locais, agravado pela multiplicidade de centros de decisão.

Dentro desse contexto, a partir da nova realidade urbana nacional, são criadas as regiões metropolitanas brasileiras, tendo como um dos principais objetivos uma gestão integrada. No ano de 1973 e 1974, por meio de leis complementares, são estabelecidas as nove regiões metropolitanas do País, delegando ao estado a tarefa de implantar os serviços

de interesse comum. Foram criadas as regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Salvador, Curitiba, Belém, Fortaleza e Porto Alegre.

5.3. Processo Regional de Urbanização

A bacia hidrográfica do arroio Kruze encontra-se localizada na região metropolitana de Porto Alegre. Desta forma, torna-se necessário o entendimento do processo de expansão da urbanização na capital, pois o mesmo explica, em parte, o processo de urbanização da área estudada.

Souza (1997) classificou o processo de urbanização de Porto Alegre em cinco fases: ocupação do território – formação do núcleo, o trigo na região, imigração alemã e italiana, industrialização e o processo de metropolização.

Os processos aqui descritos serão aqueles que possuem relação direta com o processo de urbanização da região metropolitana, dessa forma serão descritos os processos de imigração, industrialização e por fim a metropolização.

5.3.1 Fase da Imigração

O processo migratório tanto de Porto Alegre como de outros municípios do território nacional ocorreu principalmente por três motivos: (1) crescimento capitalista na Europa, onde as máquinas substituem a mão de obra e, nesse sentido, promovem um excedente de mão de obra, (2) interesse capitalista em financiar o desenvolvimento de colônias em países “novos” por esses imigrantes e, por fim, (3) a consciência pelos países de economia colonial, de que era necessário diversificar o sistema de produção para tornarem-se independentes economicamente. Essas questões, entre outras, vão propiciar a vinda de imigrantes para o Brasil.

O início do processo migratório praticamente coincidiu com o período do Império no Brasil. Houve a decisão da Coroa em promover a vinda de imigrantes para ocupar as

terras do sul, não dadas como sesmarias para a criação de gado, por acharem-se cobertas de matas e por isso não se prestarem facilmente àquela atividade.

Segundo RADAMBRASIL (1986), a partir do século XIX, as imigrações se acentuaram efetivamente, iniciando um novo ciclo de povoamento no Brasil. Assim os alemães ocuparam os vales dos rios dos Sinos e Jacuí e a borda da Serra Geral, enquanto os italianos se estabeleceram no vale do rio das Antas. Dessas ocupações surgiram cidades que guardam traços culturais dos imigrantes que as fundaram, como Novo Hamburgo, São Leopoldo, Caxias do Sul, Bento Gonçalves e Garibaldi de origem alemã e italiana. Porto Alegre, a capital gaúcha é de origem açoreana, tal como Rio Grande, Osório, Taquari e Rio Pardo.

Segundo Souza (1997), para Porto Alegre, um fato de suma importância no seu crescimento refere-se ao processo migratório, ocorrido entre 1820 a 1890. A primeira leva de imigrantes, estes de origem alemã, chegam ao norte de Porto Alegre entre 1824 e 1825 num total de 1.032 pessoas e de 1826 a 1829, mais 3.823. Finalmente, entre 1844 a 1853 completa-se o número com a entrada de mais 2.636 imigrantes (SOUZA, 1997 *apud* DEUTSCHTUM, 1924).

As colônias de imigrantes aqui instaladas passaram pelas seguintes fases: a) desmatamento e agricultura de subsistência; b) expansão agrícola e exportação de excedentes e c) especialização agrícola, tendo como meta o comércio.

Os imigrantes alemães instalaram-se, inicialmente, ao norte de Porto Alegre, no ano de 1824 (em São Leopoldo). Até mais ou menos 1860, a capital gaúcha se constituía apenas num mercado para o consumo dos excedentes da área de colonização (incluindo São Leopoldo).

Do norte de Porto Alegre, os imigrantes seguiram ocupando as áreas ao longo do rio dos Sinos e, saindo de sua margem direita, subiram a encosta da serra. A partir de 1950, com a chegada de uma nova leva de imigrantes alemães, novas áreas foram necessárias para a ocupação. O acesso a elas se fez através dos principais rios que confluem próximo a Porto Alegre para formar o Guaíba: os rios dos Sinos, Caí e o conjunto Jacuí/Taquari.

A bacia hidrográfica do arroio Kruze está localizada no município de São Leopoldo e tem sua foz no rio dos Sinos. O rio dos Sinos foi o principal motivo da escolha dos imigrantes alemães para se fixarem nesta área, pois representava um local ideal para a

instalação de um porto, estreitando assim os laços com Porto Alegre e facilitando o acesso aos produtos. Os produtos cultivados nas colônias alemãs eram transportados por embarcações fluviais, via rio dos Sinos. Nesse sentido, o rio dos Sinos foi o grande facilitador de comunicação entre as comunidades, favorecendo a ocupação para além de seu curso e afluentes, atingindo a região banhada pela bacia hidrográfica do Guaíba.

De 1824 a 1950, a região do vale do rio dos Sinos passou de uma base agrícola para uma muito mais ampla, abrangendo áreas como artesanato, comércio e indústrias. Foi por meio dessas atividades que a região conquistou relevância no desenvolvimento regional do Rio Grande do Sul.

Uma das primeiras áreas ocupadas em São Leopoldo refere-se ao bairro conhecido atualmente como Rio dos Sinos, situado na zona norte da cidade, e teve grande importância no seu crescimento econômico. A primeira estação ferroviária a ser construída no RS foi a de São Leopoldo, passando pelo bairro Rio dos Sinos.

Segundo Müller (1997), a ocupação das áreas, antes praticamente desocupadas, e sua incorporação à economia do estado através da agricultura diversificada, foi de fundamental importância para o crescimento de Porto Alegre e região. Aquela vocação portuária inicial de Porto Alegre agora recebe forte impulso, pois os rios, ao longo dos quais se instalou a nova economia, trazem naturalmente a produção. Estabeleceu-se, assim, sob o comando de Porto Alegre, a coleta da produção, sua exportação, bem como a importação dos bens requeridos pelas novas populações.

A partir de 1960 os alemães começam a mostrar sua força, favorecendo comercialmente Porto Alegre. Nesse período melhoramentos urbanos começam a serem introduzidos na cidade, que ressurgirá com a função comercial graças à colonização alemã e italiana.

Em 1875 chegam ao Rio Grande do Sul os imigrantes italianos, ocupando as terras que permaneceram desocupadas, ou seja, os divisores de água e as encostas mais íngremes, que os alemães deixaram de ocupar. O centro de imigração ocorre em Caxias do Sul, os imigrantes ocupam-se primeiramente da agricultura. Assim Porto Alegre se beneficia do aumento da produção agrícola e da ampliação de seu mercado pelo aumento da população, com 60 mil imigrantes italianos.

Um mercado suficientemente amplo permitirá a transformação de métodos de produção artesanal para uma produção industrial com o objetivo de atendimento do mercado regional.

5.3.2 Fase Industrial

Segundo Souza (1997), em Porto Alegre o processo de industrialização ocorrerá no período entre 1890 a 1945. Um fator que ajudou no crescimento industrial da cidade foi o estrangulamento da importação de produtos manufaturados durante as duas grandes guerras mundiais, forçando a aceitação do produto nacional.

Em Porto Alegre observa-se a mesma tendência à industrialização que no resto do país e no interior do estado. Comparada a outras cidades riograndenses, ressalta-se em Porto Alegre a sua diversidade industrial, com destaque ao ramo metalúrgico.

Ao elevado surto industrial de Porto Alegre associa-se um significativo incremento populacional, sendo que a maior taxa do decênio de 1900 a 1910 chegou a aproximadamente 6%.

Segundo Fujimoto (2000), o início da industrialização, como principal atividade econômica e forma pela qual a sociedade se apropria da natureza e a transforma, marcou o processo de urbanização.

Segundo Mold (1973), relativo à questão industrial da Grande Porto Alegre, podemos distinguir, de forma geral, quatro zonas segundo a ordem cronológica de desenvolvimento. A primeira e mais antiga, situa-se junto às instalações portuárias e à via férrea, como continuidade ao estabelecimento de um comércio atacadista. Esta primeira zona corresponde ao bairro Navegantes, onde está localizada a travessia do lago Guaíba.

A segunda zona industrial ocorre ao longo da BR 116, ligando as cidades de Canoas, Esteio, São Leopoldo e Novo Hamburgo. O desenvolvimento comercial e industrial de Novo Hamburgo e São Leopoldo criou laços com os municípios vizinhos, correspondendo à continuidade dos espaços urbanos no limite norte da região metropolitana.

Devido ao baixo custo, os terrenos alagadiços às margens dos rios dos Sinos, e do Gravataí, no município de Canoas, atraíram grande quantidade de operários. No período de cheia dos rios as inundações formam um contingente de flagelados (MOLD, 1973).

Na direção NE, ao longo do eixo viário que conecta os municípios de Gravataí e Cachoeirinha, estrada que dá acesso a São Paulo pelo litoral, estabeleceu-se a terceira zona industrial da cidade, acompanhada de loteamentos e surgimento de vilas pobres, cujo limite de expansão compreende a várzea do rio Gravataí.

Já à sudoeste encontra-se a quarta zona industrial, de surgimento recente e que se estabeleceu também ao longo da BR 116, porém após a travessia do Guaíba. As restrições de urbanização neste local também estão ligadas à presença de terrenos alagadiços. É fato, na cidade de Guaíba, o surgimento de vilas tendendo a aproximar-se das estradas, provocando uma expansão do crescimento nesta direção.

O intuito da figura 12 é possibilitar, em aspectos gerais, a visualização do crescimento dos principais centros urbanos da região metropolitana, a partir da definição dos quatro eixos industriais definidos por MOLD (1973).

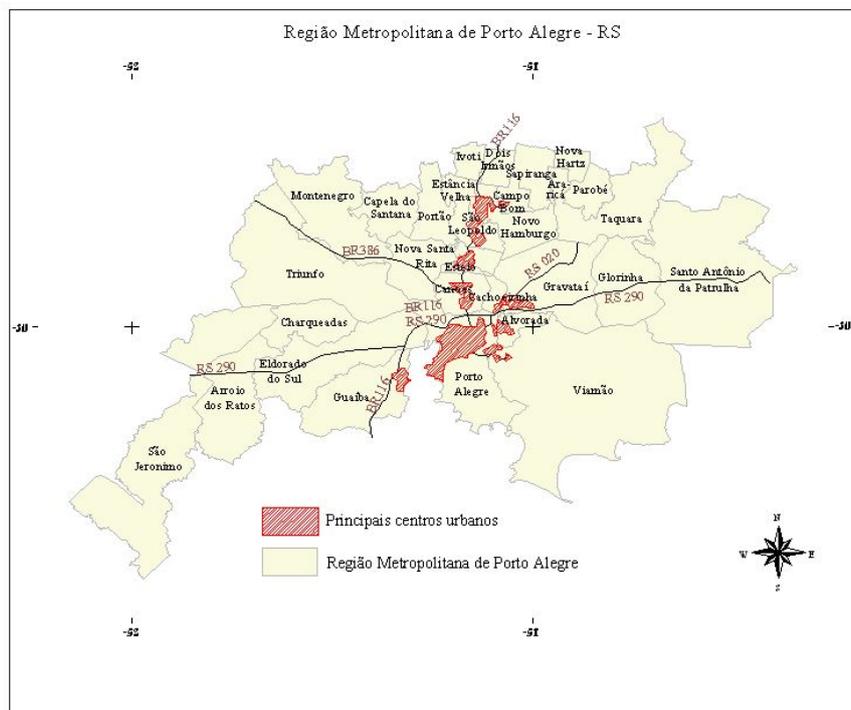


Figura 12: Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) e os principais centros urbanos a partir do desenvolvimento industrial.

Elaboração : Adriana Penteadó, 2005.

5.3.3 Fase da Metropolização

Segundo Müller (1997), a fase de metropolização da Grande Porto Alegre compreende o período de 1945 até a atualidade. O Rio Grande do Sul entra nesse período com a pecuária extensiva em moldes tradicionais e com uma agricultura que até então significava um mercado suficiente para os produtos da indústria de Porto Alegre. Já na década de 1960 a situação entra em colapso, devido às terras muito subdivididas e os solos esgotados pela falta de práticas conservacionistas.

Em 17 de novembro de 1967, o Governo do Estado, nomeou uma Comissão para realizar estudos para a delimitação da Área Metropolitana de Porto Alegre. Os critérios utilizados foram os seguintes: continuidade dos espaços “urbanizados”, medidos através de fotografias aéreas; os fluxos de transporte, fundamentalmente de passageiros (migrações pendulares) e as funções exercidas pelos centros urbanos periféricos nos espaços urbanizados da capital do estado.

Em 1968 é definida a Região Metropolitana de Porto Alegre, inicialmente constituída por 14 municípios e, atualmente, com 31 municípios.

Das áreas rurais com maiores problemas, partem correntes migratórias dos menos favorecidos aos centros urbanos, em especial para a capital. Surge então a mão-de-obra menos qualificada ou subempregada, concentrada, via de regra, em vilas de subabitação ou mesmo em subabitações das “frestas” das áreas residenciais legalmente constituídas.

Os que desejavam permanecer no setor primário se dirigiram para áreas menos densas do Estado e, como nestas áreas a disponibilidade de terra é limitada, migraram para outros estados ou, até mesmo, para países vizinhos, estendendo as fronteiras agrícolas.

Pouca atenção foi dada ao setor agrícola, que se encontra a uma distância estratégica da capital e que contava com um significativo mercado que necessitava ser atendido. Altos percentuais de produtos primários provêm, atualmente, de outros estados.

O setor industrial, que no início do século participava da produção industrial quase ao lado de São Paulo, rapidamente vai perdendo sua posição. Por este motivo são criados incentivos para a vinda de novas indústrias, sendo que algumas indústrias de relativo porte são atraídas. São também tomadas medidas com o intuito de suprir o déficit energético que representava um obstáculo a uma industrialização mais intensa.

Segundo Souza (1997), estes fatos se refletem no aumento da população de Porto Alegre. Na década de 1940-1950 sobe de 263 mil habitantes para 380 mil, e nas décadas de 1950-1960 para 626 mil. Já nas décadas de 1960-1970 o ritmo de crescimento é menor, alcançando 885 mil. Na década de 1960 fica claro que os problemas que se apresentam não podem ser resolvidos no âmbito da jurisdição municipal. O uso do solo precisava ser disciplinado, os transportes e a infra-estrutura necessitavam de integração, o saneamento apresentava problemas.

Significativa parcela da população morava em municípios vizinhos, embora trabalhassem em Porto Alegre. Enfim, a cidade não mais funcionava em sua circunscrição administrativa, Porto Alegre e seus municípios vizinhos passaram a integrar um todo orgânico que reclamava iniciativas e soluções conjuntas: entra-se na fase da metropolização.

Ao ser construída a BR 116 a industrialização segue seu enalço, inclusive saindo dos limites de Porto Alegre em direção norte por Niterói–Canoas-Esteio até Sapucaia do Sul, sendo acompanhada por expressivo contingente de moradias populares.

Posteriormente, com o desenvolvimento da BR 101 em direção ao litoral, poucas indústrias localizam-se ao longo da BR 116. As novas implantações se fazem em Cachoeirinha e outros municípios em direção leste. As vilas populares se estabelecem, preferencialmente, ao longo da avenida Assis Brasil e seus prolongamentos e da avenida Bento Gonçalves em direção a Viamão, compreendendo ainda o município de Alvorada. Dessa forma é importante destacar que a expansão urbana se dá pelos acessos mais dinâmicos.

A região metropolitana equipara-se também para assumir o papel terciário, porém neste quesito Porto Alegre tem grande preponderância sobre os demais, seja na infra-estrutura administrativa ou financeira. Os serviços de educação e pesquisa, embora fortemente situados em Porto Alegre, encontram-se também disseminados em outros municípios, como Canoas, São Leopoldo e Novo Hamburgo.

Desde o início do século verificou-se a tendência das indústrias acompanharem as vias de acesso de longo curso, como a avenida Voluntários da Pátria, a avenida Farrapos, a BR 116, a avenida Cristóvão Colombo, a avenida Benjamin Constant, a avenida Assis Brasil e, atualmente, a orientação leste, acompanhando a Free Way (BR 290).

Essa tendência definiu a Zona Norte de Porto Alegre como uma área industrial, prolongando-se nos municípios vizinhos da região metropolitana, numa primeira fase ao longo da BR 116 e, atualmente na direção leste.

Atualmente as indústrias, por suas necessidades de expansão e pelos incentivos financeiros oferecidos, tendem preferencialmente a localizar-se fora de Porto Alegre, na região metropolitana.

5.3.4. Problemas da RMPA

Segundo a Cartilha da Região Metropolitana (1999), o progressivo aumento das áreas urbanas, via de regra, superou em muito a capacidade das gestões administrativas do Estado em sanar os problemas gerados. Em algumas regiões, o crescimento urbano foi tão intenso que causou o agrupamento de duas ou mais circunscrições administrativas, formando uma conurbação, dessa forma redimensionando os problemas locais para regionais.

Nas últimas décadas aumentou a exclusão social urbana na RMPA, segundo o documento denominado Projeto RS 2010 – Pobreza Urbana. Nessa região, aproximadamente 2,5 % do território gaúcho, concentram-se 38,32 % do total de famílias pobres urbanas do estado. Constata-se essa realidade pelo crescimento dos assentamentos irregulares, com altas densidades demográficas, carentes de infra-estrutura e equipamentos públicos.

As primeiras favelas de Porto Alegre datam de 1940, porém é na década seguinte que elas passam a se configurar como uma alternativa mais efetiva para a moradia popular nas periferias da cidade, a partir da consolidação do padrão rodoviário em substituição ao transporte ferroviário (Baierle, 2005). Este fato se expande para a região metropolitana.

Segundo Mold (1973), os principais problemas gerados nos grandes centros urbanos são: a depuração dos serviços e atividades, subemprego e desemprego e a desorganização do espaço.

As várias atividades comerciais, os serviços de educação, saúde, lazer, cultura, finanças, entre outros que a metrópole contém, atraem fluxos diários de pessoas não só de

sua periferia, mas também de áreas externas à região metropolitana. Esse fato se reflete no movimento intenso de pedestres e veículos. À medida que esse fluxo aumenta, ocorre uma demanda pela ampliação de tais serviços e, quando isto não ocorre, o que se verifica é uma perda na qualidade.

Para Cepal (1979), o motivo mais importante do desequilíbrio da repartição dos empregos urbanos é, sem dúvida o fato de que a urbanização foi mais rápida do que a industrialização. A expansão rápida das cidades está longe de ser acompanhada de um crescimento proporcional dos recursos, que permitiria o desenvolvimento equilibrado das coletividades.

Segundo Azevedo (1990), dada a tendência de concentração nas áreas urbanas, particularmente nas áreas metropolitanas do País, devido em grande parte ao êxodo rural, a expansão crescente da informalidade na Região Metropolitana de Porto Alegre revela a falta de oportunidade de emprego no mercado formal para esse amplo contingente de trabalhadores.

Das razões para a existência de grande parte das atividades informais no País, a principal é a necessidade de sobrevivência numa economia como a nossa, onde o mercado formal de trabalho, por vários motivos, é insuficiente. A forte exclusão embutida no modelo brasileiro de desenvolvimento, ao mesmo tempo em que explica a crescente escassez de empregos, aponta para a inserção no setor informal da economia como a única saída possível ao trabalhador de baixa renda (AZEVEDO, 1990).

Segundo Santos (2001), ao mesmo tempo em que os salários dos trabalhadores industriais tendem a baixar, verifica-se, ainda que com menor ímpeto, uma imigração de gente pobre proveniente de áreas rurais modernas e tradicionais e de outras áreas urbanas. As grandes cidades são propícias a receber e acolher pessoas pobres e lhes oferecer alguma espécie de ocupação. Mas as grandes cidades também criam gente pobre: a extrema variedade de capitais nelas existentes, tanto fixos como variáveis, assegura a possibilidade de uma extrema variedade do trabalho.

Com o crescimento da região metropolitana, ligado ao crescimento industrial e ao processo migratório, começam a se desenvolver os núcleos carentes. No centro da cidade e nas principais avenidas de Porto Alegre concentram-se todos os serviços de infra-estrutura

e serviços. Já na periferia desses locais começam a se desenvolver as habitações populares e as subabitações.

A ocupação da região metropolitana, se analisada a partir do núcleo central, seguiu as principais vias que saem de Porto Alegre. Como consequência desse processo surgiram inúmeros núcleos suburbanos na margem de contato dos municípios limítrofes com a capital. Nesta área periférica encontram-se em maior parte, populações com menor poder aquisitivo, ocupando amiúde terrenos impróprios e construindo muitas vezes com materiais inadequados.

Em 1970 a Região Metropolitana apresenta uma população de 1.531.254 habitantes, representando 23% da população total do estado. Havia a oferta de unidades habitacionais, mas por falta de condições financeiras por grande parte da população aumentam os casos de ocupação em áreas irregulares. O processo de migração campo-cidade, sendo característico em todo o país, foi um dos fatores que contribuiu para o agravamento desse problema.

Segundo Baierle (2005), é de 1959 o novo plano urbano de Porto Alegre, não apenas viário mas voltado para o zoneamento. Em plena era da migração campo-cidade, esse plano projetava um modelo europeu/norte-americano para a cidade. Neste plano imaginava-se uma cidade igual para todos por meio do estabelecimento de rígidos padrões urbanísticos, que acabaram fazendo crescer as cidades da periferia, onde as exigências eram menores. Um cordão de vazios urbanos separava Porto Alegre das cidades vizinhas. O resultado foi o aumento progressivo dos loteamentos irregulares e clandestinos até atingir 25% da população em 1988.

Não apenas por motivos relacionados à infra-estrutura, mas também pela falta de oportunidade de trabalho, cidadãos de origem rural se deslocaram para as cidades. Este fator, aliado ao acelerado crescimento populacional dentro as áreas urbanas, gerou uma ocupação descontrolada e deixaram um contingente populacional à margem das cidades e de todos os serviços públicos disponíveis nas áreas urbanas. As desigualdades no acesso à moradia são, talvez, o retrato mais visível das desigualdades sociais de nossas metrópoles (SMAM, 2004).

Constroem-se, dessa maneira, espaços diferenciados, onde a população de melhores condições é que escolhe o local para a sua moradia, sobrando as terras mais acessíveis e/ou inóspitas àqueles de piores condições financeiras.

Devido ao crescimento acelerado aliado à falta de políticas públicas e/ou de planejamento, a habitação passou a ser um dos mais graves problemas sociais. As ocupações em áreas inadequadas vêm, então, a desencadear problemas ambientais, fato também encontrado na área de estudo.

VI. ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE

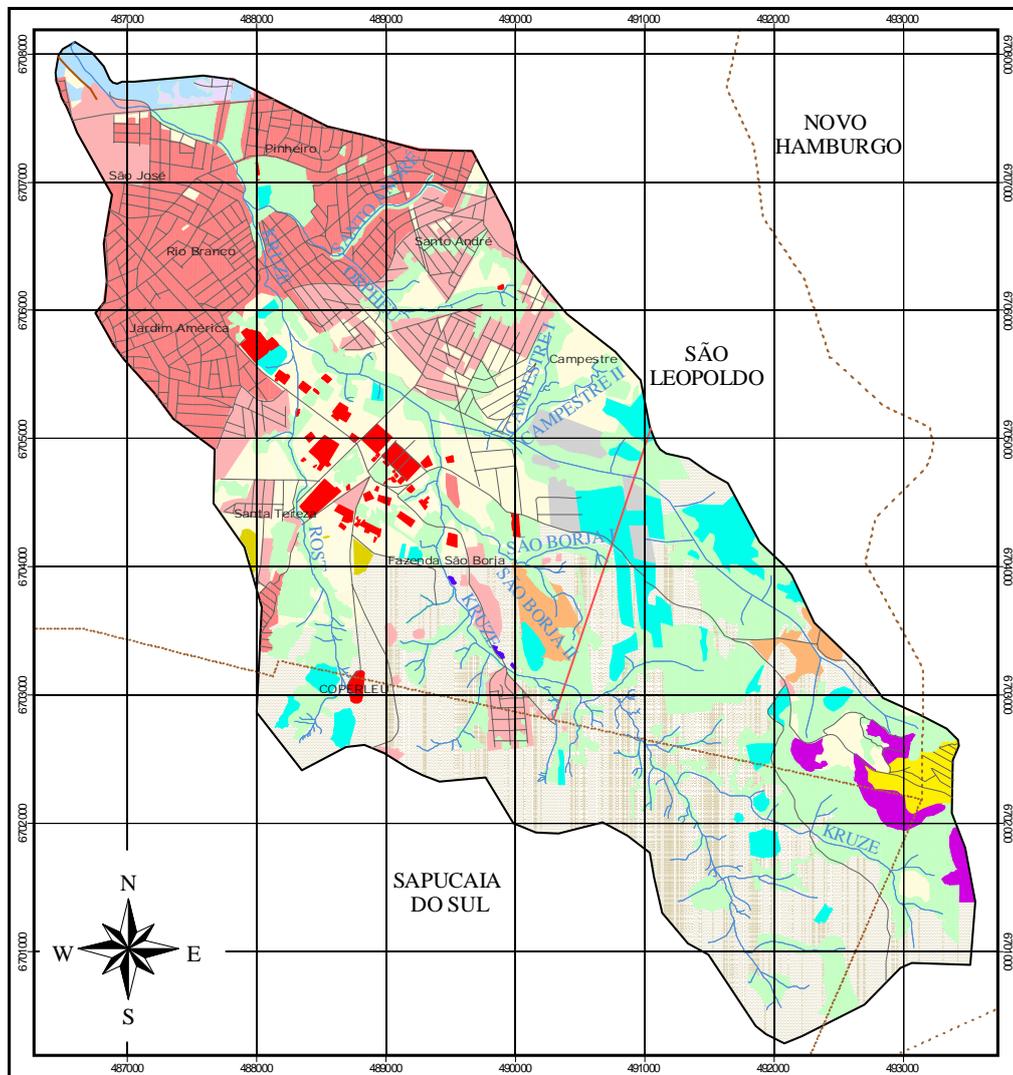
Este capítulo refere-se ao mapeamento e a análise do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do arroio Kruze. O mapa nº 13 foi elaborado por meio da interpretação de fotografias aéreas. Também foram realizadas entrevistas nas mais diversas oportunidades, com moradores da área estudada, fazendo assim o levantamento dos usos em áreas particulares. Além disso, buscou-se na bibliografia a relação entre os diferentes itens mapeados com a realidade local e regional.

Para o enriquecimento da discussão e da análise do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do arroio Kruze utilizou-se de parâmetros legais como o Código Florestal e o Plano Diretor, sendo o primeiro de cunho ambiental, e o segundo voltado ao ordenamento urbano.

O Código Florestal Federal tem por objetivo básico a qualidade de vida da população em geral. Desta forma, faz restrições mínimas ao uso, no que se refere à vegetação, necessária para esta qualidade. Tem aplicação tanto em áreas rurais quanto urbanas. No último caso, para o seu cumprimento, sofre grande pressão por parte dos empresários da construção civil.

O Plano Diretor tem por objetivo organizar o crescimento e o funcionamento da cidade, buscando garantir a qualidade de vida; definir as áreas de proteção ambiental e histórica; delimitar as regiões e os critérios para instalação de atividades econômicas ou para grandes obras; apontar os limites de expansão urbana e áreas com potenciais a serem ocupadas.

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO KRUZE - RS



LEGENDA :

- | | |
|--|--------------------------------|
| — DIQUE DE PROTEÇÃO | ■ INDUSTRIAS |
| — HIDROGRAFIA | ■ AGRICULTURA |
| — LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA | ■ PECUÁRIA (CUNHO FAMILIAR) |
| — ARRUAMENTO | ■ MATA |
| — LIMITE INTERMUNICIPAL | ■ BANHADO |
| — LIMITE PERÍMETRO URBANO - RURAL | ■ LAGO |
| USO E OCUPAÇÃO DO SOLO : | ■ CAMPOS |
| ■ ÁREA DE OCUPAÇÃO ADENSADA | ■ SOLO EXPOSTO |
| ■ ÁREA DE OCUPAÇÃO RAREFEITA | ■ FLORESTAMENTO |
| ■ OCUPAÇÕES IRREGULARES MORRO DO PAULA | ■ FLORESTAMENTO - FASE INICIAL |
| ■ OCUPAÇÕES IRREGULARES - BANHADO | ■ PEDREIRA |

800 0 800 1600 2400 Metros

DADOS TÉCNICOS:
 Origem da Quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51" WGR
 acrescidas às constantes 10 000 e 500 km respectivamente
 Datum Vertical : Marégrafo de Torres - RS
 Datum Horizontal : Carta Geral do Brasil, Fuso : 22
 Base Cartográfica Analógica de 1972. Fonte: METROPLAN
 Escala Original das Cartas 1 : 10000
 Informações geradas a partir da interpretação
 de fotografias aéreas de 2002. Fonte : SEMAMM
 Escala original 1 : 12000

Elaboração: Adriana Penteadó
 2006

FIGURA 13 :MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

6.1. Áreas de ocupação rarefeita e áreas de ocupação adensada

Com o objetivo de analisar e discutir o grau de impermeabilização do solo, o mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do arroio Kruze, na área urbana, foi dividido em áreas de ocupação rarefeita e áreas de ocupação adensada³⁰. Entende-se que esses fatores possuem relação direta com a impermeabilização.

A definição de áreas de ocupação adensada e áreas de ocupação rarefeita, para este trabalho, podem ser consideradas relativas, pois são determinadas por meio da comparação entre uma e outra.

Segundo Costa (2005), os processos que envolvem a dinâmica da água dentro de uma bacia hidrográfica são comumente alterados onde há o adensamento urbano. Aterros, cortes, arruamentos pavimentados, adensamento de áreas construídas, diminuição das áreas verdes são algumas das alterações comuns no meio urbano. Como resultado dessas intervenções temos, entre outros fatores, o alto grau de impermeabilização dos solos, o que impede a infiltração da água, fazendo com que esta escoe superficialmente.

O escoamento superficial da água ocasiona, muitas vezes, alagamentos e até mesmo enchentes, que podem ser agravados pelo maior ou menor grau de impermeabilização e pela duração e intensidade da chuva. Quando os rios são canalizados as enchentes são resolvidas apenas pontualmente, pois transferem o problema para outros locais.

As áreas de ocupação adensada, na área de estudo, possuem uma maior impermeabilização do solo em relação às áreas de ocupação rarefeita, sendo que a quantidade de área verde é, da mesma forma, diferenciado, porém existindo em ambas as áreas. Devido à escala de elaboração do mapa, as áreas verdes não foram identificadas, pois se constituem em sua maioria em pequenas plantações arbóreas, no lote das casas ou nas calçadas de acesso à rua.

A área adensada da bacia hidrográfica do arroio Kruze está localizada no setor próximo à sua foz (Figura 13), às margens do rio dos Sinos. Esse fato está relacionado ao processo inicial de ocupação, relatado anteriormente. As ocupações adensadas

³⁰ As denominações áreas de ocupação adensada e áreas de ocupação rarefeita encontram respaldo no Plano Urbano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre, lei complementar 434/99, que utiliza as denominações área de ocupação intensiva e área de ocupação rarefeita, para fins de planejamento.

compreendem parte dos bairros Rio Branco, Jardim América, São José, Santo André e Pinheiro.

As ocupações rarefeitas compreendem parte dos bairros Santo André, Campestre, Santa Tereza e o final do bairro Fazenda São Borja, principalmente no loteamento da Vila Barreira, sendo áreas mais distantes do centro de São Leopoldo. Essas ocupações são mais recentes, por isso os loteamentos são mais rarefeitos. Contudo, pode-se inferir que ocupações desta natureza possuem a tendência ao adensamento urbano no município de São Leopoldo, considerando a área de estudo.

6.1.1. Arruamento

Segundo Rossato (2004), a urbanização promove a alteração da cobertura do solo através da colocação de pavimentos impermeáveis e a colocação de dutos subterrâneos de escoamento pluvial, essas mudanças acarretam uma diminuição da infiltração do solo, aumentando o escoamento superficial. Devido ao aumento do volume e da velocidade da água associado às obstruções encontradas no caminho, ocorrem inundações cada vez mais frequentes na Grande Porto Alegre.

Os arruamentos compreendem parte das obras que causam a impermeabilização dos solos. Além disso, os telhados das casas e a construção de calçadas são mais intensamente encontrados em áreas urbanas e intensificam o escoamento superficial.

Mais especificamente em relação ao arruamento, mesmo que este respeite a topografia local, tende a redirecionar os fluxos de água e gerar novos padrões de fluxos. As ruas tornam-se fluxos preferenciais de passagem da água durante um evento chuvoso, canalizando e redirecionando fluxos que anteriormente possuíam dinâmica diferenciada. De forma geral, quando os arruamentos acompanham os declives das vertentes é comum a presença de sulcos.

Quando da realização do mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do arroio Kruze, observou-se por meio das fotografias aéreas que o arruamento, em sua maior parte é pavimentado. Essa impermeabilização do solo favorece a ocorrência dos processos

erosivos no limite da pavimentação (caso não haja calçadas nos limites das mesmas) ou, no caso de ruas sem pavimentação, os processos como os sulcos são comuns na própria via.

Uma boa alternativa para o problema de impermeabilização dos solos quando da abertura de ruas, é a utilização de paralelepípedos para o seu capeamento, já que a característica dos mesmos permite a infiltração da água e deixa o solo mais protegido aos processos erosivos.

6.2. Ocupações irregulares

As ocupações irregulares são muito comuns em toda a América Latina, sendo inúmeras as causas responsáveis por este fato. No Brasil, entre a década de 1960 e 1970 houve um intenso processo de urbanização (Secretaria de Obras Públicas e Saneamento, 1999). Esse fato, entre outros, aliado à falta de políticas públicas, ocasionou vários problemas ambientais, devido às ocupações em locais inadequados.

Atualmente, a grande concentração em espaços urbanos causa uma maior pressão por moradia. Os que têm melhores condições financeiras “escolhem” os melhores locais; por fim, quando se atinge a camada mais pobre, o que resta geralmente são as margens de rios ou as encostas de morros.

As chamadas áreas de risco, onde se encontram comumente as ocupações irregulares, são frutos do contexto de ocupação descontrolada e desigual, da falta de oportunidades para todos. Uma problemática que tem como consequência a degradação ambiental (SMAM, 2004).

Para Caseti (1991), as formas de apropriação e transformação da natureza são responsáveis pela existência dos problemas ambientais, cuja origem se encontra determinada pelas próprias relações sociais. Novas estruturas socioeconômicas implantadas em uma região implicam numa nova organização do espaço, que por sua vez, modifica as condições ambientais anteriores.

Segundo Lopes (2005), à pobreza urbana e à segregação residencial podem ser acrescentados à degradação ambiental. Em cidades como as brasileiras, por exemplo,

percebe-se uma interação entre os problemas ambientais e sociais. Muitas vezes a população de baixa renda é a responsável por certos impactos.

Porém não seria justo nem correto culpar simplesmente a população de baixa renda que desmata e causa alterações na drenagem natural, sem considerar o contexto econômico-social que os induzem. São eles, por exemplo, que menos ganham com os impactos ambientais causados pelas grandes indústrias, por fim, os que menos tem condições de se proteger dos efeitos sociais negativos que isso acarreta. Ao contrário dos empresários e dos quadros de executivos situados à frente de indústrias poluidoras, os trabalhadores de baixa renda não somente se beneficiam residualmente dos lucros, como também não têm muitas opções de escolha de moradia, tendo que se sujeitar a uma poluição muito mais intensa e direta, causada, muitas vezes, pelas próprias fábricas que operam (SOUZA, 2005).

Muitas ocupações irregulares não possuem necessariamente construções deficientes, pois muitas delas, pelo fato de terem se estabelecido há muito tempo, receberam melhorias, possuindo infra-estrutura equivalente às chamadas ocupações regulares. No entanto, o que define uma ocupação irregular não é simplesmente o tipo de construção, mais principalmente o local onde estão instaladas.

Na bacia hidrográfica do arroio Kruze a principal ocupação irregular, é a que se encontra no Morro do Paula. Além desta, ainda, temos ocupações irregulares nas proximidades da foz do arroio Kruze, na planície de inundação do rio dos Sinos e à margem de alguns afluentes do arroio Kruze, como por exemplo no Bairro Santo André, Rio Branco e Pinheiro.

São inúmeras as leis que regulamentam o uso e a ocupação do solo, baseadas tanto em parâmetros ambientais quanto de ordenamento urbano. Para este subcapítulo fez-se um recorte do Código Florestal (Lei Federal nº 4771/65), definindo as áreas de preservação permanente. Poderiam ter sido utilizadas uma gama muito maior de leis ambientais, mas este trabalho não tem objetivo fazer um levantamento de leis, e sim definir a partir de alguns parâmetros, as ocupações chamadas irregulares. Dessa forma, segue o recorte feito do Código Florestal para este trabalho :

“Art. 1 - As Áreas de Preservação Permanente são cobertas ou não por 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”.

Art. 2 - Consideram-se Áreas de Preservação Permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou qualquer curso d'água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) metros a 200 (duzentos) metros de largura;

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d'água”, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) nos topos de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

i) nas áreas metropolitanas definidas em lei.

Parágrafo único - No caso de áreas urbanas, assim entendidas, as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

Art. 3 - Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão de terras;

b) a fixar as dunas;

- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;*
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;*
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;*
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçadas de extinção;*
- g) a manter o ambiente à vida das populações silvícolas;*
- h) a assegurar condições de bem-estar público”.*

Analisando o recorte feito do Código Florestal, observa-se que o Morro do Paula é o que se enquadra em um maior número de itens relativo a áreas de preservação permanente (em relação às áreas de banhado e referente exclusivamente ao Código Florestal): Art. 01 e 02, itens c, d, e, i, e g. Mas apesar do Morro do Paula ser legalmente o mais protegido, na prática vem sofrendo grandes intervenções antrópicas.

Em relação aos itens relativos aos banhados (áreas úmidas) e margens de arroio, estes se enquadram nos Art. 01 e 02, item 2 e 1 respectivamente.

6.2.1. Ocupações irregulares na mata do arroio Kruze e o projeto para a implementação do Parque da Imperatriz Leopoldina

A planície de inundação do rio dos Sinos, mais conhecida como mata do arroio Kruze (considerando o local de estudo), compreende uma área úmida muito importante para a manutenção da dinâmica hídrica do rio dos Sinos. Atualmente a prefeitura de São Leopoldo está deslocando as famílias que moram nesse local para o loteamento Tancredo Neves, na zona norte do município, e vem trabalhando no sentido de implementação do Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina, no local já impactado pelas ocupações.

Segundo SEMMAM (2004), o Parque foi criado através do Decreto nº 4330 de 30 de setembro de 2005, com uma área de 176 ha, formado pela Floresta Estacional Semidecídua e por banhados. Em 1994 a área foi desapropriada através do Decreto nº 2703, sendo que 5 ha da área foram muito impactados por causa das subabitações.

Partes dos moradores desse local, atuais e antigos, são catadores de papel, dessa forma havia muito lixo na área. Atualmente a prefeitura está fazendo a limpeza do local para a implantação do Parque, e já retirou toneladas de lixo. Além da limpeza, alguns

locais estão sendo aterrados para a construção de churrasqueiras, trilhas, quadra de esportes, etc. A maior parte do Parque preservará suas características naturais não se constituindo em local acessível para visitantes, devido inclusive, às suas características naturais de área alagada, que devem ser preservadas.

São Leopoldo é carente de áreas de lazer e, dessa forma, a criação deste parque trará benefícios aos moradores. O objetivo da prefeitura é inaugurar o Parque até o final de 2006 e, até o final de 2008, todas as famílias devem estar reassentadas.

A criação de parques, constitui-se numa prática que tem, comumente, como objetivo, a preservação. Porém a criação de parques nem sempre se traduz em “preservação”, principalmente quando não há um monitoramento dos visitantes que, muitas vezes, ocasionam desrespeito às trilhas, pichações, etc, ocasionando assim um passeio predatório. Dessa forma, o monitoramento dos visitantes, inclusive estipulando a quantidade de visitas diárias, é um trabalho indispensável.

Para Little (2003), o crescente comprometimento dos recursos naturais pelas diferentes sociedades humanas tem imposto ao poder público a responsabilidade por conservá-los por meio de delimitação e ordenamento de Unidades de Conservação - UCs. Estas têm se apresentado como uma alternativa para assegurar a perpetuação dos ambientes e de toda a biodiversidade associadas a essas áreas.

Segundo Milano (2005) *apud* IBAMA (1996), as UCs são estabelecidas com objetivos mais amplos e importantes que o simples sentido de responder eticamente à degradação ambiental, tendo também, objetivos práticos diretos e indiretos de ordem ecológica, econômica, científica e social.

Importante destacar que a efetiva preservação da Unidade de Conservação Parque da Imperatriz Leopoldina requer políticas adequadas para as áreas adjacentes, evitando assim “os efeitos de borda”³¹.

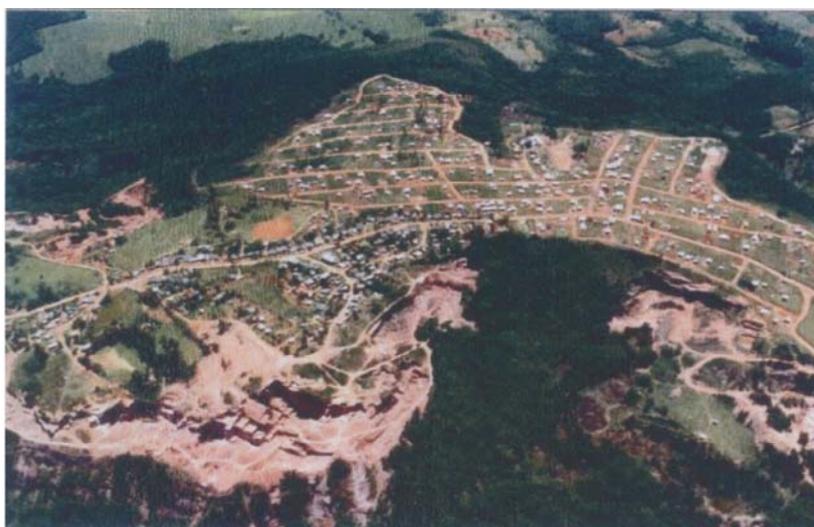
³¹ Um exemplo do chamado “efeito de borda” pode ser verificado no Parque Nacional do Iguaçu, em Foz do Iguaçu no estado do Paraná. Quando houve a revisão do seu Plano de Manejo evidenciaram-se impactos dentro de seus limites, que atuam sobre a floresta, devido à abrupta transição do Parque para terras agricultadas. Além disso, a fragmentação do Parque, devido a reabertura de uma estrada, expôs a fragilidade daquela UC, e a impotência dos órgãos ambientais diante das pressões exercidas pelas diferentes formas de atividade humana (Little, 2003).

A implementação do Parque da Imperatriz Leopoldina é algo efetivo, muito diferente do que acontece em relação à implementação do Parque Ecológico do Morro do Paula, onde até o momento, não se vislumbra o seu início.

6.2.2. Ocupações irregulares no Morro do Paula e o projeto para a implementação do Parque Ecológico do Morro do Paula.

O Morro do Paula está legalmente inserido no perímetro rural, porém, não possui características peculiares a este perímetro, sendo que as pessoas que não trabalham nas pedreiras costumam trabalhar nas cidades próximas como São Leopoldo (desta a apenas 9 km do centro) e Novo Hamburgo.

A fotografia 13, demonstra as ocupações irregulares no Morro do Paula. Estas em crescimento descontrolado nas últimas décadas. O topo plano do Morro facilita a ocupação, que ganhou maior força a partir da década de 1990.



Fotografia 13: Vista aérea do Morro do Paula, ocupações e extração de arenito
Fonte: Diniz, 2002.

As ocupações no Morro, apesar destas ainda não serem adensadas (fotografia 13), trazem muitos problemas ao poder público. Uma delas diz respeito ao fato deste local ser uma APP, sendo proibido, segundo leis ambientais, a criação de infra-estrutura na área. Porém os moradores do local, mesmo em condições irregulares, reivindicam condições

mínimas de sobrevivência. Trava-se o embate entre os ambientalistas que priorizam a preservação do Morro e os políticos que concedem melhorias no local, incentivando assim a vinda de mais moradores. Dessa forma, o problema a cada dia se intensifica sem uma solução coerente tanto do ponto de vista ambiental quanto social.

Na I Conferência Municipal de Meio Ambiente, em agosto de 2005, realizou-se a 1ª Audiência Pública sobre as Unidades de Conservação de São Leopoldo, sendo que o motivo dessa audiência pública foi uma Ação Civil Pública, com trânsito em julgado, pela Justiça de São Leopoldo, em dezembro de 1997, pela não implementação do Projeto do Parque Morro do Paula. O não cumprimento da decisão judicial acarreta ao município de São Leopoldo uma multa diária de 10 salários mínimos.

Tendo em vista que o município de São Leopoldo não tomou as medidas necessárias para a implementação do Parque no Morro do Paula e tampouco pagou a multa prevista, a Audiência Pública aprovou a reversão da multa em favor da implementação de projetos de melhorias e na estruturação das Unidades de Conservação do município.

O valor atualizado das multas, até agosto de 2005, era de quatro milhões e trezentos mil reais. Deste montante, 60% do valor deve ser investido no Projeto do Parque do Morro do Paula e 40%, nas demais unidades de conservação. O prazo estabelecido para a conclusão do investimento foi estipulado em 15 anos³².

Apesar do problema de litígio, é sabido que as pedreiras se encontram na área que se destina a São Leopoldo.

Desde 1973, existe a proposta de implementação de um Parque no Morro do Paula pela prefeitura de São Leopoldo. Nesta época ainda não existiam ocupações e nem pedreiras em número significativo.

O Morro do Paula compreende um morro testemunho e é o mais elevado entre os morros adjacentes. Com isso proporciona uma linda visão das belezas naturais ao seu redor e, além disso, podem ser vistas do Morro as cidades de São Leopoldo, Gravataí, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul.

³² O cronograma para a implementação do Parque Morro do Paula segue em anexo.

Atualmente, um grande número de famílias ocupa o local, bem como inúmeras pedreiras estão em funcionamento. A prefeitura³³ presenciou o avanço do problema de certa forma, passivamente. Agora a intensidade do problema se agrava a cada dia, dificultando a sua solução, tanto por questões sócio-econômicas quanto técnicas.

O Projeto criado para a implementação do Parque do Morro do Paula foi elaborado há trinta anos atrás pela prefeitura municipal de São Leopoldo. Atualmente, a prefeitura aguarda a definição do problema de litígio para reformular o Projeto do Parque, que se encontra defasado.

Devido ao problema de litígio, é provável que além de São Leopoldo e Novo Hamburgo, Sapucaia do Sul e Gravataí também possuam área no Morro. A violência no local, bem como a crescente ocupação e o funcionamento das pedreiras, tende a inibir o turismo no local. Dessa forma, acredito que a implementação do Parque somente na área pertencente a São Leopoldo não resolverá o problema. Todos os municípios envolvidos na questão de litígio devem discutir conjuntamente sobre o problema, e optar pela melhor solução. Caso seja decidido pela criação do Parque, esse terá maior êxito se implementado em todo o Morro do Paula, não só por questões turísticas, mas pela própria preservação do local.

São inúmeras as dificuldades³⁴ para resolver o problema, e quanto mais as soluções são adiadas, mais complicado o problema se torna. Atualmente, o projeto de criação de um parque no Morro do Paula consiste em pouco mais que uma *idéia*, sem uma efetiva ação para que a sua implantação aconteça.

6.2.3. Outras ocupações irregulares

Neste item o critério utilizado para a definição das ocupações irregulares foi a criação de um buffer a partir do Código Florestal, estipulando faixa de 30 metros de área

³³ Não somente a Prefeitura de São Leopoldo, mas todos os municípios envolvidos na questão de litígio e até mesmo o governo estadual.

³⁴ Segundo SEMMAM (2005), a remoção de famílias instaladas em áreas impróprias geralmente incorre em elevados custos financeiros para os municípios, uma vez que se faz necessária a compra de áreas adequadas, o desenvolvimento de projetos e o encaminhamento do licenciamento para os municípios. Na maioria das vezes os municípios não possuem condições financeiras para esses empreendimentos.

de preservação para os rios da bacia hidrográfica do arroio Kruze, que na sua maioria não ultrapassam 10 metros de largura, bem como um raio de 50m definido para as nascentes.

Verifica-se que o maior número das ocupações irregulares, para a área de estudo, encontram-se nas áreas de uso adensado, próximas ao centro da cidade de São Leopoldo. Estão localizadas nos afluentes Santo André e Orpheu, no bairro Santo André, e no arroio Kruze, localizam-se nos bairros Pinheiro São José e Rio Branco.

6.3. Banhados

Segundo SEMMAM (2006), por estar localizado no trecho inferior do rio dos Sinos o município de São Leopoldo possui grande parte de seu território representado por áreas úmidas (banhados). Isto confere ao município uma fisionomia peculiar que serve como abrigo para muitas espécies da fauna, principalmente em períodos reprodutivos, e da flora, possuindo componentes de diversas formações.

Os banhados representam áreas reguladoras do regime hídrico, como bacias cumulativas de águas pluviais e de reposição das águas subterrâneas, funcionam como filtros biológicos dos recursos hídricos que, na maioria das vezes, estão sobrecarregados de poluentes (SEMMAM, 2006).

Maltchik (2003) *apud* SEMMAM (2005) destaca alguns aspectos que justificam a proteção das áreas úmidas da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, que são: exemplares representativos dessa região, importantes para a manutenção da diversidade genética e ecológica; habitat para a flora e a fauna em qualquer estágio do ciclo de vida; abrigo para espécies endêmicas ou raras; reguladoras da procriação de aves aquáticas, representativas das áreas úmidas.

Historicamente São Leopoldo conservava seus banhados e pontos de banho ou pesca. Entretanto, após a criação do Sistema de Contenção das Cheias, na década de 1970, os banhados foram divididos, sendo consideradas protegidas apenas as áreas do interior do dique, onde está localizado o rio, e não as áreas alagadas localizadas do lado externo do mesmo.

Na área de estudo, os banhados estão todos localizados no município de São Leopoldo, sendo muito difícil mapear todos eles através de fotografias aéreas (em escala 1: 8000)³⁵, pois a maioria possui uma área relativamente pequena confundindo-se com áreas de mata. Dessa forma, acredita-se que existam outros banhados na área de estudo, não mapeados neste trabalho.

Além do banhado localizado na foz do arroio Kruze, na chamada mata do arroio Kruze, neste sub-capítulo foi analisado o banhado que se localiza na vila Barreira³⁶, representado pelo polígono em vermelho (Fotografia 14). Este banhado localiza-se em São Leopoldo, próximo a divisa com Sapucaia do Sul. A linha em marrom na fotografia 14, representa a divisa entre os municípios.



Fotografia 14: Banhado representado pelo polígono em vermelho.

Adaptação: Adriana Penteado, 2006.

Em trabalho de campo com o Projeto Monalisa, num primeiro momento, localizamos o banhado (Fotografia 15), que visualmente não se encontra poluído, porém, seguindo em direção à nascente do rio pelo próprio banhado, constatou-se a presença de lixo, conforme se observa na fotografia 16, jogado pelos moradores quem têm suas casas localizadas próximas ao local.

³⁵ Escala de maior detalhe para os mapas realizados neste trabalho.

³⁶ O Banhado está localizado paralelamente à rua Olmar Lima Flores, no final do bairro Fazenda São Borja.



Fotografia 15: Banhado próximo à vila Barreira

Fonte: SEMMAM 05/2005.



Fotografia 16: Presença de lixo próximo ao banhado, jogado por moradores

Fonte: SEMMAM 05/2005.

Este loteamento já aterrou duas nascentes e recentemente vem prejudicando um banhado, devido ao lixo jogado em suas proximidades. Seguindo em direção à nascente do rio, pelo banhado, encontra-se uma queda de água utilizada para o banho, também com a presença de lixo. É urgente a necessidade de um trabalho de educação ambiental com a comunidade para que mais um banhado não seja destruído.

Pelo fato da vila estar localizada entre dois municípios há uma maior dificuldade de resolução do problema, pois raramente ocorre o diálogo entre prefeituras.

6.4. Indústrias

Segundo Brietenbach (2005), a falta de espaço no centro da cidade de São Leopoldo e o alto preço dos terrenos centrais foram responsáveis pelo surgimento de uma zona industrial. Muitas indústrias foram instaladas nesta zona, recebendo infra-estrutura, que justificaram, a descentralização. Neste período, em torno de 1940, entre o centro da cidade e a zona industrial havia um vazio urbano. Esse local passou a ser ocupado devido à proximidade das indústrias, recebendo também casas comerciais e valorização imobiliária.

Segundo Diniz (2002), em relação às indústrias localizadas na bacia hidrográfica do arroio Kruze, as principais são do ramo metal – mecânico, plástico, borracha, calçadista, papel e cerâmica. Muitas delas, apesar das leis e fiscalizações, são pontos de poluição da bacia hidrográfica do arroio Kruze.

Segundo SEMMAM (2005), no vale do rio dos Sinos os impactos mais significativos sobre a rede hidrográfica são causados pela grande concentração de indústrias instaladas na região. De forma geral, a poluição hídrica é provocada principalmente pela inexistência ou subdimensionamento das estações de tratamento de efluentes líquidos das indústrias, não respeitando os parâmetros expressos na legislação. Com isso, efluentes contendo metais pesados, altas cargas orgânicas, entre outros, são lançadas nos arroios e no rio dos Sinos.

Conforme dados da FEPAM, em 1997 São Leopoldo apresentava 1.154 estabelecimentos industriais. Destes, 525 produziam resíduos sólidos, sendo alguns deles perigosos, provenientes da indústria coureiro-calçadista e da indústria metal-mecânica.

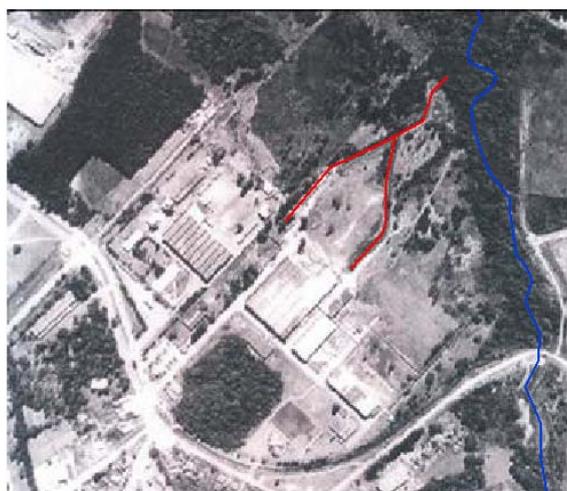
Em nível estadual, estão ocorrendo avanços quanto à destinação final de resíduos sólidos das indústrias do setor coureiro-calçadista, sendo estas as principais geradoras dos resíduos sólidos. Já em relação às indústrias do setor metal-mecânico, segunda maior produtora, a situação é mais preocupante, uma vez que noventa por cento dos resíduos sólidos gerados não têm destino conhecido (SEMMAM, 2005).

A fotografia 17 compreende resíduos de uma indústria coureiro-calçadista jogados na margem de um dos rios da bacia hidrográfica do arroio Kruze. Este aterro clandestino não fica no rio mais próximo à zona industrial, mas em um rio mais a leste, possivelmente com a intenção de dificultar a identificação da indústria causadora do despejo.



Fotografia 17: Restos de couro utilizado na indústria coureiro-calçadista
Fonte: SEMMAM/ Maio de 2005.

A fotografia 18 é um recorte da fotografia aérea de 1991, demonstrando parte da zona industrial da área de estudo. A linha em vermelho representa canais artificiais, criados para o despejo industrial de resíduos líquidos, possivelmente *in natura*, dentro no arroio Kruze, representado pela linha em azul.



Fotografia 18: Canal artificial para lançamento de esgoto industrial *in natura* no arroio Kruze.

Adaptação : Adriana Penteado, 2006.

Já a fotografia 19 é um recorte da fotografia aérea de 2002, representando a mesma área da fotografia 18. Os canais artificiais foram desmanchados, e hoje, no local, existem tanques, que possivelmente servem para o tratamento dos resíduos industriais antes de seu lançamento dentro do arroio Kruze, este representado, pela linha em azul.



Fotografia 19: Construção de tanques de tratamento de resíduos industriais
Adaptação : Adriana Penteadó, 2006.

Neste caso, de 1991 para 2002 houve um avanço desta indústria, onde atualmente ocorre um pré-tratamento dos resíduos produzidos pela mesma.

De forma geral, as indústrias são grandes consumidoras de água e, muitas vezes, grandes poluidoras. Durante trabalho de campo, quando percorríamos “os fundos” das indústrias por dentro do rio, foi possível constatar vários despejos industriais clandestinos, sendo que em alguns lugares o mau cheiro, por vezes, provocava náuseas. A coloração do despejo era acinzentada, com presença de espuma na água. Era comum observar a instalação de canos para o despejo de resíduos líquidos, além da construção ou desvio de pequenos canais com o mesmo objetivo.

Segundo Santos (2005), mediante discurso oficial as empresas são apresentadas como salvadoras dos lugares onde se instalam e são apontadas como credoras de reconhecimento pelos seus aportes de emprego e modernidade. Daí surge a crença de sua indispensabilidade, fator da presente guerra entre lugares e, em muitos casos, da chantagem frente ao poder público, ameaçando ir embora quando não atendidas em seus reclamos. À medida que se impõe este nexó das grandes empresas, instala-se a semente da ingovernabilidade, já fortemente implantada no Brasil.

Atualmente o desemprego é algo latente em todo o mundo, mas em países periféricos como o Brasil o problema é ainda mais grave. A instalação de uma nova indústria vem sempre arraigada à idéia de geração de empregos. No entanto, nem sempre

isso acontece, ou muitas vezes, acontece em número irrisório comparado aos prejuízos ambientais causados.

Um exemplo da “geração de empregos” atrelada à poluição, neste caso específico destacada à poluição do ar, refere-se à indústria Zimer e Schwartz do Brasil, empresa alemã de produtos químicos. Segundo Sr. Ibanez Ferreira, que mora ao lado da indústria, esta recebeu incentivos municipais em troca da geração de empregos, porém, sendo esta uma indústria de alto padrão tecnológico, conta com menos de dez trabalhadores.

Durante o período de entrevista com o morador (em torno de uma hora) não foi possível visualizar nenhuma movimentação na indústria, parecendo que o local não possuía trabalhadores. Este morador sofre muito com a poluição do ar causado por essa indústria, sendo necessário ligar o ventilador para conseguir dormir e ainda passar parte do dia (mesmo no verão) com a casa fechada, para inibir, em parte, a entrada do mau cheiro.

É comum por parte das indústrias poluidoras o despejo de efluentes durante a noite ou nos finais de semana, pois os órgãos de fiscalização não costumam fazer vistorias nesses períodos.

6.5. Agricultura e pecuária de cunho familiar

Miguel (1994), que teve como objetivo principal em seu trabalho sistematizar as informações e dados socioeconômicos e ambientais relativos à zona rural dos municípios da RMPA, utilizou-se dos seguintes critérios para elaborar um zoneamento desse espaço: estrutura fundiária, características geomorfológicas e pedológicas, dados demográficos, atividades econômicas, uso do solo, atividades agropecuárias e florestais e a história agrária dos municípios.

A partir desses critérios foram então estabelecidas seis zonas na RMPA. São Leopoldo e Novo Hamburgo estão inseridas na Zona Centro Norte. Segundo Miguel (1994), a Zona Centro Norte possui uma baixa contribuição das atividades agropastoris para a geração de riqueza municipal, assim como para a RMPA.

A ocupação e a colonização da parte rural dos municípios dessa Zona ocorreram no decorrer do século XIX com um intenso e vigoroso processo de colonização baseado na

agricultura de cunho familiar em pequenos estabelecimentos rurais. Esta zona apresenta uma estrutura fundiária com predomínio de pequenas propriedades.

A migração de alemães (1824...) e italianos (1875...), representou uma nova fase da ocupação do território gaúcho, caracterizando o início de uma economia de subsistência baseada na policultura em regime de pequenas propriedades. Este elemento introduziu uma divisão concreta na organização do espaço agrário do Rio Grande do Sul (Verdum, 1994).

Segundo Pebayle (1974) e Costa (1988) *apud* Verdum (2004) esta divisão evidencia a existência de duas sociedades: uma de criadores, que desenvolvem suas atividades nos campos e outra de agricultores, que exerciam exclusivamente a agricultura sobre um espaço originalmente florestal.

Para Miguel (1994), além da produção tradicional, muitos agricultores e produtores implementaram sistemas produtivos baseados no autoconsumo e atividades comerciais de cunho extensivo (principalmente o reflorestamento).

Na Zona Centro (Miguel, 1994), onde está inserido o município de Sapucaia do Sul, além da característica de pequena propriedade rural, com solos pobres, nas últimas décadas, ocorre um intenso processo de desaparecimento de várias categorias de propriedades agrícolas. A atividade agropecuária tem também pequena contribuição, tanto em nível municipal, quanto da RMPA. O recuo do uso agrícola tem sido acompanhado da expansão deste espaço para fins de habitação e atividades comerciais e industriais.

No perímetro rural da bacia hidrográfica do arroio Kruze o que se verifica de forma geral é a agricultura de cunho familiar. Mesmo aqueles agricultores que comercializam o que produzem o fazem em pequena escala, e a venda dos produtos não se constitui, muitas vezes, em significativa fonte de renda. Alguns agricultores vendem seus produtos em armazéns no centro da cidade, em bairros vizinhos e feiras realizadas pelas prefeituras.

A criação de animais também não se constitui em prática significativa, assumindo características de produção familiar.

Na área de estudo, o local que faz com o abate de animais para a produção de carne, é a Cooperativa Leopoldense dos Trabalhadores da Indústria de Carnes e Derivados Ltda – COPERLEU, constituída por funcionários do antigo Frigorífico Rost, que faliu em torno de 1999. A Cooperativa compra o gado dos municípios de Cachoeira do Sul, Alegrete, Bagé, entre outros, sendo que raras vezes compram um ou dois bois de alguns produtores

locais, confirmando, para o perímetro rural da área de estudo, a característica de produção de cunho familiar.

A Cooperativa faz o tratamento dos resíduos produzidos no abate, constatado em trabalho de campo.

As áreas mapeadas como pecuária (Figura 13) são também representadas pela vegetação de campo, porém, sendo utilizadas pelo gado, diferem-se dos Campos, pois nesses locais não se observou a presença de animais de corte ou expressiva ação antrópica.

6.6. Vegetação arbórea - mata

A vegetação arbórea (Fotografia 20) em resquícios encontra-se distribuída em toda a bacia hidrográfica do arroio Kruze, com concentrações maiores no perímetro rural.

A partir da análise do Levantamento da Vegetação elaborado pelo IBGE (1986) (Folha SH 22 de Porto Alegre), constatou-se que a bacia hidrográfica do arroio Kruze enquadra-se na região fitoecológica das Áreas de Tensão Ecológica, contato Savana – Floresta Estacional Semidecídua e Área de Formação Pioneira de influência fluvial. As formações são influenciadas diretamente pelas Savanas da Serra do Sudoeste, Estepe da Campanha Gaúcha e Florestas da Serra Geral.

Segundo Diniz (2002), originalmente, na bacia hidrográfica do arroio Kruze, eram encontradas formações florestais densas nos locais de solos mais profundos e férteis. Atualmente, a vegetação arbórea encontra-se misturada à vegetação herbácea campestre, onde os solos rasos impedem a formação de uma vegetação mais exuberante.



Fotografia 20: Em primeiro plano a vegetação arbórea

Fonte : Adriana Penteado, 01/2006.

Algumas espécies ainda encontradas na área são: timbaúva, angico, grápia, louro, coroba, jerivá, espécies de canela, capororoca, chá-de-bugre, chal-chal, coentrilho e branquilha. Atualmente a vegetação encontra-se profundamente alterada pelas ações antrópicas (DINIZ, 2002).

Segundo Vieira (1984), as relações mútuas entre as associações vegetais³⁷ e o meio ambiente, no estado do Rio Grande do Sul, refletiam, até bem pouco tempo, uma ecodinâmica estável no quadro geral. As instabilidades do ambiente e os meios de transição resultam, atualmente, em pequenos registros vegetais, sendo que a degradação do ambiente por ação antrópica desencadeou mecanismos desequilibradores. Os grandes ecossistemas riograndenses foram se esvaziando por serem mutuamente dependentes, a eliminação de um componente conduziu à alteração dos demais.

A partir das diretrizes do Código Florestal foi elaborado o mapa da figura 13, criando-se um buffer com 30 metros de mata ciliar (considerando que os rios da bacia hidrográfica do arroio Kruze não ultrapassam, em sua maioria, dez metros de largura), e raio de 50 metros para as nascentes. A partir desse mapa, foi então possível verificar as transgressões ao Código. Como a vegetação de campo também é atualmente aceita como

³⁷ O desenvolvimento das associações vegetais do Rio Grande do Sul teve como fatores essenciais: o fluxo de radiação solar em função da latitude; oscilações climáticas mesozóicas (deserto Botucatu); derrame fissural de lavas; morfogênese e variações climáticas pleistocênicas e a emersão de parte (restingas) da bacia sedimentar da margem continental (Vieira, 1984).

vegetação natural, esta também foi incluída no mapa. Importante destacar que não é possível, sem um específico trabalho de campo, determinar onde a vegetação de campo é natural ou foi induzida pela ação antrópica, constituindo-se originalmente, em áreas de vegetação arbórea.

Para a análise deste mapa foram utilizados os layers da vegetação arbórea e da vegetação de campo elaborados para o mapa de uso e ocupação do solo. Não foram incluídas as áreas de vegetação de campo onde esta é utilizada para a agricultura e pecuária, pois estes locais sofrem ação antrópica direta, não podendo ser incluídos nas áreas de preservação permanente definidas pelo Código Florestal.

Analisando a figura 14, de forma geral, verifica-se que a vegetação ciliar é descontínua em toda a bacia e que os locais onde a mesma está presente, em geral não correspondem ao mínimo de 30 metros.

Em relação às nascentes, a maioria não possui o mínimo de vegetação sugerido, pois das 143 nascentes, menos de 10% encontram-se totalmente preservadas. A parte mais prejudicada diz respeito aos rios com nascentes em Sapucaia do Sul.

Em geral, as nascentes e os afluentes localizados no município de Sapucaia do Sul, incluindo o afluente Rost, estão muito comprometidos no que se refere à mata ciliar. As matas são representadas por pequenos fragmentos, intercaladas por áreas de pastagem, ou nem mesmo existindo em alguns cursos. O assoreamento é intenso nestes locais.

Quanto à rede hídrica localizada no município de São Leopoldo, os maiores problemas dizem respeito aos arroios Santo André e Orpheu, coincidindo, na sua maioria, com as áreas de uso adensado (mapa de uso e ocupação do solo). O afluente Santo André, além dos problemas com a mata ciliar ao longo de seu curso, tem também suas nascentes comprometidas pelo avanço do uso residencial. O arroio Orpheu apresenta a maior intervenção em vegetação natural no local onde este se encontra com o arroio Santo André, na Avenida Benjamin Constant.

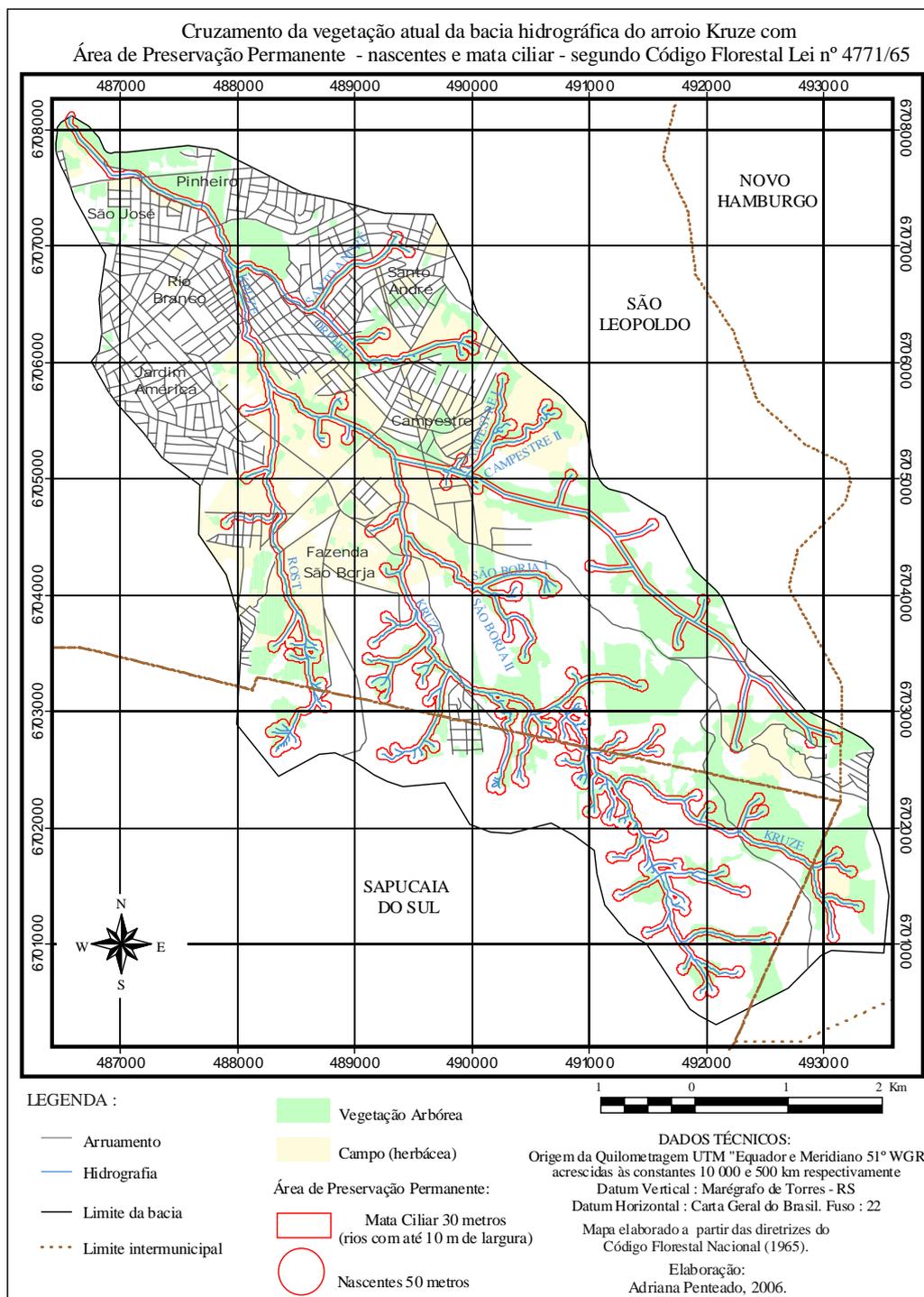


FIGURA 14 : MAPA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E HERBÁCEA

6.7. Campos

Segundo Verdum (2004), referindo-se a Depressão Central Gaúcha, onde está inserida parte da área de estudo, nota-se que mais de 70% do potencial do solo está associado às colinas suaves estas, coberta por vegetação herbácea dos campos.

Dentre as hipóteses do surgimento dos campos no Rio Grande do Sul está a de que estes corresponderiam originalmente a uma vegetação dos estoques de vegetação do período geológico Terciário (mais ou menos 65 milhões de anos até 1 milhão de anos A.P.). Entre o Terciário e o Quaternário, até os dias atuais essa vegetação aberta, submetida às mudanças paleoclimáticas, seguem fases alternadas de expansão e retração. Os campos podem ser considerados uma vegetação legada do passado, que atualmente corresponde mal à dinâmica atual associada a um clímax florestal (VERDUM, 2004).

Segundo Little (2003), no Brasil, reconhecidamente um dos países com a maior biodiversidade do mundo segundo dados da The World Conservation Union (1993), ecossistemas como dos campos da região Sul estão na eminência de desaparecer, pois estão restritos a pequenos fragmentos. A viabilidade de conservação dessas áreas se constitui numa incógnita, tendo em vista que muitas se encontram em áreas particulares.

Das intervenções causadas nas áreas de campo, três seriam as principais: o desmatamento, o superpastoreio e o sistema de cultura escolhido, que nem sempre é favorável a preservação dos solos (Verdum, 2004).

É muito difícil determinar os locais onde a vegetação de campo é natural e onde esta foi induzida pela ação humana, compreendendo na sua origem em vegetação arbórea. Para esse trabalho o mais importante no que se refere à vegetação da bacia hidrográfica do arroio Kruze é a proteção dos solos aos processos erosivos, relacionada ao tipo de cobertura vegetal.

A vegetação de campo (Fotografia 21) na bacia hidrográfica do arroio Kruze é encontrada nos bairros Santo André, Campestre, Santa Tereza, Fazenda São Borja, na zona industrial de São Leopoldo, parte do Morro do Paula e em pequena área perto da nascente do arroio Kruze, em Novo Hamburgo.

As áreas mapeadas como campo (Figura 13), representadas, na sua maioria, por vegetação herbácea, se constituem numa proteção intermediária aos solos, em relação à

vegetação arbórea e ao solo exposto. Essa vegetação protege parcialmente o solo contra processos erosivos, mas em épocas de pouca chuva as gramíneas secas tornam-se mais rarefeitas, possibilitando a ocorrência da erosão laminar.



Fotografia 21 : Vegetação de gramíneas, campo
Fonte : SEMMAM, 04/2005.

6.8. Solo exposto

As áreas de solo exposto correspondem a dois setores localizados à sudoeste da zona industrial de São Leopoldo. Pelas características das cicatrizes, acredita-se que sejam locais utilizados para a retirada de material para a construção de aterros.

Um dos fatores mais importantes referentes ao solo exposto diz respeito aos processos erosivos determinados pelas variações da erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características da encosta. Com a retirada da vegetação o solo fica desprotegido e, no caso específico da área de estudo, a característica do solo favorece a erosão, mesmo em locais de relevo suave.

Os locais onde estão instaladas as pedreiras podem ser considerados de “superfície exposta”, pois há o afloramento rochoso induzido, o que facilita o intemperismo das rochas. Existem ainda áreas em fase inicial de florestamento, onde, devido à vegetação ainda muito pequena e rarefeita, este local pode ser considerado com solo parcialmente exposto.

Para os locais de campo também são evidenciados processos erosivos, porém em menor escala que nas áreas de solo exposto. Nesse sentido, verifica-se que quanto mais densa for vegetação maior é a proteção do solo.

6.9. Florestamento

Segundo Bertê (2004), em 1956 no Rio Grande do Sul, com a aprovação da lei de incentivos fiscais, houve um grande estímulo à atividade de florestamento no Brasil. Essa atividade teve, como um dos principais objetivos, o fornecimento de matéria-prima para a indústria de celulose e papel³⁸.

Como consequência, enquanto em 1990 restava somente 2% de mata nativa no estado, no mesmo período havia praticamente o dobro de florestamento de acácia, eucalipto e, principalmente, pinus. As maiores concentrações desses cultivos encontram-se ao longo da BR 290, na bacia do rio Jacuí (da qual o rio dos Sinos é afluente).

Segundo bibliografia mundial, a monocultura de eucalipto, especialmente, causa erosão e degradação do solo, além da alteração no regime hídrico dos aquíferos superficiais e subsuperficiais.

O eucalipto absorve grande quantidade de água e nutrientes, principalmente nos sete primeiros anos. Algumas das espécies do gênero, com suas raízes, chegam a alcançar o lençol freático, causando o desaparecimento de nascentes. Além disso, a grande toxicidade das folhas esteriliza o solo, bloqueando o crescimento de sub-bosque e prejudicando a fauna. Em países como o Brasil esta planta se desenvolve em quase todos os tipos de solo (BERTÊ, 2004).

³⁸ Em reportagem do SBT – Rio Grande 29/06/06: destacou-se a instalação da Aracruz Celulose, no município de Guaíba, região metropolitana de Porto Alegre. Sendo que a mesma deve começar a funcionar entre 2010 e 2015. Como de praxe, na reportagem, foram frisados os números de empregos que serão gerados pela Aracruz, sem mencionar quais poderão ser os prejuízos ambientais no estado. Além disso, atualmente, a Aracruz divulga propaganda em rede nacional com artistas globais destacando “Aracruz fazendo um papel bonito lá fora”. Mas o que ela busca é usar sua “boa imagem”, para encobrir violações que tem cometido a mais de trinta anos contra comunidades indígenas, quilombolas, camponeses, entre outras. Em junho deste ano, aproveitando feriado prolongado, mandou desmatar uma área de Mata Atlântica na comunidade Jacutinga, Norte do Espírito Santo. A empresa mobilizou sete tratores e foi detida por uma comunidade local, que defende a preservação da mata há pelo menos vinte anos. As primeiras reações da Aracruz foram chamar a polícia para dar proteção às suas máquinas, e em seguida, colocar sua guarda particular, a Visel. Segundo os agricultores do local, a Aracruz está tentando agora agir durante a noite. Fonte : Rede Alerta contra o Deserto Verde - 20 de junho de 2006

Observando o mapa de uso e ocupação do solo é possível constatar a presença de florestamento em vários locais da bacia hidrográfica do arroio Kruze, em sua maioria de eucalipto. Na fotografia 22 identificam-se, ao fundo, áreas de florestamento confundindo-se com a vegetação natural.



Fotografia 22: Florestamento ao fundo intercalado com vegetação natural
Fonte : Adriana Penteadó, 01/2006.

Segundo Kavaleridze (1978), o caráter principal do solo para a nutrição das plantas é a fertilidade. Quanto mais nutrientes o solo proporcionar à vegetação, melhor será o desenvolvimento das plantas. Nos solos férteis, ricos em nutrientes, desenvolve-se bem tanto a vegetação natural quanto a cultivada. O solo é a camada superficial da Terra, para a qual a fertilidade constitui a principal particularidade, o que não confere, em sua maioria, com o local estudado.

O eucalipto se adapta mais facilmente em solos de baixa fertilidade, talvez isso explique a ocorrência significativa de florestamento em toda a bacia. Além disso, o uso do solo para o plantio de outros produtos, em grande escala, exigiria dos proprietários técnicas mais aprimoradas de manejo para tornar o solo mais produtivo, pois, em geral, os solos da região possuem baixa fertilidade, sendo necessária a calagem, adubações químicas e orgânicas para o aproveitamento desses solos para o plantio. A utilização desses solos para o florestamento se constitui numa prática comum em grande parte da Depressão Central Gaúcha.

O florestamento de eucalipto constitui-se numa importante fonte de renda para muitos moradores, sendo que alguns locais pertencem a empresas ligadas à indústria de papel e celulose.

É necessária a busca de alternativas para os agricultores da região, como a compra dos produtos excedentes que estes produzem, para que o florestamento não venha a crescer de forma vertiginosa, diminuindo as pequenas áreas de vegetação natural e alterando a dinâmica hídrica.

6.9. Outras considerações sobre o uso e ocupação da bacia hidrográfica do arroio Kruze

6.9.1. Violência

Pires (1985) argumenta que a violência urbana existe em todo o tipo de sociedade e intensificou-se a partir do fenômeno da metropolização, pois concentrou grandes contingentes populacionais em torno de um mesmo núcleo de produção e serviços. O problema tende a agravar-se, pois distribui de forma desigual bens e oportunidades, promovendo o rompimento de valores básicos do ser humano.

Para o entendimento da violência urbana é necessário o entendimento de uma multiplicidade de fatores. A violência não se resume a uma questão quantitativa, mas também pela abrangência e pela complexidade do fenômeno. A problemática da violência urbana está vinculada ao sistema econômico, as questões sociais, etc. São problemas que afetam a sociedade, a família e a pessoa.

A violência nas cidades é algo que vem crescendo de forma preocupante. Este item não se constitui em uma informação espacialmente mapeada neste trabalho, mas independentemente disso, provavelmente esta ocorre em maiores ou menores proporções em toda a área de estudo.

Devido à repercussão da violência no Morro do Paula, principalmente pelos jornais locais, acreditou-se importante destacar este fato. Este problema não se restringe ao Morro,

mas este local compreende um foco de violência que se dispersa para os locais mais próximos.

Embora o Morro esteja localizado no perímetro rural, encontra-se muito próximo dos centros urbanos de Novo Hamburgo, Sapucaia do Sul e São Leopoldo (deste último à apenas 9 km). Dessa forma, a criminalidade no local pode ser entendida na perspectiva da violência urbana. O acesso de moradores ao Morro é feito somente pelo ônibus chamado Morro do Paula, que parte do centro de São Leopoldo.

A polícia não costuma subir o Morro para verificar ocorrências. O local também é conhecido como ponto de tráfico de drogas e reduto de foragidos. Os moradores, em geral, se sentem intimidados pelos bandidos em falar sobre o problema.

Os serviços de interesse comum, efetuados pelos órgãos públicos, como dos Correios e do Serviço Municipal de Água e Esgoto - SEMAE, sofrem prejuízos devido à investida de bandidos. Alguns serviços são cancelados para não colocar em risco a vida de trabalhadores. A realização de entrevistas com os moradores para a realização deste trabalho contou com o apoio da Brigada Militar.

6.9.2. Questões relativas à qualidade da água

À medida que a população aumenta diminui a quantidade de água *per capita*, aliada ainda ao problema da poluição, produção alimentar em grande escala e ao crescimento industrial.

Segundo Villiers (2002), em nível global, a maior parte da água é utilizada na agricultura (69%), enquanto a indústria utiliza 23%, e apenas 8% os domicílios. Considerando-se esses dados, percebe-se que a economia mais significativa se daria na racionalização do uso da água pela agricultura.

A gestão dos recursos hídricos requer a necessidade de se conceber mecanismos plurais e flexíveis, que considerem as diferentes situações, elegendo a melhor maneira de intervenção, segundo o nível e a especificidade dos problemas que devem ser enfrentados (PAGNOCCHESCHI, 2005).

Já em relação à qualidade das águas, esta constitui-se, também, num importante fator a ser considerado. Nas civilizações antigas, a solução para o problema de contaminação da água era simplesmente deslocar as comunidades para outros lugares, hoje em dia esta mudança é inviável. O Brasil conta com 20% de toda a água doce de superfície, porém esta vem perdendo qualidade. Aproximadamente 70% dos rios em território brasileiro estão contaminados, sendo que aproximadamente 80% dos domicílios do país não contam com tratamento de esgoto (PIZZIO, 1995).

No Rio Grande do Sul existem 250 km³ de água superficial e 63 km³ de água subterrânea, colocando o Estado em condições privilegiadas em relação aos demais estados da Federação. Entretanto, o dilema enfrentado pelos gaúchos diz respeito mais a qualidade do que à quantidade dos recursos hídricos (FARIA, 2005).

Segundo Ramos (2005), o rio dos Sinos é tido como altamente poluído, tanto pelo lançamento “*in natura*” de esgotos domésticos de cidades e vilas quanto pelo lançamento de resíduos industriais sem prévio tratamento. Tais lançamentos têm exercido influência crescente na poluição da água, exigindo, cada vez mais, tratamento rigoroso para que esta água seja distribuída à população na forma potável.

Também o enorme volume de lixo depositado nas depressões e áreas baixas contribui direta e indiretamente para a poluição da água. Entre as décadas de 1970 e 1990 surge o ciclo exportador de calçados e a grande diversificação industrial da região. Dessa forma, a poluição chega a níveis críticos. O canal do Sinos passa a ser um cemitério de árvores, depósito de lixo e esgoto cloacal (Ramos, 1975). Estes problemas característicos da bacia hidrográfica do rio dos Sinos são encontrados, em menor escala, na sub-bacia hidrográfica do arroio Kruze.

Na década de 1980 surgem, no Estado, movimentos sociais preocupados com a situação dos rios que abastecem sua população³⁹, especificamente em torno das comunidades do rio dos Sinos e do rio Gravataí.

Em dezembro de 2005, na antiga sede da UNISINOS, em São Leopoldo, ocorreu o Fórum dos Arroios, tendo como objetivo discutir os principais problemas dos recursos hídricos na região do vale do rio dos Sinos.

³⁹ Como resultado desse processo surgem instrumentos de fundamental importância como ferramenta para a gestão dos recursos hídricos. Em nível federal, surge o “Plano Estadual de Recursos Hídricos”, e no âmbito da bacia, os “Planos de Bacia Hidrográfica” (Faria, 2005).

Segundo o secretário Municipal de Meio Ambiente, Sr. Darci Zanini, a região está sofrendo com os gravíssimos problemas hídricos. O volume de água da bacia hidrográfica do rio dos Sinos se vem reduzindo de forma drástica, devido, principalmente, a captação de água para a irrigação da cultura de arroz. Desta forma, propõe-se uma discussão conjunta entre os órgãos governamentais e os produtores de arroz.

O encontro do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do rio dos Sinos – Comitesinos, com o Ministério Público Estadual em Porto Alegre, teve como pauta a situação dos rios dos Sinos e Gravataí em relação ao próximo verão e a possível dificuldade de abastecimento (Jornal VS, 2005).

Nas próximas reuniões que deverão ser realizadas, com o Conselho Permanente de Assessoramento – CPA, ligado à direção do Comitesinos, serão chamados a participar as companhias de abastecimento e os arroteiros da região. A intenção é protocolar medida que obrigue o sistema de captação da Companhia Riograndense de Saneamento – Corsan, a comunicar, quando o nível do rio estiver inferior a cinquenta centímetros, o Instituto Riograndense de Arroz – IRGA, para que os arroteiros interrompam a captação de água.

A partir dos fatos expostos acima sobre os problemas referentes ao abastecimento de água da região do rio dos Sinos, verifica-se que a situação está atingindo níveis preocupantes.

Durante o trabalho de campo, realizado juntamente com o Projeto Monalisa na bacia hidrográfica do arroio Kruze, verificou-se que são inúmeros os problemas que afetam a qualidade da água, interferindo dessa forma no abastecimento, tais como : despejo industrial e doméstico de esgoto, além do lixo jogado as margens dos arroios, inclusive em locais onde há coleta de lixo.

O tratamento de esgoto, quando existe, muitas vezes conta com estações de tratamento pouco eficientes. É o que acontece por exemplo, na estação de tratamento de esgoto de São Leopoldo, que apesar de pouco eficiente, inclui o município em um dos poucos que tem tratamento de esgoto no Rio Grande do Sul.

Segundo Sincler Gonçalves⁴⁰, técnico em Tratamento de Resíduos da Estação de Tratamento de Esgoto de São Leopoldo, na estação entra cerca de 100 l/s de água, esta

⁴⁰ Entrevistado em dezembro de 2005.

com classe quatro⁴¹, e após o tratamento a água continua com classe quatro, pois a quantidade de coliformes fecais, nitrogênio e fósforo são iguais, havendo apenas a diminuição dos

valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio -DBO⁴² e da Demanda Química de Oxigênio - DQO⁴³ em mais ou menos 80 % e 70 %, respectivamente.

Ainda, segundo Sincler Gonçalves, os municípios vizinhos não têm tratamento de seus efluentes⁴⁴, sendo que a coleta de água para o abastecimento municipal é feita desta água.

O tratamento de esgoto, mesmo pouco eficiente, não é aproveitado diretamente pelos moradores de São Leopoldo, pois a estação de Tratamento de Esgotos está localizada mais à jusante do rio dos Sinos em relação à estação de Coleta de Água.

A bacia hidrográfica do arroio Kruze, está situada na porção leste da Região Metropolitana de Porto Alegre, sendo que o problema da poluição encontrado na mesma reflete um problema com proporções bem maiores. Dessa forma, a solução para a poluição do rio dos Sinos deve conceber um trabalho conjunto com os vários municípios que fazem parte da região metropolitana.

⁴¹ A Resolução Conama nº 003 de 05 de junho de 1984, estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, de acordo com a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Esta classificação estabelece os usos da água a partir da qualidade da mesma. Dentro da classificação Águas Doces, existem cinco subdivisões; Classe Especial, Classe 1, 2, 3 e 4. As águas de Classe 4 devem ser destinadas à navegação, harmonia paisagística e aos usos menos exigentes. Constituindo-se dentro deste parâmetro a água de pior qualidade.

⁴² **DBO** - Quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Os maiores acréscimos em termos de DBO, num corpo de água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água. Pelo fato da DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana (Universidade da Água, 2006).

⁴³ **DQO** - É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, servindo os resultados de orientação para o teste da DBO. O aumento da concentração de DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial. (Universidade da Água, 2006).

6.9.3. O Estatuto da Cidade e o Plano Diretor

Segundo o artigo nº 182 da Constituição Federal é tarefa fundamental da administração municipal receber e administrar a população urbana, isto é, prever e direcionar o crescimento físico e socioeconômico da cidade e dos bairros, ordenar a expansão da malha urbana e o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, garantindo o bem estar de seus habitantes.

Existe a necessidade de buscar alternativas para os conflitos existentes entre o ambiente natural e o desenvolvimento físico-urbanístico e socioeconômico, deflagrando um processo de planejamento ambiental que garanta a permanência das instalações de forma sustentável, promovendo a proteção ambiental, a gestão dos recursos, o desenvolvimento econômico e a satisfação das necessidades humanas básicas.

O Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 07/2001) que regulamenta o Art. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana, em prol do bem coletivo, entre outros elementos. Estabelece, a partir da Constituição Federal (Art. 182), a obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor para os municípios brasileiros com mais de 20.000 habitantes.

Por interferir intensamente na cidade e na vida dos cidadãos, a elaboração do Plano Diretor⁴⁵ deve ser um pacto entre a comunidade, o governo, a iniciativa privada e moradores em geral. O prazo para entrega do mesmo se encerra em outubro de 2006. A pesquisa elaborada foi concluída em agosto, dessa forma, não foi possível fazer uma discussão sobre o “novo” Plano Diretor, que teoricamente, está sendo feito pelos municípios.

⁴⁴ Os municípios próximos de São Leopoldo, de onde vem a poluição hídrica pelo rio dos Sinos são: Novo Hamburgo, Campo Bom e Sapiranga.

⁴⁵ O capítulo III do Estatuto das Cidades se refere à elaboração do Plano Diretor, encontra-se em anexo.

6.9.4. Questões ambientais relativas ao Estatuto das Cidades

O Plano Diretor de um município deve ser elaborado considerando às necessidades de uso e ocupação do solo, adequado esse aos aspectos naturais e as leis ambientais. Abaixo seguem as diretrizes do Estatuto da Cidade no que se refere aos dispositivos ambientais;

Art. 02º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

IV – planejamento de desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

VI – ordenação e controle do solo de modo a evitar;

g) a poluição e a degradação ambiental;

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído...;

XII – audiência do Poder Público Municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído, o conforto ou a segurança da população;

Capítulo II

Dos instrumentos da política urbana

Seção I

Dos Instrumentos Gerais

III – planejamento ambiental, em especial:

d) zoneamento ambiental;

VI – estudo prévio de impacto ambiental (EIA)...;

Seção VIII

Do direito de preempção

Art. 25. O direito de preempção confere ao Poder Público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares.

Art. 25. O direito de preempção será exercido sempre que o Poder Público necessitar de áreas para :

VI – criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;

VII – criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental;

VIII – proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico;

Uma questão importante colocada no Estatuto é a consulta da população quando da instalação de empreendimentos potencialmente negativos. Porém a força dos movimentos sociais, que reside na sua capacidade de proposição e mobilização, não surge espontaneamente, é uma construção social que depende, entre outras coisas, de ativistas, organizações, recursos, método, estratégia, comunicação, parcerias, etc (Baierle, 2005).

Acredita-se que o Plano Diretor de um município deve estar integrado à legislação ambiental. No entanto, entende-se que esta integração, tanto teoricamente como na prática, requer um grande esforço, talvez até inédito do poder público. Algumas medidas podem amenizar os problemas ambientais, tais como: a fiscalização de obras, programas sociais de moradia à população de baixa renda e, mais diretamente, projetos relacionados à diminuição da poluição e ao desenvolvimento de programas educativos para a população.

A partir das premissas básicas relativas ao meio ambiente propostas pelo Estatuto da Cidade, é importante então buscar a compreensão e a aplicação das leis ambientais, objetivando a qualidade de vida de toda a população.

6.9.5. Algumas discussões sobre o Plano Diretor

Segundo Ferri (1995), o Plano Diretor é um instrumento básico de planejamento municipal, ao lado do plano plurianual, da lei de diretrizes orçamentárias e do orçamento anual. Embora a Constituição Federal (Art. 182) circunscreva a elaboração do mesmo para as cidades com mais de vinte mil habitantes, acredita-se que isto se constitui numa deficiência do legislador federal, pois o Plano Diretor refere-se ao conjunto das estruturas municipais: “aspecto econômico, físico e institucional” e não apenas ao fenômeno urbano de sua sede – a cidade.

É importante realçar a necessidade do Plano Diretor para todos os municípios brasileiros, uma vez que os municípios se apresentam como um balizador maior para implementar a política de desenvolvimento, bem como para incorporar o planejamento à sua realidade política e social. Além disso, apesar do Plano Diretor ser, sem dúvida, um plano geral, isso não impede que sejam feitos planos setoriais específicos, dependendo das características locais (CASTILHO, 1995).

Os municípios brasileiros experimentam um momento de grande expansão de suas competências, pois a Constituição Federal de 1988 (arts. 1º e 18º) os consagrou como entes federativos. Assim, para fazerem frente às suas novas atribuições, estes devem se munir de instrumentos básicos da administração (Castilho, 1995). Atualmente, o planejamento é caracterizado como um instrumento básico que deve ser constantemente revisado e readequado às necessidades vigentes (SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO DE PORTO ALEGRE, 1999).

Para a elaboração de um Plano Diretor eficiente, algumas questões básicas devem ser consideradas, tais como a viabilidade técnica e política dentro de um processo de elaboração democrático. O Plano deve ser efetuado pela própria municipalidade, no máximo com assessoria de empresa ou órgão público ou privado, sendo que a municipalidade deve participar efetivamente de todas as etapas de elaboração. Além disso, as prefeituras devem encarar o Plano Diretor como um instrumento de planejamento e não somente uma atribuição burocrática (BRAGA, 1995).

6.9.6. Questões relativas à zona rural

Grande parte dos municípios brasileiros que devem elaborar o Plano Diretor possui características muito mais rurais do que urbanas. Assim, o tratamento dado à zona rural em um Plano Diretor deve ser repensada.

A Constituição do Estado de São Paulo, por exemplo, determinou a obrigatoriedade da zona rural na abrangência territorial do Plano Diretor, pois do contrário, o mesmo tornaria-se inviável. O bom senso determina que, se necessário, deve ser considerada a zona rural no Plano Diretor (BRAGA, 1995).

Leite (1991), coloca que não se pode assegurar que o Plano Diretor só deva considerar a zona urbana, pois o desenvolvimento do município depende, muitas vezes, da zona rural. Assim, o município deve considerar todo o território para promover o seu desenvolvimento urbano. O que o município não deve é promover uma política agrária e instituir um zoneamento rural.

Para Godoy (1990), é inquestionável o direito da administração municipal dispor sobre a área rural para decidir, por exemplo, sobre a reserva de mananciais, destino do lixo domiciliar, etc. Desta forma, a competência municipal do uso e ocupação do solo rural, fora a destinação específica da agropecuária, permite à inclusão, no Plano Diretor, da área decorrente da vida na cidade.

6.9.7. Análise do Zoneamento Urbano Municipal da bacia hidrográfica do arroio Kruze

O Plano Diretor é elaborado considerando a área urbana em nível municipal⁴⁶. No entanto, esse trabalho considera o urbano tendo como unidade de estudo a bacia hidrográfica do arroio Kruze.

Esse instrumento de planejamento compreende a divisão de uma área urbana em zonas, tendo entre seus principais objetivos: o pleno desenvolvimento urbano por meio de ordenação do crescimento; a organização espacial adequada às funções urbanas e o controle de fixação de índices urbanísticos. Dessa forma, torna-se fundamental uma correlação entre

⁴⁶ Os limites municipais são definidos a partir de inúmeros critérios, sendo que os mais comuns são: estradas, limites de áreas rurais, coordenadas geográficas estabelecidas por marcos de divisa, divisores d'água e também por meio de cursos hídricos. Dessa forma, é comum uma bacia hidrográfica pertencer a mais de um município ou até mesmo inúmeros municípios. Isso costuma dificultar o planejamento territorial quando se tem uma bacia hidrográfica como recorte. Atualmente, isso se constitui em um desafio vivenciado pelos Comitês de Bacias (a Lei Federal nº 9.433/97 instituiu a política nacional de recursos hídricos e seu sistema de gestão com características de descentralização e participação, com base nas bacias hidrográficas como unidades territoriais). Dentre seus principais componentes ressaltam-se, além dos citados comitês, as agências de água, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, os conselhos estaduais de recursos hídricos e órgãos públicos cujas competências relacionam-se com as águas nos três níveis do governo. O processo de implementação desse sistema vem enfrentando problemas, dentre esses, a fragmentação e desarticulação das instituições ligadas à problemática ambiental (Pagnoccheschi 2003).

o uso do solo e o zoneamento urbano, bem como a constatação do cumprimento deste dispositivo legal.

As discussões aqui levantadas servem em mesma medida se analisadas em nível municipal, sendo que o foco da análise deste trabalho foi o fator ambiental. Sabe-se que outros itens devem ser considerados na elaboração e análise de um Plano Diretor, mas de forma alguma estes devem estar desajustados às questões naturais.

Nesse trabalho, foram utilizadas fotografias aéreas de 1991 e 2002 e, por meio da comparação entre estas, foi possível perceber o crescimento e o avanço das ocupações residenciais em algumas áreas. A análise permitiu identificar os vetores de crescimento e, dessa forma, identificar as áreas que deveriam sofrer restrições ao crescimento e/ou redirecionamentos.

O adensamento urbano (mapa de uso e ocupação do solo) é característico da área próxima à foz do arroio Kruze (planície de inundação do rio dos Sinos⁴⁷), próximo ao centro do município de São Leopoldo. Corresponde basicamente à parte dos bairros Rio Branco, Pinheiro, Jardim América, São José e Santo André.

Já os locais atualmente mapeados (mapa de uso e ocupação do solo) como de uso rarefeito (parte dos bairros Santo André, Campestre, Santa Tereza e Fazenda São Borja) possuem tendência ao adensamento urbano, devendo haver um controle, evitando assim um aumento significativo da impermeabilização do solo, entre outros problemas.

Além disso, outro fator que justifica o controle das áreas de uso rarefeito, além das questões relativas à impermeabilização do solo, é o fato de que algumas dessas áreas encontram-se próximas à zona industrial, podendo ser atingidas pela poluição do ar, sonora, etc.

Deve-se incentivar, entre os moradores, a preservação de parte da vegetação natural em seus terrenos, (tanto nas áreas de uso adensado quanto nas áreas de uso rarefeito) para diminuir a impermeabilização do solo, e a formação de ilhas de calor, etc. Isso se constitui, de certa forma, numa política de educação ambiental⁴⁸, dentro de um projeto de zoneamento urbano.

⁴⁷ Esta área é relativamente plana, coincidindo historicamente com problemas de enchentes.

⁴⁸ Educação ambiental - Processo por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de

6.9.7.1. As ilhas de calor e os fatores inibidores do fenômeno

O “clima urbano” se caracteriza pela formação de pequenas ilhas de calor em áreas urbanas, devido a fatores como o adensamento das construções, a impermeabilização do solo e a poluição. Estes locais possuem temperatura mais elevada, em comparação com áreas vizinhas não adensadas. A cada ano a temperatura parece se tornar mais intensa e crítica, dessa forma deve-se evitar a criação de condições para potencializar este efeito.

O trabalho realizado pela Rede de Estações de Climatologia Urbana do Rio Grande do Sul (2004), que há vinte anos estuda o município de São Leopoldo, identificou o centro da cidade como uma grande ilha de calor, devido à elevada densidade edificada, apresentando uma temperatura de três até cinco graus Celsius mais elevada em relação aos microclimas adjacentes.

Na bacia hidrográfica do arroio Kruze, os locais mapeados (mapa de uso e ocupação do solo) como áreas adensadas podem ser considerados como ilhas de calor, devido à concentração das construções e a pouca concentração de áreas verdes, possuindo temperatura mais elevada em relação a lugares com menos edificações e mais áreas verdes. As áreas de uso rarefeito também podem se constituir em ilhas de calor futuramente caso a tendência ao adensamento seja confirmada ao longo do tempo sem uma política de controle de desmatamento e impermeabilização.

Segundo a Rede de Estações de Climatologia Urbana do Rio Grande do Sul (2004), são considerados fatores de refrigeração: parques com no mínimo cinco quadras de extensão, ocupada por árvores bem copadas e de grande porte; a circulação do vento; o processo de evaporação e a área dos banhados e alagados. As principais recomendações a serem consideradas no Plano Diretor estabelecem a arborização densa das áreas verdes existentes dentro das ilhas de calor, a conservação ao máximo das áreas verdes em torno da cidade e a inibição da construção de edifícios em torno de áreas verdes.

6.9.7.2. Discussões sobre o Zoneamento da bacia hidrográfica do arroio Kruze

A bacia hidrográfica do arroio Kruze está localizada entre os municípios de São Leopoldo, Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul. Dessa forma, foi necessária uma interação de três zoneamentos para se analisar efetivamente o zoneamento da bacia hidrográfica do arroio Kruze (Figura 15).

Para facilitar a interpretação do mapa de zoneamento (Figura 15), alguns afluentes do arroio Kruze foram nomeados baseando-se nos bairros onde estão localizados ou nos locais onde se encontram suas nascentes. Esta nomenclatura não é oficial, sendo criada para esse trabalho.

Esta análise está atrelada não somente ao mapa de zoneamento, mas principalmente, ao mapa de uso e ocupação do solo elaborado para esse trabalho. Além disso, serão feitas algumas considerações quanto ao perímetro rural, fato justificado, em parte, pela revisão bibliográfica do sub-capítulo referente à zona rural.

O perímetro urbano se restringe praticamente ao município de São Leopoldo, com uma ínfima área em Sapucaia do Sul.

As Zonas de Uso Especial (Figura 15), segundo o Plano Diretor de São Leopoldo, Lei 2133 de 1981, correspondem, em parte, às áreas preservadas, reservas naturais, parques, *campings*, praças e centros esportivos e recreativos. Nos bairros Santo André e Campestre, algumas áreas definidas como Zona Residencial II (Figura 15), ainda não estão ocupadas ou estão de forma ainda dispersa. Possuem locais de mata ciliar e campo. Assim, estas áreas deveriam ser incorporadas, ao menos em parte, à Zona de Uso Especial.

No bairro Santo André, o arroio Santo André, em área de uso adensado e com mata ciliar irrisória, compreende uma das nascentes mais poluídas do arroio Kruze. Este problema tende a se expandir para outros arroios caso não haja estratégias para evitar que isso ocorra.

Há a tendência do adensamento das áreas de uso rarefeito, principalmente por meio do avanço das áreas residenciais, caso não haja um planejamento adequado. Num tempo aproximado de 10 anos possivelmente teremos os afluentes Orpheu, Campestre 1 e

Campestre 2 em estado crítico (isto não quer dizer que esses, no momento, se encontrem livres da poluição), assim como o afluente Santo André.

Os afluentes São Borja 1 e 2 localizam-se no limite entre o perímetro rural e urbano do município de São Leopoldo, próximos a estrada Morro do Paula, com características rurais, estando inseridos na Zona Residencial II (São Leopoldo) na figura 15. Este local também deve ser incluído em uma zona que vise, ao menos em parte, a preservação.

Os afluentes próximos à indústria Replast e os afluentes próximos à estrada de acesso à Vila da Barreira (final do bairro São Borja) estão parcialmente preservados, fazem parte da Zona Residencial II (São Leopoldo), devendo ser incluídos na Zona de Uso Especial ou, independente da denominação, previstos para zonas que possibilitem a preservação.

Pode-se, também, criar um zoneamento dentro de outro, por exemplo, as Zonas Industriais, apesar de estarem estabelecidas quanto ao uso permissível, podem e devem sofrer restrições quanto ao uso dos locais de mata ciliar e de nascentes que estejam localizadas dentro de seus limites. As indústrias costumam se localizar próximas aos rios, porque dependem, na maioria das vezes, de grande quantidade de água. Assim o zoneamento referente às indústrias não pode se limitar a definir os tipos e tamanhos das indústrias, mas também como estas devem agir no que concerne aos aspectos naturais de onde estão instaladas.

Dos afluentes localizados em Sapucaia do Sul, o afluente Rost tem suas nascentes na Zona de Uso Diversificado, o que tende a comprometer sua preservação. Quanto aos outros afluentes localizados no mesmo município de Sapucaia, estão inseridos no perímetro rural. Não sofrem as mesmas pressões que os rios localizados no perímetro urbano, porém possuem uma mata ciliar irrisória, e a vegetação de campo é utilizada, em parte, para a criação de animais.

As áreas de mata nativa, quando são reflorestadas, são sensíveis à presença do gado, pois estes costumam se alimentar da vegetação em fase inicial, ou mesmo pisoteá-las, dificultando o avanço da vegetação para áreas adjacentes. Além da pequena mata ciliar, é visível por fotografias aéreas o assoreamento da rede hídrica, fato que tem relação com o desmatamento e, possivelmente, com o pisoteio do gado nas margens dos rios.

Para os afluentes, em zona rural, dos municípios que compõem a área de estudo, o zoneamento local deve estar amarrado ao Código Florestal, para permitir minimamente, a regeneração da mata ciliar, onde o acesso do gado à mata deve ser restringido, pela instalação, por exemplo, de algumas cercas.

Em visita ao Setor de Planejamento da Prefeitura Municipal de Sapucaia do Sul constatou-se que, na última alteração do zoneamento municipal, houve o aumento da Zona de Uso Diversificado (ZUD) em prejuízo do perímetro rural. O ZUD chegou a atingir parte do Morro Sapucaia, com características físicas semelhantes ao Morro do Paula, e que, muito embora não tenha feito parte desta análise, vem sofrendo um processo de degradação com semelhanças. Tornando-se mais frágil às intervenções antrópicas, devido a essa alteração.

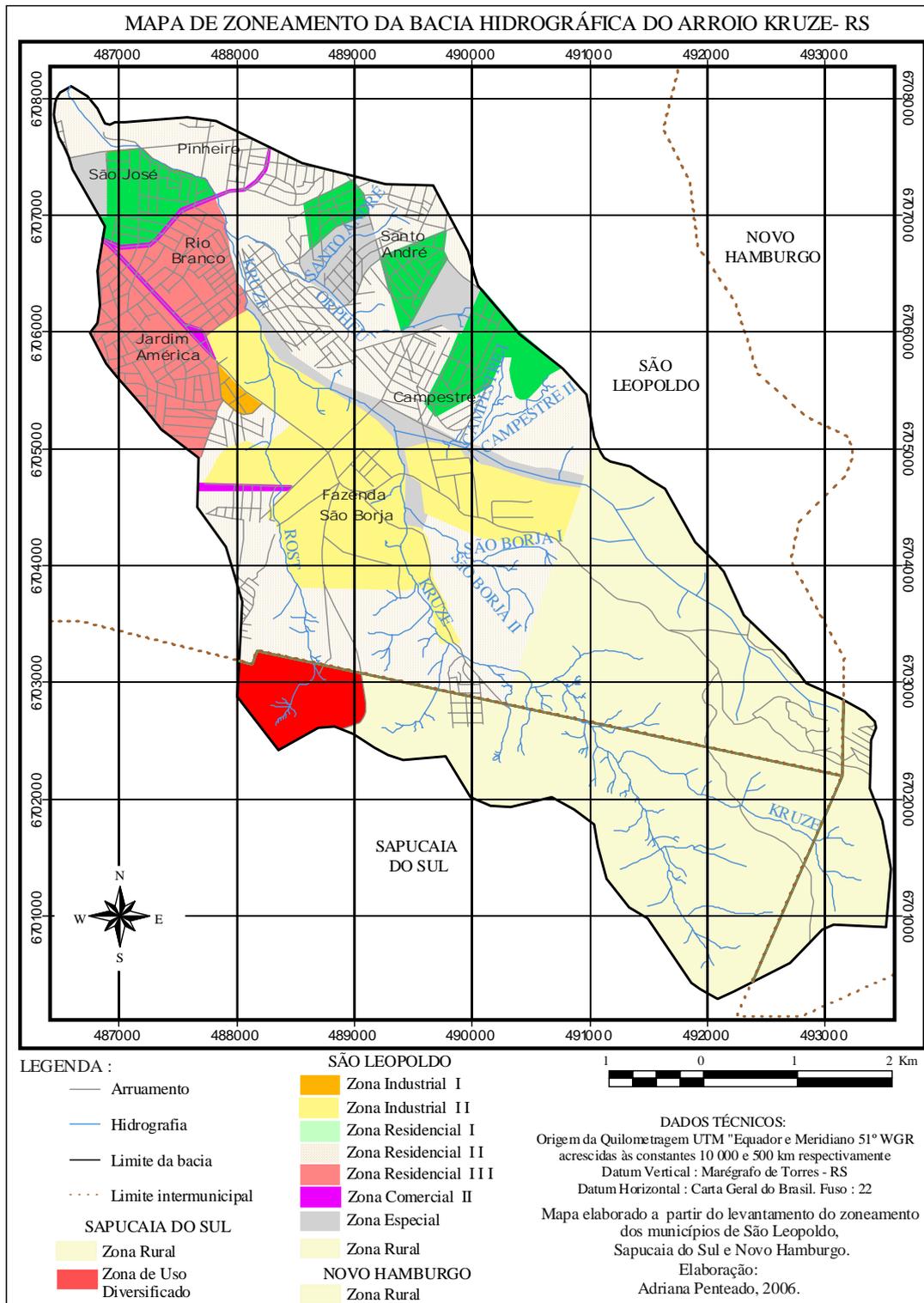


FIGURA 15 :MAPA DE ZONEAMENTO

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste trabalho, a partir das informações levantadas e das inúmeras análises, tiveram por objetivo reforçar alguns itens já discutidos no corpo deste trabalho e incluir outras que se considerou importante. A maioria destes se relacionam ao Plano Diretor, tendo como foco principal, a questão ambiental.

As grandes cidades são por definição ambientes centralizados, feitos pelo homem, e dependem basicamente de alimentos, água, energia, e outros bens que vêm de fora. Diante da importância das cidades, são necessários esforços e meios de preservação especiais para garantir que os recursos de que necessitam sejam produzidos de forma sustentável, e que os habitantes urbanos participem das decisões que afetam suas vidas.

Acredita-se que o Plano Diretor compreende, atualmente, uma importante ferramenta de planejamento de um município, por se propor a discutir junto à sociedade questões econômicas, sociais e ambientais, objetivando a qualidade de vida sustentável.

Muitos municípios elaboram seu Plano Diretor sem um mapa atualizado de uso e ocupação do solo, sendo este imprescindível, pois é necessário ter um conhecimento adequado da cidade para a elaboração de um planejamento eficiente. A análise de fotografias aéreas também contribui muito para o levantamento de informações, como a direção da tendência de crescimento urbano (sendo então possível definir se este crescimento deve ser reorientado como um todo ou sofrer pequenos redirecionamentos), e alterações na rede hídrica (como aterramento de nascentes e o crescimento de ocupações irregulares em áreas ribeirinhas).

Comumente os municípios possuem um zoneamento extremamente simplificado. Além disso, sabe-se que é raro ocorrer uma discussão conjunta entre os municípios sobre a gestão intermunicipal. Esta questão não é estabelecida no Estatuto da Cidade, apenas a incompatibilidade entre usos é mencionada, ao nível da própria municipalidade.

As linhas divisórias entre municípios são muitas vezes “imaginárias”, não existem de forma concreta, não ultrapassam o papel. Isto facilita o avanço de certo tipo de uso para um local onde o mesmo não é permitido, principalmente quando nos referimos à ocupações residenciais. Considera-se incoerente existir uma área de uso restrito ao lado de outra, com

uso diversificado, acredita-se ser necessária a existência de áreas de amortecimento⁴⁹ para que sejam evitados problemas futuros.

De forma geral, o Plano Diretor deve prever a preservação de áreas verdes, que se constituem, geralmente, em pequenos resquícios, sendo que as áreas verdes de uma cidade influenciam de forma direta e indireta a qualidade de vida das pessoas.

Uma prática comum no município de São Leopoldo é a poda descontrolada de árvores durante todo o ano. Essas podas quase chegam a destruir as árvores pois são exageradas. Esse fato chama a atenção para a importância do Plano Diretor participativo (elaborado junto com a comunidade), e a comunidade precisa saber que tipo de cidade quer para viver.

A data para a entrega do Plano Diretor é outubro de 2006, não obstante, correções e melhorias podem ser feitas após esta data. Os municípios precisam tomar para si a obrigação de pensar e produzir uma cidade melhor, para que o Plano Diretor, um instrumento que se formulado e levado à diante de forma adequada, só tende a ajudar toda à municipalidade.

Relativo ao uso e ocupação do solo, uma questão que deve ser pensada, diz respeito a grande quantidade de áreas de florestamento. Acredita-se que deveria haver um controle do avanço das mesmas, pois estas são prejudiciais ao ambiente. De forma que, minimamente, não devem ser instaladas próximas às nascentes.

Não se propuseram mudanças para os locais de uso adensado (mapa de uso e ocupação do solo), por acreditar que esses locais já estão estabelecidos, não sendo viáveis grandes mudanças. É claro que uma visão mais aprimorada sobre este fato, pode ultrapassar essa idéia.

A erosão e por conseqüência o assoreamento são fatos latentes em toda a bacia, de forma que precisam ser pensadas soluções que viabilizem, ao menos a retração deste problema.

A destruição dos banhados, se continuada, causará a descaracterização de toda uma área que tem função fundamental para a dinâmica da bacia do rio dos Sinos e da bacia hidrográfica do arroio Kruze.

⁴⁹ A idéia de áreas de amortecimento, é também citada quando se fala em áreas de preservação, parque, etc. É reconhecido cientificamente a importância da existência destas áreas.

Os problemas encontrados na bacia hidrográfica do arroio Kruze compreendem questões que ultrapassam seus limites, e em maior ou menor grau, são identificados em toda a bacia hidrográfica do rio dos Sinos.

A gestão integrada levando em consideração questões ambientais, sociais, urbanas, etc. exige o diálogo entre diferentes entidades e a comunidade, sendo necessário, muitas vezes, transpor os limites político administrativos de um município.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N; PLANTENBERG, C. M. **Previsão de Impactos**. São Paulo: Ed. U. de São Paulo, 1994.
- AGUIAR, M.B; KRELING, P.C.L. **Elaboração de cartas de declividade de vertentes**. São Paulo: Revista do Departamento de Geografia, Instituto de Geografia, 1984.
- ALMEIDA, M. S. de. Porto Alegre no contexto regional: a questão da habitação e do transporte. In: PANIZZI, W. M.; ROVATTI, J. F. **Estudos urbanos: Porto Alegre e seu planejamento**. Porto Alegre: UFRGS, 1993.
- ANDRADE, J. B. de. **Fotogrametria**. Curitiba : SBEE, 1998. 242 p.
- BAIERLE, S. **Lutas Urbanas em Porto Alegre: entre a revolução e o transformismo**. Porto Alegre : Cadernos da Cidade, 2005.
- BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A., VERDUM, R. (Orgs.). **Ambiente e Lugar no Urbano – A Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000.
- BECKER, B. K.; CHRISTOFOLETTI, A., DAVIDOVICH, F. R; GEIGER, P. P. (Orgs.). **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro : Hucitec, 1995. 395 p.
- BEMVENUTI, A; et al. **Os Banhados do Rio dos Sinos**. São Leopoldo: Agarth, 1995.
- BERTAZZO, C. J.(Org.). **Traços Geográficos**. Porto Alegre: EST. 2005. 107 p.
- BIASI, M. A **Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. São Paulo: Revista do Departamento de Geografia, USP, 1992.
- BIASI, M. **Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. Geomorfologia**. São Paulo: Instituto de Geografia, 1970.
- BRIETENBACH, J. M. A evolução da geografia urbana em São Leopoldo In : **Traços Geográficos**. Porto Alegre: EST. 2005. p. 51 – 54.
- BOARD, C; **A contribuição do Geógrafo para a avaliação de mapas como meio de comunicação de informações**. São Paulo : USP.
- BORDALO, C. A. L. Gestão ambiental por bacias hidrográficas: manejo ambiental da microbacia hidrográfica do Igarapé Murutucum/PA. In: **SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**, 6. 1995. Goiânia. Anais. Goiânia: UFGO, 1995. 1 CD.

- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: **Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações**. A. J. T. GUERRA, A. S. SILVA & R. G. M. BOTELHO (Orgs.). Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 1999.
- BRAGA, R. **Plano Diretor Municipal: três questões para discussão**. São Paulo: UNESP, 1995. v. 1, nº 1, p. 15-20.
- BRANCO, S. A Água e o homem. In: BRANCO, S. et. al. (orgs.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: USP/ABRH. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos). 1991.
- BRISKI, S. J.; SALAMUNI, E.; SANTOS, L. J. C. dos. **Avaliação de Parâmetros morfométricos como indicadores contribuintes da determinação da Fragilidade Potencial da bacia hidrográfica do Altíssimo Iguaçu – PR**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo :USP, 2005.
- CARVALHO, P. T. Estudo das potencialidades de áreas para o parcelamento industrial no município de Passo Fundo /RS. In: **Anais do XXV Encontro Estadual de Geografia**, Passo Fundo, 2005. 15p.
- CASTRO, J. M. F. A importância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas. In: **XXX Semana de Estudos Geográficos “O homem e as águas”**, São Paulo: CAEGE/IGCE/UNESP, 2000.
- CASTRIOTA, L. B. (org.). **Urbanização Brasileira – Redescobertas**, Belo Horizonte: C/Arte, 2003. 303 p.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo : Contexto, 1991. 147 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial. O canal fluvial**. Sao Paulo: Edgard Blucher. Volume 1. 1981.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CLARK, D. **Introdução à Geografia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.
- CÓDIGO FLORESTAL**. Lei nº 4771 de 1965.
- COLLAÇO, D. L.; SILVEIRA, A. S.; FAUTH, G. Programa de desativação da mineração de arenito Botucatu, no Morro do Paula, em São Leopoldo – RS. In: **6º Sul - Simpósio Brasileiro de Geologia/ 1º Encontro de Geologia do Cone Sul**. Porto

Alegre. 1995.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**, Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986. 15 p.

COSTA, H. B., ROSSI, M., COELHO, R. M. Mapa de Impermeabilização do solo da bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas – SP. In: **XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. São Paulo, 2005.

COSTA, W. P. **Nosso futuro comum**. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro : Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

CUNHA, C.M.L; MENDES, I.A; SANCHEZ, M. C. **Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental**. Rio Claro, v.28, n. 3, 2003. p. 415-429.

CUNHA, C.M.L; **A cartografia do Relevo no contexto da Gestão Ambiental**. Tese de Doutorado. Rio Claro: IGCE, Unesp, 2001.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA A. J. T. e CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 209 p.

DAVIDOVICH, F. Considerações sobre a urbanização no Brasil. In: BECKER, B. K. et. al. (Orgs). **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro: Hucitec, 1995.

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO URBANO, Prefeitura Municipal de São Leopoldo, 2004.

DINIZ, E. D. P. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Kruze**. Dissertação de Mestrado. Canoas, ULBRA, 2002. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília : SPI, 1999. 412 p.

ESTATUTO DAS CIDADES. Lei 10257 de julho de 2001.

FARIA, K. M. S. Erosões Urbanas: Carta de Risco da sub-bacia do ribeirão Anicuns em Goiânia. Anais do **XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, São Paulo, 2005. 1 CD.

- FATOR GIS.** Disponível em http://www.fatorgis.com.br/comercial/precos_banners.htm, Acesso em 10/jan/2001.
- FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: J.E.M.M. EDITORES,1988.
- FERRI, L. M. G. C. **Município, Planejamento, Plano Diretor : temas para debate.** São Paulo: 1995. Unesp. v.1 nº 1 p. 5-14.
- FITZ, P. R. **Cartografia Básica.** Canoas : La Salle, 2000. 171 p.
- FRANK, H. T. **Geologia e Geomorfologia das Folhas Morretes, São Leopoldo, São Jerônimo, Guaíba e Arroio dos Ratos – RS.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: 1989. 160 p.
- FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise Ambiental Urbana da área Metropolitana de Porto Alegre – RS: Sub-bacia Hidrográfica do arroio Dilúvio.** Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 1991, 236 p.
- FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. **A Economia Gaúcha e os anos 80. Uma Trajetória Regional no Contexto da Crise Brasileira.** Porto Alegre: 1990. 196 p.
- GERTEL S. **O Espaço do desenvolvimento: o planejamento estratégico para a sustentabilidade de seres humanos.** São Paulo: USP. Revista do Departamento de Geografia nº 8. 1994.
- GODOY, M. **A Lei orgânica do município comentada.** São Paulo: LEUD, 1990.
- GONÇALVES, C. W. P. Os (des) caminhos do meio ambiente. São Paulo : Contexto, 1989.
- GRAU, E.R. **Regiões Metropolitanas – Regime Jurídico.** São Paulo: José Bushatsky, 1974.
- GREGORCZUK, A. L. **Mapeamento preliminar da fragilidade ambiental da microbacia do rio Guaraqueçaba – Guaraqueçaba/ PR.** Curitiba: UFPR, 2002.
- GUERASIMOV, I. P, MECERJAKOV, J. A. Morphoestructure. FAIRBRIDGE, R. W. (ed). **The Encyclopedia of Geomorphology,** Reinhold Book, NY, 1968.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico – Geomorfológico.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1987. 446 p.

- GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE , 7ª ed. 1987. 446 p.
- Guia Econômico do Vale do Rio dos Sinos – Vale do Caí**. Novo Hamburgo : Grupo Editorial Sinos, 2004, 90 p.
- Guia 2004/2005. Vale do Rio dos Sinos**. São Leopoldo: Grupo Editorial Sinos, 2005, 58 p.
- Guia do software ENVI 3.4**. Curitiba, 2003.
- HAUSMAM, A. Aspectos da Geografia Urbana de Porto Alegre: Crescimento Urbano. In: **Boletim Geográfico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: v.8, nº 13. 1963.
- HAUSMAM, A. Aspectos da Geografia Urbana de Porto Alegre. In: **Boletim Geográfico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: v.6, nº 12. 1961.
- IBGE. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SH 22. Porto Alegre e parte das folhas SH 21. Uruguaiana e SI 22. Lagoa Mirim; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986.
- KAVALERIDZE, W. C. **Nossos Solos. Formação, Vida Dinâmica, Tratamento, Conservação**. Curitiba : Voz do Paraná, 1978. 169 p.
- KELMAN, J. Gerenciamento de Recursos Hídricos. In : **XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Vitória, 1997.
- LANNA, A.E. **Sistemas de gestão de recursos hídricos: análise de alguns arranjos institucionais**. Santa Maria: UFSM, 2000.
- LANNA, A. E. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: Conceitos, Princípios e Aplicações ao Brasil**. Porto Alegre: UFRGS, 1993.
- LEAL, M. S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos por Bacias Hidrográficas: Sugestão para o Modelo Brasileiro**. Rio de Janeiro, 1997.
- LEI ORGÂNICA** do município de São Leopoldo. 22/12/1990.
- LEITE, E. H. *et al* **Qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do Guaíba – subsídio para o processo de enquadramento**. Porto Alegre: FEPAN, 1997.
- LEITE, L. G. **Plano Diretor: obrigatório por força da Lei Orgânica Municipal**. São Paulo: Revista do Direito Público.v.24, nº 97, 1991.
- LITTLE, P. E. **Políticas ambientais no Brasil. Análises, instrumentos e experiências**. São Paulo : Peirópolis, 2003.

- LOMBARDO, M. A. **Qualidade Ambiental e planejamento urbano: considerações de método.** Tese de livre-docência. São Paulo : USP, 1996.
- MALTCHIK, L. (Org.). **Biodiversidade e Conservação de Áreas Úmidas da Bacia do Rio dos Sinos.** São Leopoldo: UNISINOS, 2003.
- MANTOVANI, L.E.M. O geoprocessamento na compreensão de ecossistemas naturais e modificados. In: **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná: Diagnóstico.** Curitiba: UFPR, 1998.
- MATIAS, L.F. Aplicação de novas tecnologias em geografia física: Geoprocessamento na gestão sustentável do meio ambiente. In: **VII Simpósio de Geografia Física Aplicada,** Curitiba: Anais... v. 2. 1997.
- MECERJAKOV, J. P. **Les concepts de morphostruture et morphoesculture: um nouvel instrument del'analyse geomorphologique.** Annales de Geographie. Paris, n. 423, 1968.
- MENDONÇA, F. Diagnóstico e Análise Ambiental de Microbacia Hidrográfica-Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. In: **RA'E GA O Espaço Geográfico em Análise.** Curitiba: UFPR, 1999.
- ATLAS AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE. Porto Alegre : Universidade, 1998.
- METROPLAN – Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional. Porto Alegre.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná SA. **Mineração Regularizada – Manual de Orientação.** Curitiba: MINEROPAR, 2003.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná SA. **Projeto Geotecnia – Região Metropolitana de Curitiba.** Mapeamento Geológico – Geotécnico nas Folhas COMEC A 100, A 103 e A 109 (parcial). Volume I. Curitiba: MINEROPAR, 1997. 62 p.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná SA. **Primeiros passos sobre a Geologia e a Mineração. Estado do Paraná.** Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia, Indústria e Comércio. Curitiba: 2ª ed. 1991. 33 p.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná SA. **Geologia de Planejamento. Mapeamento Geológico – Geotécnico na Região do Alto Iguaçu.** Volume I. Curitiba: MINEROPAR, 1994. 34 p.
- MOLD, Z. M., **Urbanização na Área Metropolitana de Porto Alegre: - Um Enfoque Espacial.** Monografia PROPUR – Programa de Pós – Graduação em Planejamento

- Urbano e Regional. Departamento de Urbanismo/ Faculdade de Arquitetura da UFRGS, Porto Alegre, 1973.
- MORETI, et al., **Projeto do Mapeamento da Utilização da Terra. Aerofotogrametria.** São Paulo : USP, Instituto de Geografia, 1989.
- NIR, D. Man, A. ***Geomorphological Agent –Introduction to Antropic Geomorphology.*** Jerusalém :The Hebrew University, 1983, 161p.
- OKA FIORI, C; CANALI, N.E. Mapeamento geomorfológico. In: **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná: Diagnóstico.** Curitiba: UFPR, 1998.
- OKA FIORI, C; CANALI, N.E. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. In: **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná: Diagnóstico.** Curitiba: UFPR, 1998.
- OKA FIORI, C; CANALI, N.E. Análise geomorfológica da área do Parque do Marumbi - Serra do Mar (PR). In: **Atas do III Simpósio Sul Brasileiro de Geologia.** Curitiba: Anais V.1.,1987.
- OLIVEIRA, C. de. **Curso de Cartografia Moderna.** Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- OLIVEIRA, I. C. E. **Estatuto da Cidade/ para compreender...** Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001.
- ORELLANA, M. M. P. A geomorfologia no contexto social. In: **Geografia e Planejamento.** São Paulo:IG/USP, n.34, 1981. p.1-25.
- PACHECO, A C.C.S. Elaboração de cartas de declividade: em área de relevo montanhoso. In: **II Simpósio Nacional de Geomorfologia.** Florianópolis :Anais V.14.,1998.
- PANDOLFO, A. M. C.; PENTEADO, A. F. A percepção dos moradores sobre o bairro Rio dos Sinos e a relação desta com a organização do espaço – São Leopoldo – RS. In : **XXV Encontro Estadual de Geografia.** Passo Fundo : Anais, 2005. 10 p.
- PEBAYLE, R. **Eleveurs et agriculteurs du Rio Grande do Sul.** Thèse de Doctorat. Université de Paris, 1974.
- PENTEADO, A. F. **Mapeamento das Cartas de Vulnerabilidade das bacias do rio Guaraqueçaba e do rio Serra Negra – PR.** Relatório Final PIBIC/ UFPR/ CNPq. Curitiba: UFPR, 2003. 91 p.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** Rio de Janeiro: IBGE. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. 1980. 180 p.

- PEREIRA, L. (Org.). **Urbanização e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1997. 189 p.
- PIRES, C. **A violência no Brasil**, São Paulo : Moderna, 1985.
- PIZZIO, A. T. Qualidade das águas no município de Porto Alegre. In : **Traços Geográficos**. Porto Alegre: EST, 2005. p. 66 – 70.
- PLANO DIRETOR da Região Hidrográfica do Guaíba. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
- PLANO DIRETOR do município de São Leopoldo. Lei nº 2133 de 1981.
- PROJETO MONALISA, São Leopoldo, 2005.
- PROJETO PLANAGUA/GTZ de Cooperação Técnica Brasil- Alemanha. **Rios e Córregos. Preservar – Conservar – Renaturalizar a recuperação de rios. Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental**. 1998.
- PROJETO RADAMBRASIL. Folha SH 22. Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 791 p.
- RAMBO, S. J. Pe. BALDUÍNO. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos, Coleção Fisionomia Gaúcha, 2005. 473 p.
- RAMOS, E. M. **Aspectos Geográficos e Geológicos da Região Metropolitana de Porto Alegre (Norte)**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 1975. 106 p.
- REDE DE ESTAÇÕES DE CLIMATOLOGIA URBANA DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório do município de São Leopoldo**. São Leopoldo, 2004. 14 p.
- REHBEIN, M. O. **Análise Ambiental Urbana: Vila Augusta/ Viamão/RS**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 172 p.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Coordenação e Planejamento. **Baía das todas as águas: Preservação e Gerenciamento Ambiental na bacia hidrográfica do Guaíba**. Porto Alegre: Secretaria Executiva do Pró Guaíba, 1998.
- ROCHE, J. **A colonização alemã e o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Globo, 1969.
- RODRIGUES, C. A urbanização da Metrópole sob a Perspectiva Geomorfológica: Tributo a Leituras Geográficas. In: CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. DE (Orgs.). **Geografias de São Paulo – Representação e Crise da Metrópole**, São Paulo: Contexto, 2004. p. 89 – 114.

- RODRIGUES, C. On Anthropogeomorphology. In: **Regional Conference on Geomorphology**. Rio de Janeiro: Anais., 1999.
- RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada ao Planejamento Físico Territorial Brasileiro**. Tese de Doutorado. São Paulo: USP – FFLCH, Departamento de Geografia, 1997.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1994.
- SANTOS, A. C.C.; SILVA, A. S. A importância do mapa de declividade em estudos ambientais. In: **VI Simpósio de Geografia Física Aplicada**. Goiânia: Anais... v.1., 1995.
- SANTOS, I. **Proposta de mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Palmital, R.M.C.** Monografia. Curitiba : UFPR, 1997.
- SANTOS, M. **Por uma outra globalização. Do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 12ª ed., 2005. 174 p.
- SANTOS, M. **A redescoberta da Natureza**. São Paulo: Hucitec, 1992.
- SANTOS, M., SILVEIRA, M. L. **O Brasil. Território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro . São Paulo : Record, 2001.
- SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SECRETARIA DAS OBRAS PÚBLICAS E SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL. **Cartilha da Região Metropolitana**. Porto Alegre: 1999. 33 p.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental**. Lei complementar 434/99. Porto Alegre: 1999. 165 p.
- SELBY, M. J. **Earth's Changing Surface**. Ed. Cleredon Press, 1985.
- SEMMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Subsídios para o Diagnóstico Técnico sobre o município de São Leopoldo. Primeira etapa do Plano Diretor. Aspectos Ambientais**. São Leopoldo: SEMMAM, 2006. 59 p.
- SILVEIRA, AL.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/ABRH. 2ª ed., 1997.

- SIMAO, A. J.; CARVALHO, M. M. R. **Aplicação de Modelos Digitais do Terreno ao Estudo Físico do Território**. Disponível:
<http://www.fatorgis.com.br/artigos/gis/mdt/mdt.htm>. Acesso : 24/06/2001.
- SINGER, P. **Dinâmica Populacional e Desenvolvimento : o papel do crescimento populacional no desenvolvimento econômico**. São Paulo: Hucitec, 3 ed., 1980.
- SINGER, P. **Desenvolvimento econômico e evolução Urbana: análise da evolução econômica de São Paulo, Blumenau, Porto Alegre, Belo Horizonte e Recife**. São Paulo: Nacional, 2ª ed., 1977.
- SLOCOMBE, D. S. **Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environmental and development**. Environmental Management, 1993.
- SMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Porto Alegre. **Programa de Áreas de Risco. Preservando a vida e a natureza**. Porto Alegre: 2004. 23 p.
- SOUZA, C. F.; MULLER, D. M. **Porto Alegre e sua evolução urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997. 127 p.
- SOUZA, A. P. Potencial erosivo das precipitações – Uma contribuição Metodológica. In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Santa Maria : UFSM, 2004.
- SOUZA, M. L. de; **Mudar a cidade – Uma introdução crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3ª ed. revisada, 2004. 560 p.
- SUGUIO, K. **Rochas Sedimentares. Propriedades – Gênese – Importância Econômica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- TEIXEIRA, M. B.(Org.). **Plano Ambiental de São Leopoldo**. Porto Alegre: MCT, Vol. 1-3, 2002.
- TEIXEIRA, R. **O uso de SIG's para zoneamento: uma abordagem metodológica**. São Paulo: FFLCH/USP, 1990.
- THOMAS F. A.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. 1976. Aplicação do Método Rb/Sr na datação de rochas sedimentares argilosas da Bacia do Paraná. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**. Ouro Preto: Anais..., v. 2, 1976. p. 290-302.
- TOY, T.; HADLEY, R. F. **Geomorphology and Reclamation of Disturbed Lands**. London: Academic Press Inc, 1987.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

- TUCCI, C. E. M. ; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de (Orgs.). **Drenagem Urbana.** ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 428 p.
- UNIVERSIDADE DA ÁGUA. **Classificação das águas brasileiras.** Disponível : <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=default.asp> Acessado : 20/06/2006
- UFRGS – CIGO – **Centro de Investigação do Gondwana. Geologia do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Michael Holz e Luiz Fernando De Ros editores. 2000. 444 p.
- VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs.) **Rio Grande do Sul. Paisagens e Territórios em Transformação.** Porto Alegre: UFRGS, 2004. 319 p.
- VEEVERS, J. J. Pangea: evolution of a supercontinent and its consequences for Earth's paleoclimate and sedimentary environments. In : KLEIN, G. D. (ed), **Pangea: paleoclimate, tectonics, and sedimentation during accretion, zenith, and breakup of a supercontinent.** Geological Society of America. Colorado: GSA Special Papers Series, 1994. p. 13 – 24.
- VENTURINI, L. A. B. Os diferentes significados do relevo no ensino da Geomorfologia. In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia. I Encontro Sul – Americano de Geomorfologia.** Santa Maria: UFSM, 2004. 10 p.
- VIEIRA, E. F. **Rio Grande do Sul Geografia e População.** Porto Alegre: Sagra, 1985. 189 p.
- VIEIRA, E. F. **Rio Grande do Sul Geografia Física e Vegetação.** Porto Alegre: Sagra, 1984.
- VITTE, A. C; GUERRA, A. J. T. (ORG.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- ZALÁN, P. V. Influence of Pre- Andean orogenies on the Paleozoic intracratonic basins of South America. In: **IV Simpósio Bolivariano: exploración petrolera en las cuencas subandinas.** Bogotá: Memórias..., v.1, trab. 7. 1991.
- XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Caderno de Resumos e Anais. Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2005.

ANEXOS

Cronograma de Implementação do Parque do Morro do Paula

ATIVIDADE	RESPONSÁVEL	PRAZO	OBSERVAÇÕES
Audiência Pública sobre o cronograma de implantação do Projeto do Parque Morro do Paula	SEMMAM - GP	17/09/05	
Definição dos limites territoriais entre os municípios : São Leopoldo, Novo Hamburgo, Gravataí e Sapucaia do Sul	GT do Morro	dez/05	
Realização de Audiência Pública Regional sobre a proposta de constituição da APA DOS MORROS	GT do Morro	dez/05	
Concretização do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta entre as partes envolvidas no Morro do Paula	GT do Morro	dez/05	Definição do plano de extração mineral/ estabelecimento do prazo final da extração na área do Morro do Paula
Execução do Diagnóstico sócio - econômico dos Moradores do Morro do Paula	GT do Morro	Jan/06 a mar/06	
Execução do Plano altimétrico da área do parque	SEMMAM	Jan/06 a mar/06	
Levantamento da cobertura vegetal da área do parque	SEMMAM	Abril/06 a jun/06	
Elaboração do projeto executivo / arquitetônico	SEMMAM	jul/06 a dez/06	
Processo de Licenciamento Ambiental (LP e LI) de recuperação de áreas degradadas para fins de implementação do projeto Parque do Morro do Paula	SEMMAM/ FEPAM	jan/07 a jun/07	
Início da implantação do projeto do Parque Morro do Paula - 1ª Etapa	SEMMAM	jul/07 a dez/08	
2ª	SEMMAM	jan/09 a dez/12	
3ª	SEMMAM	jan/13 a dez/16	

Fonte : SEMMAM, 2005.

Capítulo III
do Plano Diretor

Art. 39 A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas no art. 2º desta Lei.

Art. 40 O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

§ 1º O plano diretor é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e prioridades nele contidas.

§ 2º O plano diretor deverá englobar o território do Município como um todo.

§ 3º A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos.

§ 4º No processo de elaboração do plano diretor e na fiscalização de sua implementação, os Poderes Legislativo e Executivo municipais garantirão :

I – a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade;

II – a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos;

III – o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos.

5º (VETADO)

Art. 41. O plano diretor é obrigatório para as cidades :

I – com mais de vinte mil habitantes;

II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;

III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal;

IV – integrantes de áreas especiais de interesse turístico;

V inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional e nacional.

§ 1º No caso da realização de empreendimentos ou atividades enquadrados no inciso V do caput, os recursos técnicos e financeiros para a elaboração do plano diretor estarão inseridos entre as medidas de compensação adotadas.

§ 2º No caso de cidades com mais de quinhentos habitantes, deverá ser elaborado um plano de transporte urbano integrado, compatível com o plano diretor ou nele inserido.

Art. 42 O plano diretor deverá conter no mínimo:

I – a delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência de infra-estrutura e de demanda para a utilização, na forma de art. 5º desta Lei.

II – disposições requeridas pelos art. 25, 28, 29, 32 e 35 desta Lei;

III – sistema de acompanhamento e controle.

Zonas do município de São Leopoldo Lei 2133/1981. (recorte para a área de estudo).

Zona Industrial I : Média indústria. A indústria cuja área construída seja superior a 200 metros quadrados, mas que apresente as mesmas características da pequena indústria ou aquelas que, mesmo com área construída inferior a 200 metros quadrados, por suas características, tenha mais de 20 operários e que possa prejudicar a segurança, o sossego e a saúde da vizinhança.

Zona Industrial II: Grande Indústria. A indústria cuja área construída seja superior a 200 metros quadrados e que, por suas características, ocasione demasiado movimento de pessoas e veículos ou prejudique a segurança, o sossego e a saúde da vizinhança, ou aquela que, com qualquer área construída determine ruídos, trepidações, poluição dos cursos d'água ou que, de um modo geral seja ou venha a ser prejudicial à saúde pública.

Zona Residencial I : Residencial Unifamiliar. Edificações destinadas ao uso de uma família ou habitação unifamiliar, correspondente a uma habitação por lote mínimo de 300 metros quadrados, ressalvados os terrenos existentes com menor área, na data de promulgação desta lei.

Zona Residencial II : Residencial Multifamiliar. Edificações destinadas ao uso de mais de uma família, em residências dispostas horizontalmente, com espaços e instalações comuns às habitações do conjunto residencial, os quais podem se caracterizar como:

a) conjunto compreendido até seis unidades. Deve corresponder à cota ideal de terreno igual ou superior a 225 metros quadrados por unidade, e serviços de espaços de utilização comum, destinados ao lazer, compreendendo no mínimo, 15% da área do conjunto.

b) Conjunto formado por mais de seis unidades. Deve corresponder à cota ideal do terreno igual ou superior a 200 metros quadrados por unidade, e serviços de espaços de utilização comum, destinados ao lazer, correspondendo, no mínimo, 22% da área total do conjunto.

Zona Residencial III: Residencial Multifamiliar. Edificações destinadas ao uso de mais de uma família, em residências agrupadas verticalmente. Devem ser satisfeitas as exigências quanto à cota ideal do terreno por unidade, segundo a zona.

Zona Comercial II: Comércio varejista. Estabelecimentos de venda direta ao consumidor de bens duráveis ou gêneros alimentícios, de aquisição periódica, como: bares, cafés e lancherias; restaurantes; confeitarias e bomboniéres, supermercados e centros comerciais; livrarias e papelarias; farmácias; drograrias e perfumarias; artigos de couro e vestuário; tabacarias e bazares; lojas de ferragem e materiais de construção, etc.

Zonas Especiais: Reservas naturais, parques e campings; praças e centros esportivos e recreativos; centro administrativo; estabelecimentos institucionais – à exceção das escolas; instituições para menores, asilos e sanatórios; cemitérios; extração de minerais metálicos ou não e similares.

Zonas do município de Sapucaia do Sul. (recorte para a área de estudo).

Zona de Uso Diversificado : As indústrias não terão necessidade de uso de métodos especiais de controle. São atividades que compatibilizam com meio urbano ou rural, não ocasionando qualquer gravame para a saúde, o bem-estar e a segurança das populações.



Foto 23 : Sr. João Carvalho, líder comunitário do Morro do Paula.
Fonte : Adriana Penteado, 01/2006



Foto 24 : Parte da equipe do Projeto Monalisa em campo.
(eu, a segunda da esquerda para a direita)
Fonte : SEMMAM, 2005.

REPORTAGENS

A IMPORTÂNCIA DOS BANHADOS

SINOS PEDE SOCORRO E LIMPEZA URGENTE

CURSO DE PRESERVAÇÃO DE NASCENTES SE INICIA NA ACIS

VAMOS CUIDAR DE SÃO LEOPOLDO

MONALISA ESCLARECE POLUIÇÃO DO ARROIO KRUZE

PEIXES MORTOS E CANOS A MOSTRA NO ARROIO KRUZE

DESMATAMENTO POLÊMICO

MORRO DO PAULA ESTÁ SEM ÁGUA HÁ UMA SEMANA
ÁREA LIMPA PARA RECEBER PARQUE ECOLÓGICO EM SÃO LEOPOLDO

SEMPRE O MORRO

UPAN DIZ QUE INVESTIMENTO NO MORRO DO PAULA INFRINGE LEI