

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS**

**ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO
GEOAMBIENTAL PARA O PERÍMETRO URBANO
DE SANTA MARIA - RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ana Paula Dal'Asta

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO
GEOAMBIENTAL PARA O PERÍMETRO URBANO
DE SANTA MARIA - RS**

por

Ana Paula Dal'Asta

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, Área de Concentração em Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia.**

Orientador: Prof. Carlos Alberto da Fonseca Pires

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO
GEOAMBIENTAL PARA O PERÍMETRO URBANO
DE SANTA MARIA - RS**

elaborada por
Ana Paula Dal'Asta

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Carlos Alberto da Fonseca Pires, Dr.
(Presidente/Orientador)

Rinaldo José Barbosa Pinheiro, Dr. (UFSM)

Pedro Roberto de Azambuja Madruga, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 29 de setembro de 2009.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho as pessoas mais importantes
da minha vida: meu pai Eloi, minha mãe Mariali
e meu irmão Marcos...*

AGRADECIMENTOS

Todo trabalho de pesquisa, por mais que seja um percurso particular, nunca é solitário, mas socialmente construído. Neste momento, manifesto meu reconhecimento e gratidão aos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização desta pesquisa, em especial:

- ❖ A Deus, pela constante companhia e proteção;
 - ❖ Aos meus pais Eloi e Mariali, e ao meu irmão Marcos, pelo incansável apoio, atenção e presença em todos os momentos, e acima de tudo, pelo esforço despendido para que pudesse realizar este mestrado e pela compreensão nos momentos de ausência;
 - ❖ A Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realizar este mestrado em uma instituição pública e de qualidade;
 - ❖ Ao professor Carlos Alberto da Fonseca Pires, não só pela orientação deste trabalho, mas, sobretudo pelos ensinamentos, amizade, oportunidades e exemplo profissional;
 - ❖ Aos professores Rinaldo Pinheiro e Pedro Roberto de Azambuja Madruga, pela disponibilidade em analisar este trabalho e pelas valiosas contribuições;
 - ❖ A Tiago Steckel Retore, pela compreensão, carinho, amizade e paciência;
 - ❖ As amigas Elisabete e Bernadete Weber Reckziegel, Débora Baratto e Aline Trentin, pela constância da amizade e convívio, paciência, apoio e motivação em todos os momentos;
 - ❖ A Ana Cláudia e Dionara De Nardin, pelas contribuições, confidências, desabafos e risadas;
 - ❖ Aos colegas de mestrado, pelas experiências compartilhadas;
 - ❖ Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, por este período de aprendizado e pela amizade cultivada;
 - ❖ Ao REUNI, pelo auxílio financeiro;
- Enfim, a todos que estiveram presente em algum momento desta caminhada,

Muito obrigada!

É melhor tentar e falhar, que se preocupar a ver a vida passar. É melhor tentar, ainda que em vão, que se sentir fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver.

Martin Luther King

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências
Universidade Federal de Santa Maria

ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL PARA O PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA - RS

AUTORA: ANA PAULA DAL'ASTA

ORIENTADOR: CARLOS ALBERTO DA FONSECA PIRES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de setembro de 2009.

As atividades humanas, em sua diversidade, repercutem no ambiente, provocando profundas alterações na paisagem natural, que podem refletir num quadro de degradação ambiental, com perda da qualidade de vida, especialmente nos ambientes urbanos. Sendo assim, a análise ambiental ultrapassa os limites do entendimento do quadro natural ou do quadro humano, mas sim a integração entre sociedade e natureza, a partir do entendimento dos processos que se desencadeiam no espaço como um todo, com vistas a identificação de potencialidades e fragilidades. Buscando contemplar essa perspectiva, a presente pesquisa tem por objetivo a caracterização geoambiental da paisagem, através da elaboração de zoneamento geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria, Rio Grande do Sul. O perímetro urbano, cujos limites foram definidos pela municipalidade, possui uma área de 13.092 ha e engloba as áreas urbanas e as de possível urbanização. A pesquisa foi desenvolvida tendo como referencial teórico a análise sistêmica, utilizando-se da paisagem como categoria de análise, e como instrumental metodológico a utilização de geotecnologias, especialmente de SIG. O tratamento metodológico tem como base a proposta metodológica desenvolvida pelo LAGEOLAM/UFSM, com algumas adaptações. Os atributos utilizados na análise geoambiental compreendem as características climáticas, o substrato geológico, a hidrologia, a geomorfologia, as feições superficiais e o uso e ocupação do solo. A espacialização destes componentes da paisagem, exceto as informações climáticas, através da elaboração de mapas temáticos, e a posterior integração, por meio de uma representação de síntese, foi realizada no software Spring 4.3.3, que permitiu a manipulação de dados de diferentes fontes. Como produto final estabeleceu-se uma hierarquia composta por nove unidades geoambientais, seis subunidades e quatro feições, identificando características potenciais e limitantes para cada área. De modo geral, as maiores limitações estão associadas às planícies aluviais, Unidade Vacacaí – Vacacaí Mirim, e as altas declividades na Unidade Campestre Menino Deus onde a vegetação nativa mantém-se preservada. As áreas de maior fragilidade definidas pela ocorrência de processos erosivos em ravinas e voçorocas, estão associadas as Unidades Nova Santa Marta e Passo das Tropas. Conclui-se que, a elaboração do zoneamento geoambiental, através do estudo integrado da paisagem, constitui numa importante ferramenta no gerenciamento dos recursos da área.

Palavras – chaves: Zoneamento Geoambiental; Análise Sistêmica; Paisagem; Santa Maria

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências
Universidade Federal de Santa Maria

ESTABLISHMENT OF ZONING GEOENVIRONMENTAL FOR URBAN PERIMETER OF SANTA MARIA- RS

AUTORA: ANA PAULA DAL'ASTA

ORIENTADOR: CARLOS ALBERTO DA FONSECA PIRES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de setembro de 2009.

Human activities, in their diversity, it impact on the environment, causing profound changes in the natural landscape, which may reflect a framework of environmental degradation and loss of quality of life, especially in urban environments. Therefore, the environmental analysis beyond the limits of understanding of the natural or human framework, but the integration between society and nature, from the understanding of the processes that are triggered in space as a whole, with a view to identifying strengths and weaknesses. To contemplate this prospect, this research aims to environmental characterization of the landscape, through the development of geoenvironmental zoning of the urban area of Santa Maria, Rio Grande do Sul. The urban area, whose boundaries were defined by the municipality, has an area of 13,092 ha and includes the urban areas and the possible development. The research was undertaken with a theoretical framework for systemic analysis, using the landscape as a category of analysis, and methodological tools such as the use of geo, especially of GIS. The treatment methodology is based on the methodological approach developed by LAGEOLAM / UFSM, with some adjustments. The attributes used to geoenvironmental analysis are the climatic characteristics, the geological substrate, hydrology, geomorphology, surface features and the use and occupation soil. The spatial distribution of landscape components, except the weather information, the creation of thematic maps, and further integration, through a representation of synthesis was conducted in Spring 4.3.3 software, which allowed the manipulation of data from different sources. As a final product was established with a hierarchy composed of nine geo-environmental units; six units and four features, identifying and limiting potential characteristics for each area. In general, the major limitations are associated flood plains Unit Vacacaí – Vacacaí Mirim and the steep slopes in the Unit Campestre Menino Deus where the native vegetation has been preserved. The areas of greatest weakness defined by the occurrence of erosion in gullies, are associated with the Units Nova Santa Marta and Passo das Tropas. It is concluded that the development of Geo-environmental zoning, through the integrated study of the landscape, is an important tool in managing the resources of the area.

Keys - words: Zoning Geoenvironmental, Systemic Analysis, Landscape; Santa Maria

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das formas de relevo	56
Tabela 2 - Frequência das classes de comprimento de rampa.....	94
Tabela 3 - Distribuição da População de Santa Maria-RS de 1950 a 1990.	126

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do município de Santa Maria no contexto estadual.....	19
Figura 2 - Unidades de Vizinhança (Bairros) do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS.....	20
Figura 3 - Fluxograma metodológico.....	49
Figura 4 - Esquema ilustrativo dos diferentes níveis de informação utilizados na compartimentação geoambiental da área de estudo.....	60
Figura 5 - Precipitações anuais em Santa Maria – Período 1913 – 2000.....	62
Quadro 1 - Histórico de ocorrência de El Niño e La Niña no período de 1913 a 2000.....	64
Figura 6 - Distribuição das precipitações por meses do ano.....	65
Quadro 2 - Coluna Estratigráfica do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	69
Figura 7 - Mapa geológico do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	70
Figura 8 - Rede hidrográfica do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	78
Quadro 3 - Parâmetros morfométricos analisados nas bacias inseridas na área de estudo.....	80
Figura 9 - Intervenções estruturais no Arroio Cadena: A) <i>Canalização fechada do Arroio Itaimbé (Centro). Na área localizada junto ao parque, o canal do referido Arroio foi transformado em passeio público; B) Processo de erosão de margem e alargamento do canal no trecho retificado do Arroio Cadena, na Vila Oliveira. Observa-se, na margem côncava ou de erosão, cicatrizes de escorregamento e depósitos de lixo.....</i>	83
Figura 10 - Alguns tipos de intervenções na rede hídrica da área urbana de Santa Maria. A) <i>Canalização em galeria de concreto fechada (indicação seta), Arroio Sanga da Aldeia; B) Canalização aberta – Arroio Sanga do Hospital; C) Impermeabilização da nascente do Arroio Sanga da Aldeia, no centro de Santa Maria; D) Detalhe da recomposição na margem do Arroio Cadena, com a colocação de gabião nas margens.....</i>	84

Figura 11 - Exemplo de segmentos de canais sem obras estruturais. Ambas as figuras retratam situações no Arroio Sanga do Hospital e representam segmentos com obras estruturais a montante e/ou a jusante. <i>A) Na margem esquerda a erosão de margem, e a possibilidade de inundação, colocam em risco a residência, localizada muito próxima ao canal; na margem esquerda um muro protege o terreno. Presença de bambu e de lixo e esgoto no canal. B) Segmento de canal com erosão de margem comprometendo residência. Na margem de erosão têm-se depósitos de restos da construção civil.</i>	85
Figura 12 - Bomba de captação de água para a rizicultura, no Arroio Vacacaí Mirim.	86
Figura 13 - Modelo Digital de Elevação do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	89
Figura 14 - Mapa Clinográfico do Perímetro Urbano de Santa Maria.	91
Figura 15 - Distribuição das classes de declividade no perímetro urbano de Santa Maria.....	91
Quadro 4 - Síntese das principais características das Unidades de Relevo	95
Figura 16 - Compartimentação do relevo do Perímetro Urbano de Santa Maria. .	98
Figura 17 - Feições superficiais marcantes do Perímetro Urbano de Santa Maria	100
Figura 18 - Processo erosivo desencadeado pela exposição de rochas lamíticas.	102
Figura 19 - Processo erosivo desenvolvendo ravina na meia encosta, com várias ramificações.....	103
Figura 20 - Feições associadas a extração de brita junto aos morros, na porção norte.....	104
Figura 21 - Áreas de extração de argila para a indústria oleira. <i>A) Alterações na topografia devido a atividade mineira: cavas, canais artificiais e cavas abandonadas com acúmulo de água; B) Olaria e depósito de material estéril; C) Perfil dos depósitos de material estéril.</i>	107

Figura 22 – Lavras de material de empréstimo: A) <i>Área inativa (indicada pela seta), localizada na Nova Santa Marta; B) Área ativa próxima ao Distrito Industrial.</i>	108
Figura 23 - Perfil Geocológico da cidade de Santa Maria.....	110
Figura 24 – Subunidade de Morros. A) <i>Morro do Linck; B) Morro Cechela e outros morros localizados a leste da Barragem do DNOS.</i>	111
Figura 25 - Subunidade Morrotes.....	113
Figura 26 - Colinas situadas na porção noroeste do Perímetro Urbano de Santa Maria, com processos erosivos associados a rede de drenagem.....	114
Figura 27- Morfologia das colinas de arenito e silito.	115
Figura 28- Morfologia suave da subunidade colinas de lamito e arenito. Ao fundo Morro Cerrito e os morros da Serra.	116
Figura 29 - Planície aluvial do Arroio Ferrera.	117
Figura 30 - Em primeiro plano a planície aluvial do Arroio Cadena, e, ao fundo num nível topográfico mais elevado, terraço fluvial associado ao Arroio Cadena.	117
Quadro 5 - Síntese das informações geomorfológicas da área de estudo.	118
Figura 31 - Compartimentação Geomorfológica do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	119
Figura 32- Expansão urbana de Santa Maria.....	123
Figura 33 - Vista panorâmica tomada de leste para oeste. Em primeiro plano o Bairro Camobi e a RST 287 e Avenida Prefeito Evandro Behr (RS 509). Ao fundo os morros testemunhos, os morros da Serra e o núcleo central da cidade de Santa Maria. Observa-se, os vazios urbanos que impedem a ocupação contínua do espaço.....	125
Figura 34 - Vetores principais de crescimento da cidade de Santa Maria.....	127
Figura 35 - Mapa de Densidade Demográfica para o Perímetro Urbano de Santa Maria.....	129
Quadro 6 - Distribuição das áreas e porcentagem por tipo de uso do solo.	130

Figura 36 – Uso e ocupação e cobertura vegetal do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	131
Figura 37 - Detalhe do centro urbano visto de leste para oeste.	132
Figura 38 - Áreas com ocupação adensada. <i>A) Em primeiro plano, ocupação adensada no entorno do centro; B) Conjuntos residenciais Morada do Parque I e II, localizados entre as Vilas Jóquei Clube Caramelo, no Bairro Santa Marta; C) Residencial Arco Verde, Boi Morto.</i>	135
Figura 39 - Ocupação na porção oeste. Contornando as áreas adensadas ocorrem áreas de pouco adensamento, como o setor oeste do Parque Residencial Pinheiro Machado e as Vilas Ecologia e São Serafim. No canto superior esquerdo, o Distrito Industrial e colado a Cohab Tancredo Neves o Loteamento Cipriano da Rocha, em fase de implementação.	138
Figura 40 - Vegetação arbórea nativa. <i>A) Vegetação associada a Floresta Estacional Decidual nas áreas íngremes; B) Em primeiro plano lavoura de soja e ao fundo, vegetação ciliar associada a um afluente do Arroio Passo das Tropas, na porção sul.</i>	142
Figura 41 - Área de campo localizada na porção sudeste.....	143
Figura 42 - Áreas com uso agrícola. <i>A) Lavoura de soja - Bairro Camobi; B) Pequena lavoura com cultivo de milho e área para criação de gado – Porção oeste; C) Área destinada ao cultivo de arroz, com pastagem para o gado – Arroio Ferrera.</i>	144
Quadro 7 - Síntese da compartimentação Geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria	148
Figura 43 - Compartimentação Geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria.....	162

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Apresentação da área de estudo.....	18

CAPÍTULO II

2. REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1. ABORDAGEM SISTÊMICA COMO SUPORTE A ANÁLISE GEOGRÁFICA INTEGRADA.....	23
2.2. A PAISAGEM COMO UMA CATEGORIA DE ANÁLISE GEOGRÁFICA.....	26
2.3. O ESPAÇO URBANO.....	32
2.3.1. Urbanização: algumas considerações	34
2.4. GEOMORFOLOGIA E CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA	37
2.4. CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL.....	41

CAPÍTULO III

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	46
<i>Procedimentos teóricos - metodológicos.....</i>	46
<i>Procedimentos técnicos – operacionais.....</i>	49

CAPÍTULO IV

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	61
4.1. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	61

4.2. ANÁLISE DA ESTRUTURA GEOLÓGICA	68
4.3. ANÁLISE DA REDE DE DRENAGEM	77
4.3.1. Rede hídrica do Perímetro Urbano de Santa Maria: principais intervenções antrópicas	80
4.3. ANÁLISE DO RELEVO	88
4.3.1. Altimetria	88
4.3.2. Declividade.....	90
4.3.3. Comprimento de rampa.....	93
4.3.4. Formas de relevo	94
4.3.5. Compartimentação do relevo: Mapa de Unidades do Relevo	95
4.4. ANÁLISE DAS FEIÇÕES SUPERFICIAIS MARCANTES	99
4.4.1. Feições erosivas: Ravinas e Voçorocas.....	99
4.4.2. Feições do Modelado Antrópico: Pedreiras, Olarias e Áreas de Material de Empréstimo	103
4.6. ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA.....	110
4.6. OCUPAÇÃO E FORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO SANTAMARIENSE.....	120
4.6.2. CARACTERÍSTICAS DO USO E OCUPAÇÃO DO PERÍMETRO URBANO.....	128

CAPÍTULO V

5. ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL	147
----------------------------------	-----

CAPÍTULO VI

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	163
---	-----

CAPÍTULO VII

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166
-------------------------------------	-----

1. Introdução

A ação humana é cada vez mais significativa no ambiente, impondo profundas alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso que aquele que normalmente a natureza imprime. Sendo assim, a análise ambiental ultrapassa os limites do entendimento do quadro natural ou do quadro humano, mas sim a integração entre sociedade e natureza, a partir do entendimento dos processos que se desencadeiam no espaço como um todo. Gregoriev (1968, apud ROSS, 2003) define esse quadro, onde se estabelecem as relações espaciais em sua totalidade, como sendo o “Estrato geográfico”, o qual corresponde a uma estreita faixa claramente delimitada entre a parte superior da litosfera e a baixa atmosfera. “É esse espaço o palco onde as sociedades humanas se organizam, se reproduzem e promovem grandes mudanças na natureza” (ROSS, 2005, p. 15).

Ao se apropriar do espaço, o homem, enquanto ser social, transforma-o numa forma adaptada as suas próprias necessidades, construindo e reordenando os espaços físicos, através da implantação de cidades, estradas, atividades agrícolas, instalações de barragens, retificações de canais, entre outras (ROSS, 2003). Ele é componente/sujeito das transformações, atuando, ativamente, através da técnica, na modificação da natureza, o que nem sempre ocorre de forma harmônica com os recursos naturais.

Sendo assim, devido a um sistema predatório de exploração dos recursos, os sistemas ambientais naturais encontram-se em intenso processo de deterioração, e, conseqüentemente, perda da qualidade de vida. Este cenário é mais alarmante nos centros urbanos, onde a expansão da malha urbana associada a segregação sócio-espacial na sociedade capitalista, impulsionaram a ocupação desordenada de áreas impróprias ao uso urbano. Nesse sentido, Mota (2003, p. 18) coloca que, um traço marcante da urbanização brasileira contemporânea é seu caráter espontâneo e anárquico, na qual “as cidades crescem de forma caótica, exigindo ações posteriores de ordenamento no que tange à dotação de equipamentos básicos”.

A cidade de Santa Maria reflete bem esse quadro, uma vez que seu crescimento esteve condicionado aos interesses especulatórios, resultando na incorporação, ao espaço urbano, de áreas desfavoráveis a ocupação, e o desencadeamento de uma série de problemas ambientais. Em face disso, conforme afirma Gandolfi (1999), torna-se de primordial importância o conhecimento das potencialidades e limitações do meio físico natural, pois são, principalmente, estas que orientarão as formas adequadas de uso e ocupação, constituindo-se em bases sólidas do planejamento territorial, visando o desenvolvimento equilibrado do espaço, quando analisado sob a ótica ambiental.

A abordagem geoambiental, através da elaboração de zoneamentos, contempla essa perspectiva, uma vez que parte da identificação de unidades geoambientais (Unidades de Paisagem), por meio dos aspectos que as caracterizam interiormente e as diferenciam do seu entorno, para, então, estabelecer potencialidades e restrições de cada unidade homogênea (DE NARDIN, 2007). Constitui, assim, uma linha de investigação que adota a paisagem como eixo fundamental de sua base metodológica (ROMERO; JIMENEZ, 2002), fornecendo subsídios para a compreensão das relações espaciais em sua totalidade.

A utilização da paisagem, conforme Romero; Jimenez (2002), na análise ambiental a partir de estudos integrados, se explica pelo fato de que é em essência sintética e, portanto integral, compreendida como um mosaico dos fenômenos da superfície terrestre. Segundo Ross (1995), a pesquisa ambiental na geografia tem como objetivo entender as relações das sociedades humanas de um determinado território (espaço físico) com a natureza, dentro de uma perspectiva dinâmica quanto aos aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais.

A Geografia, com suas “grandes possibilidades potenciais de focar em conjunto o estudo dos fenômenos naturais e sociais, habilita-se a oferecer as orientações científicas principais dos estudos ambientais” (CASSETI, 1991, p. 28). Estes estudos, com o crescimento e difusão das geotecnologias, dispõem de um novo aporte instrumental, permitindo aliar à análise teórica a manipulação de uma maior quantidade de variáveis, bem como promover a integração de dados, provenientes de diversas fontes, possibilitando realizar a projeção de cenários futuros.

Sendo assim, buscando contemplar a análise integrada dos sistemas ambientais naturais e humanos, a presente pesquisa tem por objetivo central a caracterização geoambiental da paisagem, através da elaboração do Zoneamento Geoambiental para o Perímetro Urbano de Santa Maria. Para tanto, torna-se necessário caracterizar a paisagem quanto a seus aspectos naturais e antrópicos; construir um banco de dados, em ambiente dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), identificando e espacializando estes aspectos, para, através da integração, definir o zoneamento da paisagem da área de estudo.

Nesse sentido, a presente pesquisa enfatiza o estudo do espaço urbano, delimitando para o desenvolvimento do trabalho de pesquisa e análise, o recorte espacial do Perímetro Urbano de Santa Maria, cujos limites são definidos pela municipalidade e engloba tanto as áreas urbanizadas como as de expansão urbana, as quais são condicionadas às leis de uso urbano. Ressalta-se que, as pesquisas que adotam o espaço urbano de Santa Maria como unidade de análise são muitas, e o analisam sob os mais diversos enfoques. Na área de Geociências, os estudos, geralmente, abordam os aspectos físicos ou os humanos e quando realizam a análise integrada destes, adotam algum bairro, a área central ou alguma bacia hidrográfica.

Desta forma, a elaboração de um Zoneamento Geoambiental para o Perímetro Urbano de Santa Maria torna-se importante pela possibilidade de fornecer subsídios ao poder público na definição de prioridades que orientem o uso e ocupação adequados do solo, não só nas áreas urbanizadas, mas também nas áreas de expansão urbana previstas no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Santa Maria – PDDUA. Convém mencionar que, o município de Santa Maria apresenta uma população predominantemente urbana, sendo que o crescimento da taxa de urbanização do município nas últimas décadas impôs, e ainda impõem, uma grande transformação nos ambientes urbano e rural.

1.1. Apresentação da área de estudo

O município de Santa Maria localiza-se na porção central do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 178.000 ha, conforme a Figura 1. Ao norte limita-se com os municípios de São Martinho da Serra, Itaara, Júlio de Castilhos e Silveira Martins; a leste, com Restinga Seca; ao sul, com Formigueiro, São Sepé e

parte do município de São Gabriel; e a oeste, faz fronteira com parte do município de São Gabriel e os municípios de Dilermando de Aguiar e São Pedro do Sul.



Figura 1 - Localização do município de Santa Maria no contexto estadual.

A população gira em torno dos 270.000 habitantes, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano base 2007, e densidade populacional de 131,51 hab/km². Desse total, cerca 248.490 habitantes residem na área urbana, correspondendo a 96 % da população.

No contexto regional, Santa Maria, a quinta maior cidade do Estado, se destaca pelo seu forte setor terciário, base de sua economia, especialmente nos setores de prestação de serviços e comércio.

A área municipal compõe-se de dez distritos denominados: Sede Municipal – 1.º Distrito; São Valentim – 2.º Distrito; Pains – 3.º Distrito; Arroio Grande – 4.º Distrito; Arroio do Só – 5.º Distrito; Passo do Verde – 6.º Distrito; Boca do Monte – 7.º Distrito; Palma – 8.º Distrito; Santa Flora – 9.º Distrito e, Santo Antônio – 10.º Distrito.

O 1º Distrito ou Distrito Sede corresponde ao Perímetro Urbano de Santa Maria, objeto de estudo da presente pesquisa, e administrativamente está dividido em oito Regiões Administrativas ou áreas básicas de planejamento, compreendendo 40 bairros ou Unidades de Vizinhança (Figura 2), conforme denominações utilizadas na Lei Complementar nº 042/2006.

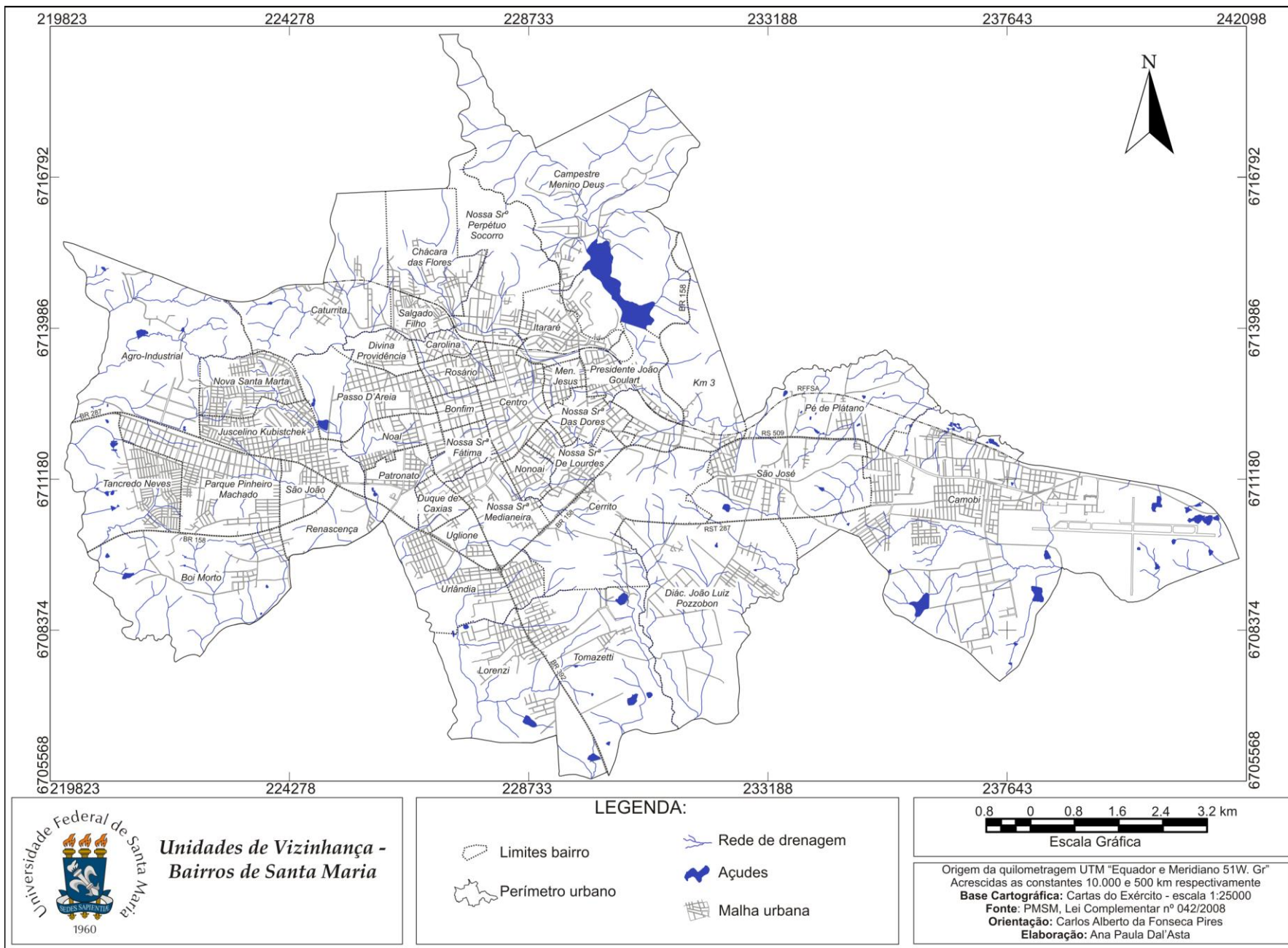


Figura 2 - Unidades de Vizinhaça (Bairros) do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS.

A área correspondente ao Perímetro Urbano de Santa Maria, cerca de 13.000 ha, caracteriza-se pelos contrastes na paisagem, que a tornam única. Possui, conforme Marchiori (2000, p. 40) “um valioso patrimônio natural na paisagem que cerca a cidade e constitui sua belíssima moldura: a seqüência de morros recobertos de florestas naturais, que delimitam visualmente, e com grande efeito plástico, um anfiteatro aberto, apenas nos seus lados oeste e sudoeste”.

Robert Avé-Lallemant, em *A viagem pela Província do Rio Grande do Sul*, no ano de 1858, faz referência à deslumbrante vista que se descortina desde os morros:

Da crista da serra goza-se maravilhosa vista. Sobre belos vales e desfiladeiros, descortina-se a aprazível Santa Maria e, mais ao longe, através dos imensos campos da Província, cujas ondulações, vistas do alto, quase desaparecem e se transformam numa planície aparentemente perfeita, em que se alternam os pastos e a mata.(AVÉ-LALLEMANT apud MARCHIORI, 2004, p. 90).

Esse relato, embora passado mais de 150 anos, descreve perfeitamente Santa Maria e seus arredores, quanto a geomorfologia e a influência desta nas distintas formas de uso e ocupação do espaço.

A Serra, referida pelo autor, corresponde a seqüência de morros localizados ao norte da cidade, os quais fazem parte do Rebordo do Planalto Sul Rio-grandense. Esse compartimento geológico-geomorfológico abrange, também, os morros testemunhos, localizados mais ao centro-sul da área urbana, e caracteriza-se pela morfologia de vales e morros, com alta energia do relevo. Em função desses aspectos, que representam um condicionante para a manutenção da cobertura florestal, representada pela Floresta Estacional Decidual, esse compartimento apresenta baixa ocupação.

Já as áreas com relevo mais suave, localizadas em menores altitudes, representam o compartimento da Depressão Periférica e caracterizam-se pela presença de coxilhas (colinas, colinas tabulares e planícies aluviais), com substrato formado por sedimentos mesozóicos da Bacia do Paraná. É nesse compartimento, entre o pé da Serra e os morros testemunhos, na ampla colina, que teve início o processo de urbanização de Santa Maria. Nos dias atuais, praticamente, toda a ocupação urbana assenta-se sob esse compartimento, inclusive nas planícies aluviais e cabeceiras de drenagem que, atrelado a fragilidade natural do substrato,

desenvolvem intensos processos de dinâmica superficial. Neste compartimento, a cobertura vegetal está associada aos campos sulinos, com a presença de campos, capões e matas galerias.

2. Referencial Teórico

Neste capítulo apresenta-se uma discussão sobre as bases teóricas essenciais para a compreensão geoambiental de uma área. Assim, são abordados os principais conceitos e autores a cerca da abordagem sistêmica e da utilização da paisagem, enquanto categoria de análise geográfica, bem como das contribuições trazidas pela Geomorfologia e pela Cartografia Geoambiental nos estudos ambientais aplicados. Além disso, aborda-se, de forma sucinta, o espaço urbano como objeto de estudo, bem como, algumas considerações a respeito do processo de urbanização.

2.1. Abordagem Sistêmica como suporte a análise geográfica integrada

A compreensão geoambiental de determinado espaço perpassa a integração dos elementos naturais e antrópicos constituintes da paisagem. Assim, faz-se necessária uma abordagem de cunho integrador, a partir do olhar sistêmico sobre a paisagem, que não assuma uma posição determinista ou reducionista.

Durante o século XX, a mudança do paradigma mecanicista para o sistêmico, tem ocorrido em diferentes formas e velocidades nos vários campos científicos, não correspondendo a uma mudança uniforme, mas envolvendo revoluções científicas, retrocessos bruscos e balanços pendulares. Conforme a visão sistêmica, as “propriedades essenciais de um organismo, ou sistema vivo, são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Elas surgem das interações e das relações entre as partes” (CAPRA, 1996, p. 41).

As inter-relações entre os componentes do sistema faz referência, conforme destaca Vicente; Perez Filho (2003, p. 330), a “condição mais geral e básica que permeia todos os tipos de sistemas, a partir da qual, o mesmo não seria tomado

como tal”. Sendo assim, Almeida; Tertuliano (2002), propõem que o sistema seja definido como:

(...) um conjunto de unidades com relações entre si. Essas unidades possuem propriedades comuns. O conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior do que a soma de suas partes. Cada unidade tem seu estado controlado, condicionado ou dependente do estado das outras coisas (ALMEIDA; TERTULIANO, 2002, p. 115).

Christofolletti (2004) afirma que a visão de mundo holística sistêmica o concebe como um todo integrado, e não como uma coleção de partes dissociadas, sendo fundamental o entendimento do contexto espaço-temporal e das articulações entre os elementos componentes do todo. Assim, a abordagem sistêmica é a concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais, “o entendimento estaria, então, baseado no pensamento sistêmico, onde o objeto de estudo seria colocado no contexto de um todo mais amplo” (CAPRA, 1996).

A perspectiva sistêmica, na busca do entendimento integrado do espaço, constitui-se numa metodologia unificadora para os geógrafos possibilitando, conforme Gregory (1992, p. 233), “concatenar mais intimamente os ramos da Geografia Física e, deste modo, fazer da unidade do meio físico prospecto e mais realista”. Assim, se difundiu, com variados graus de sucesso, em todas as áreas da Geografia Física, e adotada sucessivamente pela Biogeografia, Geografia dos Solos, Climatologia e Geomorfologia (GREGORY, 1992).

O mesmo autor ainda destaca que, para a Geografia, a abordagem sistêmica possibilita a utilização de uma metodologia que abrange cronologia, métodos quantitativos e atividades humanas, destacando as relações entre as características dos elementos e as relações entre o meio ambiente e as características destes mesmos elementos (GREGORY, 1992).

Ao oferecer o aporte necessário para a compreensão da complexidade da organização espacial, objeto de estudo da ciência geográfica, a abordagem sistêmica constituiu, conforme destaca Troppmair (2000, apud SILVA, 2005), um importante acontecimento para esta ciência, pois seus estudos voltam¹ a considerar

¹ Até então o ambiente era entendido de forma fragmentada.

o ambiente de forma integrada e dinâmica, em que seres vivos, entre eles o homem, vivem, conectam-se e desenvolvem suas atividades. Assim,

A abordagem sistêmica na Geografia insere-se na própria necessidade de reflexão sobre a apreensão analítica do complexo ambiental, através da evolução e interação de seus componentes sócio-econômicos e naturais no conjunto de sua organização espaço-temporal, sendo nesse contexto que surgem as propostas de cunho sistêmico e sua fundamentação integrada da abordagem do objeto de estudo, e do entendimento do todo (sistema) e de sua inerente complexidade (VICENTE; PEREZ FILHO, p. 335, 2003).

Nesse contexto, a visão sistêmica, ao propor a integração entre os elementos da natureza e da sociedade, vem oferecer o aporte teórico para a apreensão integrada do ambiente, através das concepções de paisagem e geossistema. Conceber o espaço como um todo integrado, perpassa, conforme Christofolletti (2004), o entendimento do contexto espaço-temporal e das articulações entre os elementos componentes do todo, sendo que a pesquisa voltada para a compreensão de apenas um dos componentes de maneira isolada torna-se ineficaz.

Ao destacar a compartimentação espacial, através da análise sistêmica, Freitas; Cunha (2004) colocam que, esta compartimentação segue critérios que buscam a identificação e agrupamento das variáveis ambientais, destacando os processos morfodinâmicos da paisagem de origem natural (geologia, geomorfologia, clima, hidrologia e ecossistemas) e antrópica (baseada na ocupação sócio-histórica).

Trata-se, pois, de considerar a natureza e a sociedade como um binômio inseparável, básico para entender os desequilíbrios e os acelerados processos de degradação que ocorrem nas paisagens humanizadas (ROMERO; JIMENEZ, 2002), através de suas interações e implicações.

A partir destas considerações, a análise sistêmica é a mais adequada para subsidiar o presente trabalho de pesquisa, fornecendo o referencial para o estudo da paisagem em áreas urbanas. No entendimento de Christofolletti (1999), a paisagem constitui o campo de investigação da Geografia, onde se permite que o espaço seja compreendido como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

2.2. A Paisagem como uma categoria de análise geográfica

O conceito de paisagem é tido como um dos mais importantes termos que designam o campo de estudos da Ciência Geográfica, e sua abordagem varia de acordo com o horizonte epistemológico no qual está enquadrado (GUERRA; MARÇAL, 2006).

A abordagem da paisagem como uma entidade integrada, como um sistema, que sugere o entendimento unificado do ambiente, correspondendo a expressão concreta da relação sociedade/natureza, emerge no período pós 1940, através do surgimento da Teoria Geral dos Sistemas. Conforme Rougerie; Beroutchachvili (1991, apud GUERRA; MARÇAL, 2003), a paisagem sistêmica aparece no cenário acadêmico como a relação homem – natureza, contrapondo-se à estética - descritiva, abrindo caminho para uma nova abordagem relacionando a paisagem como ambiente ou como objeto, na qual podem ser realizadas ações de intervenções e de pesquisa científica.

Diversas escolas foram importantes para a formação do referencial holístico no estudo de paisagem, destacando a escola germânica, com Carl Troll, que propõe a união entre Geografia e Ecologia através do conceito de Ecologia da Paisagem, e a escola francesa, com Bertrand e Tricart, os quais destacam-se no estudo do sistema ambiental, apresentando uma abordagem integrativa entre os elementos que o compõem (GUERRA; MARÇAL, 2006).

Vale salientar que, a paisagem constitui uma importante categoria de análise geográfica, visto que possibilita o entendimento da organização espacial, oferecendo o aporte para o estudo e encaminhamento dos problemas ambientais. “A paisagem é o único componente do território realmente integral” (ROMERO; JIMENEZ, 2002).

Bertrand (1972) destaca que “estudar a paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método”, propondo, então, o método sistêmico, a partir da visão de uma Geografia Física Global. Baseado na metodologia sistêmica, o geossistema vem subsidiar os estudos de paisagem.

Assim, a partir da necessidade de operacionalizar o conceito de paisagem com fins de gestão territorial, os geógrafos russos desenvolveram o conceito de geossistema (MAXIMIANO, 2004). A noção de geossistema, proposta primeiramente

por Sotchava, na década de 1960, que propunha o estudo da dinâmica e estrutura das paisagens pelo viés sistêmico, através da delimitação e hierarquização de características homogêneas (TROPMAIR, 2004), procura aplicar os métodos sistêmicos no estudo da paisagem. Embora, Sotchava foi o pioneiro a introduzir o termo geossistema, foi a partir dos estudos de Bertrand que o conceito geossistêmico ganhou mais consistência.

Nessa ótica, o geossistema corresponde a um modelo de interpretação da paisagem, e como tal, busca o entendimento desta a partir dos elementos que a compõem, resultando da combinação de um potencial ecológico (subsistema abiótico, englobando o clima, a hidrologia e a geomorfologia), uma exploração biológica (subsistema biótico, contendo a vegetação, solo e fauna) e uma ação antrópica (subsistema antrópico) (BERTRAND, 1972).

Complementando a definição proposta por Bertrand, Monteiro (1978, apud CHRISTOFOLETTI, 1999), considera que o geossistema constitui um sistema singular, complexo onde interagem os elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do sistema. Trata-se, pois, de considerar que os elementos do sistema antrópico interferem nos processos e fluxos de matéria e energia (dinâmica da paisagem), repercutindo inclusive nas respostas da estruturação espacial geossistêmica.

Christofoletti (1980) destaca que o termo geossistema tem a finalidade de hierarquizar o território em sistemas espaciais homogêneos, através de uma metodologia que atente para as relações naturais-antrópicas, de forma que os problemas e o potencial de cada área sejam definidos segundo uma dinâmica própria. Nesse sentido, Monteiro (2000) destaca que:

(...) o tratamento geossistêmico visa à integração das variáveis naturais e antrópicas (ETAPA ANÁLISE), fundindo recursos, usos e problemas configurados (ETAPA INTEGRAÇÃO) em unidades homogêneas assumindo papel primordial na estrutura espacial (ETAPA SÍNTESE) que conduz ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente na (ETAPA APLICAÇÃO) do "DIAGNÓSTICO" (MONTEIRO, 2000, p. 81).

Assim, o geossistema, "escala que situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações

dialéticas mais interessantes para o geógrafo” (BERTRAND, 1972, p. 146), vem contemplar a abordagem da presente pesquisa, que adota como categoria de análise geográfica a paisagem.

Visto que, o geossistema corresponde a um tipo especial de sistema e ao modelo teórico de interpretação da paisagem, a qual, fundamentada na análise sistêmica, deve ser entendida como a síntese entre os elementos naturais e sociais. Assim, Bertrand (1972), utilizando-se da análise sistêmica, desconsiderou que a paisagem fosse uma simples junção de elementos geográficos, antes a definiu como sendo,

(...) em determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1972, p. 141).

A paisagem, dessa forma, não é apenas um fato natural, mas inclui a ação humana e, conforme Tricart (1981), ela deve ser tomada em consideração globalmente e não segundo pontos de vistas setoriais, uma vez que só percebemos, num dado momento, o resultado global das interações entre seus elementos.

Para Bertrand (1972), a definição de paisagem se dá em função da escala, adotada, assim, estudar a paisagem implica delimitá-la e dividi-la em unidades homogêneas e hierarquizadas, chegando-se com isso a uma classificação.

Monteiro (2000), estabelecendo bases metodológicas para a delimitação e categorização da paisagem, define a paisagem como

Entidade espacial delimitada (...) a partir dos objetivos centrais da análise, (...) resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte, forma e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução. (MONTEIRO, 2000, p. 39)

A paisagem constitui um ser espacial e concreto, nos dizeres de Tricart (1981), sendo que, a partir da necessidade de estabelecer a dimensão da área a ser investigada, leva-se à definição de sistemas de classificação em unidades, que

representam o dimensionamento ou atribuições escalares ao conceito de paisagem (GUERRA; MARÇAL, 2006)². A classificação das unidades de paisagem ocorre a partir da variação dos componentes que integram a paisagem.

Verdum (2005) destaca, baseado em Rougerie; Beroutchachili (1991) e Roger (1995), que as unidades de paisagem (UPs) podem ser diferenciadas a partir de quatro critérios: a forma, a função, a estrutura e a dinâmica.

A *forma* corresponde ao aspecto visível de uma paisagem, compreendendo os elementos que podem ser facilmente reconhecidos em campo, bem como através de fotos aéreas e imagens de satélite (VERDUM, 2005). Esses elementos correspondem a morfologia, a presença de corpos hídricos, a cobertura vegetal e a ocupação das terras. “Cada forma possui diferenças, tanto do ponto de vista de suas dinâmicas como, também, da possibilidade de apropriação e uso social, isto é, a sua função (SILVEIRA, 2005 apud VERDUM, 2005, p. 92-93).

A *função* pode ser compreendida pelas atividades que foram ou estão sendo desenvolvidas e que estão materializadas nas formas criadas socialmente, por meio do espaço construído, das atividades agrícolas, mineradoras, entre outras, as quais também são reconhecidas em campo e pelos produtos do sensoriamento remoto, através das diferenciações que apresentam em relação aos aspectos das unidades de paisagem onde não ocorrem as diversas formas criadas socialmente (WINTER, 2004, apud VERDUN, 2005, p. 93).

Outro critério é a *estrutura*, que não pode ser dissociado da forma e da função, sendo reconhecida como a que revela os valores e as funções dos diversos objetos que foram concebidos em determinado momento histórico. Desse modo, a estrutura revela a natureza social e econômica dos espaços construídos e que, de certa maneira, interfere na dinâmica da paisagem anterior às intervenções sociais (VERDUN, 2005).

A *dinâmica* é a ação contínua que se desenvolve, ao longo do tempo, gerando diferenças entre as UPs, na sua continuidade e na sua mudança. O tempo (geológico e histórico) revela o movimento do passado ao presente, e este em direção ao futuro (VERDUN, 2005). Neste caso, as dinâmicas de cada UPs revelam para a sociedade significados que podem ser reconhecidos pelas formas e podem ser pensados em termos de intervenções que já foram realizadas e que serão

² A partir de Bólos (1981) Soares (2001).

propostas: o zoneamento, a efetivação e os usos (SANCHIS, 2005 apud VERDUM, 2006). Assim, é de primordial importância o reconhecimento das diversas dinâmicas em cada uma das UPs, bem como de suas interconexões.

Cada UP representa uma configuração geocológica, a qual se define não somente por uma particular combinação de elementos naturais e antrópicos, mas por uma complexa forma de organização estruturada por certo tipo de relações inter-componentes, um tipo de dinâmica, tendências evolutivas e graus de estabilidades que são próprios e distintos aos de outras UPs.

Dessa forma, há a necessidade de que as UPs sejam reconhecidas por suas formas, funções, estruturas e dinâmicas, e que sejam inseridas num contexto mais amplo, isto é, apreendidas globalmente. Tricart (1981) faz algumas ressalvas quanto à apreensão da paisagem unicamente pelo seu aspecto fisionômico, através da forma e função. Para ele, deve-se conhecer a natureza das interações entre os aspectos fisionômicos e a estrutura do sistema, que condicionam seu funcionamento, os quais podem ser compreendidos pela análise indissociável dos critérios: forma, função, estrutura e dinâmica.

Ao analisar a antropização da paisagem, Romero; Jimenez (2002), colocam que, ainda se considera, de forma inadequada, que os espaços humanizados, especialmente as áreas urbanas, correspondem as áreas em cuja paisagem se evidenciam formas diretas de aproveitamento antrópico, erro, este, que responde a exclusiva consideração da paisagem visual, mas que não atende a seu significado como sistema. A paisagem visual corresponde à parte emersa do iceberg, ao geógrafo cabe estudar toda a parte escondida para compreender a parte revelada (TRICART, 1981).

A perspectiva do presente trabalho de pesquisa encontra, na paisagem, subsídios para o entendimento do espaço geográfico, considerando a articulação entre a sociedade e a natureza. Considera-se, pois, que a paisagem possibilita análises que privilegiem as várias dimensões constituintes do espaço geográfico, através de seus elementos naturais, sociais e/ou culturais. Christofolletti (1976) concebe a paisagem como o fato que melhor expressa o relacionamento entre o homem e o ambiente, caracterizando as diferenças entre as áreas.

Enfocando o espaço urbano, como recorte espacial, a utilização da paisagem, como categoria de análise, permite focar o estudo da cidade como um conjunto de

elementos inter-relacionados que evoluem em bloco. Por fim, a partir desses apontamentos, pode-se orientar a formulação de diretrizes para a melhoria da qualidade ambiental, e, conseqüentemente, de vida.

2.3. O Espaço Urbano

Os estudos que se utilizam da paisagem como categoria de análise, requerem o entendimento integrado do espaço. Assim, ao adotar o espaço urbano como objeto de estudo, este deverá ser analisado a partir de sua totalidade, considerando a dimensão social e a dimensão natural articuladas, pois o espaço geográfico é produto das relações entre a sociedade e a natureza (CARLOS, 1999).

Em ambientes urbanos, marcados pelo intenso grau de antropização e artificialização do meio, trata-se, utilizando-se de Corrêa (1997, p.156), “por excelência, do ambiente construído, onde a importância da natureza primitiva ou primeira natureza³ apresenta-se, em muitos locais, muito reduzida”. A natureza integra a cidade, entretanto, essa integração “não decorre da tão desejada reconciliação entre natureza e cidade, mas da redução, pura e simples, de tudo ao urbano” (LEITE, 1997, p. 140).

Desse modo, nas paisagens urbanas, conforme menciona Bólos i Capdevila (1992), o elemento predominante é o antrópico, sendo que, o meio físico original encontra-se, geralmente, completamente descaracterizado. Vale ressaltar que, o ambiente urbano, no qual a cidade se assenta, corresponde ao espaço produzido, resultante da projeção de uma sociedade num quadro físico.

A partir destas considerações, adota-se como recorte espacial o Perímetro Urbano de Santa Maria, onde insere-se o espaço urbano. Este por sua vez, constitui a objetivação geográfica do estudo da cidade, a qual, vista como uma forma de organização do espaço pelo homem, pode ser considerada, conforme Córrea (1997, p.121) utilizando-se do pensamento de Harvey (1972), como a expressão concreta de processos sociais, refletindo as características da sociedade, na forma de um ambiente físico construído sobre o espaço geográfico. “Tais processos sociais produzem forma, movimento e conteúdo sobre o espaço urbano, originando a organização espacial da cidade” (CÔRREA, 1997, p. 121), a qual é caracterizada

³ Entende-se que a primeira natureza é aquela que precede a história humana, onde as propriedades geológicas encontram-se caracterizadas por um equilíbrio climático, entre o potencial ecológico e a exploração biológica, e todas as alterações que ocorrem resultam dos próprios efeitos naturais. Em contrapartida, com o aparecimento do homem, a evolução das forças produtivas vai respondendo pelo avanço na forma de apropriação e transformação da primeira natureza em segunda natureza (CASSETI, 1991).

por um mosaico de usos da terra e por fluxos que integram as partes desse mosaico.

Nesse sentido, a cidade enquanto construção humana, produto social, trabalho materializado, apresenta-se enquanto formas de ocupações. “O modo de ocupação de determinado lugar da cidade se dá a partir da necessidade de realização de determinada ação, seja de produzir, consumir, habitar ou viver” (CARLOS, 1999, p. 45). A partir disso, têm-se um uso diferenciado da cidade, demonstrando que esse espaço se constrói e se reproduz de forma desigual e contraditória, ou seja, “a desigualdade espacial é produto da desigualdade social” (CARLOS, 1999, p. 23).

O espaço urbano capitalista, conforme Corrêa (2004), é produzido a partir da ação dos agentes sociais, a qual é complexa, derivando da dinâmica de acumulação de capital, das necessidades mutáveis de reprodução das relações de produção, e dos conflitos de classe que dela emergem. O mesmo autor ainda menciona que, a complexidade da ação desses agentes inclui práticas que levam a um processo constante de reorganização espacial, que se faz através da incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infra-estrutura e mudança do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade (CORRÊA, 2004).

A urbanização ao transformar de maneira tão intensa as relações entre a cidade e a natureza, “promove entre ambas uma união completa que não permite mais a adoção de atitudes isoladas” (LEITE, 1997).

Pensar soluções parciais, criar métodos de estudo, tratamento e propostas para questões genericamente rotuladas como ecológicas, naturais ou econômicas não tem nenhuma utilidade prática num momento em que o significado dos lugares é explicado pela totalidade das relações entre os elementos físicos, naturais, culturais, políticos e econômicos que o constituem. (LEITE, 1997, p. 144)

Assim, a paisagem urbana deve ser apreendida como um sistema complexo, em que seus diferentes componentes são interdependentes e apresentam uma dinâmica muito rápida de transformação. O entendimento integrativo, nas palavras de Ross (2003), sociedade e natureza, consiste em obter um conjunto de informações elaborado e organizado de forma que se constitua em um documento básico, a partir do qual é possível desenvolver um planejamento, com a finalidade de

conservar, preservar e recuperar a natureza, e ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento econômico e social em bases sustentáveis.

2.3.1. Urbanização: algumas considerações

Na rede urbana do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria representa uma cidade de médio porte, em referência as cidades com população entre 100 mil e 500 mil habitantes, cujo crescimento e características são reflexos do processo de urbanização ocorrido no restante do território brasileiro. Esse processo, assim como nos demais países periféricos, é recente, não estando ligado, essencialmente, ao reflexo de uma industrialização e de um desenvolvimento tecnológico, mas de um êxodo rural sem precedentes (FUJIMOTO, 2000).

Nesse sentido, é a partir da segunda metade do Século XX, que o Brasil, apresentou intenso processo de urbanização. É também, a partir desse período que ocorre a inversão, quanto ao lugar de residência da população brasileira, quando a taxa de urbanização passa de 26,35%, em 1940, para 68,86%, em 1980 (SANTOS, 1994), e 81,2%, em 2000 (MARICATO, 2001). No período recente, conforme destaca Maricato (2001), as cidades de porte médio, cresceram a taxas maiores que as metrópoles (4,8% contra 1,3%, nos anos 80 e 90).

Durante todo o século XX, a dimensão da dinâmica da urbanização brasileira correspondeu a uma “gigantesca construção de cidades, parte dela feita de forma ilegal, sem a participação dos governos, sem recursos técnicos e financeiros significativos” (MARICATO, 2001, p.37). Certamente, ao fazer essa colocação, a autora está se referindo a favelização e aos loteamentos irregulares decorrentes do processo de urbanização, que para a autora, “se apresenta como uma máquina de produzir favelas e agredir o meio ambiente” (MARICATO, 2001, p. 39).

É a partir do processo segregatório que surgem as favelas e loteamentos ilegais, nas terras vazias desprezadas pelo mercado imobiliário privado, tanto nas grandes cidades como também nas de menor porte, mudando apenas a escala e a proporcionalidade desse fenômeno. Sendo assim, não é por outro motivo que as favelas se multiplicam em áreas públicas, áreas naturalmente frágeis sobre as quais incidem leis protecionistas, como é o caso das áreas “*non aedificandi*” nas margens

dos canais (Lei Federal 6766/79) (MARICATO, 2001) e das de Preservação Permanente (APP) nas encostas de elevada declividade (Lei Federal 6766/79).

No cenário urbano de Santa Maria, segundo a Secretaria de Planejamento (URRUTIA, 2002), cerca de 70 mil habitantes moram num dos 98 loteamentos irregulares espalhados pela zona urbana da cidade, formada por cerca de 230 vilas, loteamentos ou parques residenciais.

Analisando o processo de estabelecimento da população de baixa renda na cidade de São Paulo, Kowarick (1979, p. 32) afirma que:

No processo desordenado de expansão urbana, o setor imobiliário levava adiante a ocupação espacial, guardando imensas áreas mais próximas aos núcleos centrais a espera de valorização, enquanto zonas mais longínquas, sem qualquer infraestrutura, eram abertas para a aquisição das classes pobres. A ocupação de novas áreas, longe de seguir critérios programados, baseou-se na retenção especulativa de terrenos.

Apesar de o autor focar a cidade de São Paulo, esse contexto é visualizado em várias outras cidades do país, inclusive Santa Maria, onde, conforme constatado por Urrutia (2002):

(...) as empresas imobiliárias, ao fazerem um loteamento na periferia, onde ainda não existem serviços de infra-estrutura (eletricidade, pavimentação, água encanada, linha de ônibus, coleta de lixo), deixam entre a área que estão vendendo e o bairro mais próximo uma área sem lotear. (...) com a fixação da população (de baixa renda, evidentemente) na área loteada, haverá reivindicações para que o local seja provido de infra-estrutura e serviços. Tais serviços passarão pelo espaço ocioso, que existe antes dessa área loteada e esse espaço poderá ser vendido ou loteado por um preço bastante superior (URRUTIA, 2002, p. 16)

O espaço urbano de Santa Maria como a maioria das cidades brasileiras, possui características que lhe são cada vez mais contrastantes e espaços bem diferenciados, conseqüências de um sistema econômico e político que leva grande parte da população a exclusão dos serviços essenciais. Sendo assim, em seu processo de urbanização, o crescimento desordenado, as ocupações irregulares, a segregação sócio-espacial, os vazios urbanos e a degradação do meio físico, foram uma constante, sendo parte do processo de crescimento da cidade, que não fugiu a

lógica da 'cidade capital' (BOTEGA, 2004). A cidade do capital pode ser entendida, de acordo com Botega (2004) como o local de realização das relações capitalistas de produção por excelência, tendo como principal característica a sua capacidade de gerar espaços de segregação social. Essa forma de produção do espaço se concretizou juntamente com o modo de produção capitalista e perdura até os momentos atuais, e conduz as análises relativas a formação e ocupação do espaço urbano.

2.4. Geomorfologia e Cartografia Geomorfológica

O relevo, objeto de estudo da geomorfologia, enquanto componente do estrato geográfico no qual vive o homem, constitui-se no suporte das interações naturais e sociais. É produto do antagonismo entre as forças endógenas (forças tectogenéticas) e exógenas (mecanismos morfoclimáticos), de grande interesse geográfico, não só como objeto de estudo, mas por ser nele – relevo – que se reflete o jogo das interações entre o homem e a natureza (CASSETI, 1991).

Assim, o estudo do relevo, realizado pela geomorfologia, deve assumir uma perspectiva da geografia global, pois a geomorfologia busca, nos dizeres de Casseti (1991, p. 36), “explicar dinamicamente as transformações do geo-relevo, portanto, não apenas quanto a morfologia (forma) como também à fisiologia (função), incorporado organicamente ao movimento histórico das sociedades”. Com uma abordagem que incorpora a ação da sociedade, a geomorfologia procura “compreender em que medida as transformações do meio ambiente, causadas pelo homem, podem ser responsáveis pela aceleração de certos processos geomorfológicos” (GUERRA; MARÇAL, 2006, p. 29).

A geomorfologia é um conhecimento específico, que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais, e como componente da temática geográfica, constitui importante subsídio para a apropriação racional do relevo, como recurso ou suporte, considerando a conversão das propriedades geoecológicas em sócio-reprodutoras (CASSETI, 1994).

Abreu (1983) ressalta que o processo de construção do conhecimento geomorfológico incorporou inúmeras formas de interpretação do relevo e, conforme Casseti (1994), edificou-se com nítida vinculação aos campos de interesse da geografia e da geologia, assumindo importância ao ser abordado no contexto geográfico, considerando sua contribuição no processo de ordenamento territorial.

Para o referido autor, a geomorfologia tem suas raízes nos princípios epistemológicos de duas linhagens distintas: a linhagem epistemológica anglo-americana, que tem em W. M. Davis seu principal ponto de referência, e a linhagem epistemológica alemã, que evoluiu a partir de W. Penck.

O resultado dessa evolução diferenciada é que a vertente anglo-americana utiliza as teorias e os métodos de análise quantitativas como instrumentos de pesquisa, propondo uma geomorfologia quantificada, ao passo que a vertente alemã adota um método de pesquisa que valoriza principalmente a cartografia geomorfológica (ABREU, 1983; CASSETI, 1994). Nesse sentido, Abreu (1983), destaca que a

Evolução dessas duas linhas conceituais é bastante diferenciada e apresenta inclusive interferências mútuas: enquanto a anglo-americana, sofreu muito claramente nos últimos anos os impactos das revoluções científicas, com tentativas de ruptura e definição de novos paradigmas; a de raízes germânicas, parece evoluir de maneira mais contínua, o que se reflete em um enriquecimento progressivo do paradigma, que ganha complexidade metodológica e operacional, conservando sempre um núcleo comum desde sua origem (ABREU, 1983, p.8).

A partir dos anos 1950, a geomorfologia anglo-americana preocupa-se em enfatizar a morfometria da forma (Strahler, 1950) e a interação entre processo e forma, numa concepção sistêmica (Hack, 1960), enquanto a escola alemã busca a compreensão das interações do relevo através dos estudos de fisiologia da paisagem (SUERTEGARAY, 2002). “Estruturam-se concepções que tratam do relevo através dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, enfatiza-se, também, a Cartografia Geomorfológica e busca-se a interpretação do relevo na sua relação com o clima, promovendo a geomorfologia climática e/ou climatogenética”, conforme destaca Suertegaray (2002, p. 45).

Em relação à pesquisa geomorfológica brasileira, Ross (2003) salienta que, esta tem se caracterizado por uma linha híbrida, que não se enquadra na maior parte dos casos em nenhuma das duas linhas de pesquisas geomorfológicas, defendidas por Abreu (1983).

Entretanto, nos dizeres de Ross (2003), percebe-se uma tendência para a cartografia geomorfológica, principalmente pela repercussão da obra de J. Tricart, *Princípios e Métodos da Geomorfologia* (1965) e, especialmente, *Ecodinâmica* (1977). Nesse sentido, Casseti (1994), destaca que a mais importante contribuição à teoria geomorfológica parte de Ab'Sáber (1969), que, através de “*Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário*”, sintetiza o caminho

metodológico brasileiro para as pesquisas em geomorfologia, concebendo a análise do relevo em três dimensões (níveis) que se integram ou se interagem.

O primeiro nível de abordagem refere-se à compartimentação topográfica, contemplando a caracterização e descrição das formas de relevo. O segundo nível propõe o levantamento das informações sobre a estrutura superficial, através do estudo dos depósitos correlativos ao longo das vertentes ou em diferentes compartimentos. O terceiro e último nível encontra-se relacionado com a fisiologia da paisagem e tem por objetivo “entender os processos morfoclimáticos e pedogenéticos atuais” (AB’SABER, 1969, p. 20), impondo, conforme Ross (2003), uma análise a partir de mensurações elaboradas através de equipamentos especiais.

Seguindo esta metodologia de análise, proposta por AB’Saber (1969), Casseti (1994) coloca que, no primeiro nível de tratamento os parâmetros de abordagem correspondem ao morfométrico, morfológico e morfogenético, adicionando o morfocronológico ao segundo nível, e o morfodinâmico ao terceiro.

Com relação à cartografia do relevo, Ross (1992) desenvolve uma proposta taxonômica de classificação do relevo para fins de planejamento ambiental em espaços físico-territoriais de diferentes dimensões. Esta proposta, no entendimento de Da Silva (2005), tem como fundamentação teórico-metodológica o princípio de Penck, de que as formas do relevo terrestre são produtos da ação de processos endógenos e exógenos, e os conceitos formulados por Guerasimov e Mescerjakov sobre morfoestrutura e morfoescultura. Trentin (2007) ressalta que, a concepção trazida por Ross (1992) é aplicada em trabalhos que buscam subdividir o terreno em unidades homogêneas.

A classificação proposta por Ross (1992) é baseada no aspecto fisionômico que cada tamanho de forma de relevo apresenta, não interessando a rigidez da extensão em quilômetros quadrados, mas sim o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais no modelado.

Baseado na cartografia geomorfológica, Ross (1992), desenvolve um modelo de abordagem do relevo constituído por seis táxons, hierarquizados, que abrangem gradativamente desde as grandes *Unidades Morfoestruturais*, representadas pelo primeiro táxon, até as pequenas formas geradas por processos atuais de esculturação do relevo, correspondentes ao sexto táxon. Sendo assim, a

definição dos diferentes níveis de compartimentação subsidia a análise geomorfológica da presente pesquisa, que considera, para a representação dos fatos geomórficos da área, o terceiro e quarto táxon de Ross (1992), relacionados respectivamente com a identificação das *Unidades Morfológicas* ou *Padrões de Formas Semelhantes* e os *Tipos de Modelados*, que representam as formas de relevo individualizadas na *Unidade Morfológica*, respectivamente.

Nesse sentido, a cartografia geomorfológica constitui-se num importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, permitindo representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades (CASSETI, 1994).

Ao contrário dos demais mapas temáticos, os mapas geomorfológicos, produto da cartografia geomorfológica, apresentam um grau de complexidade maior. Essa complexidade decorre, para Ross (2003), da dificuldade de se apreender e representar uma realidade relativamente abstrata – as formas do relevo - sua dinâmica e gênese.

O mapa geomorfológico é um importante instrumento na pesquisa do relevo, constituindo, conforme Tricart (1963, apud ROSS, 2003), “a base da pesquisa e não a concretização gráfica da pesquisa já feita”. Assim, esse tipo de mapa é, ao mesmo tempo, um instrumento de análise e de síntese da pesquisa geomorfológica.

A União Geográfica Internacional (UGI) recomenda que a cartografia geomorfológica deve comportar quatro níveis de dados: morfométricos (altimetria, declividade das vertentes, etc.), morfográficos (formas de degradação e de agadação), morfogenéticos (terraço fluvial, etc.) e cronológicos (idade das formas). (ROSS, 2003; CASSETI, 1994).

Nesse contexto, Ross (2003) afirma que o entendimento do relevo passa pela compreensão da paisagem como um todo. Não se pode entender a gênese e a dinâmica das formas do relevo, sem que se entenda os mecanismos motores da sua geração, sem que se perceba as diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada unidade de paisagem.

2.4. Cartografia Geoambiental

O zoneamento geoambiental, servindo de instrumento para o planejamento, constitui uma via de representação da paisagem, uma vez que esta, conforme Tricart (1981), é um ser espacial e concreto. Assim, faz-se necessário destacar alguns aspectos, referentes à Cartografia, em especial aos mapeamentos geoambientais, de forma a subsidiar a temática da pesquisa.

Inicialmente, a Cartografia encontra-se presente desde a mais remota antiguidade até a sociedade contemporânea. Dessa forma, o que hoje se entende por mapa nada mais é do que uma das mais antigas formas de comunicação visual de toda a humanidade (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

A Associação Cartográfica Internacional⁴ define a cartografia como o conjunto dos estudos e das operações científicas, artísticas e técnicas que intervêm a partir dos resultados de observações diretas ou da exploração de uma documentação, em vista da elaboração e do estabelecimento de mapas, planos e outros modos de expressão, assim como de sua utilização.

Assim, a cartografia é, ao mesmo tempo, uma ciência, uma arte e uma técnica (JOLY, 1990), sendo que, conforme Sanchez (1981), ela não deixa de ser uma ciência entre as ciências e ao mesmo tempo, um instrumento das ciências, que direta ou indiretamente, se preocupam com as distribuições espaciais. Complementando, Teixeira; Christofolletti (1997) colocam que, o objetivo da cartografia é organizar, apresentar e utilizar a informação geográfica nas formas visual, digital ou tátil, incluindo todos os processos de aquisição, preparação e apresentação dos dados.

Carvalho et all (2004) salienta que a partir da década de 1980, desenvolve-se a cartografia geoambiental, cujos conteúdos procuram dar respostas às necessidades de planejar, tendo em atenção à preservação e gestão do ambiente. “As cartas geoambientais são cartas temáticas, preparadas para fins específicos, podendo ser editadas isoladamente ou reunindo diferentes cartas nos designados Atlas Geoambientais” (CARVALHO et all, 2004, p. 567).

Como auxílio às análises do geoambiente, que corresponde a parte superior

⁴ Citado por Fernand Joly. A cartografia. 8 ed. Campinas: Papyrus, 1990.

da litosfera, compreendida por rochas, solos, fluídos, gases e organismos, sendo influenciada por atividades antrópicas, clima, terreno e cobertura vegetal, nos dizeres de Aswathanarayana (1995) utilizado por Fiori (2004), estão sendo desenvolvidas metodologias de mapeamento geotécnico⁵/geoambiental ou de ordenamento do território, em todo o mundo (FIORI, 2004). “O objetivo de tais mapas é a compartimentação do território com base nas características do geoambiente, suas inter-relações e relações com o meio biológico e com as atividades antrópicas, colocando em evidência as suas potencialidades ou restrições de uso” (FIORI, 2004).

Nesse sentido, diversas são as propostas metodológicas que buscam contribuir para o entendimento integrado do ambiente, considerando os diferentes elementos que compõe a paisagem e propondo normas gerais de uso e ocupação do terreno.

Como exemplo, pode-se citar a metodologia PUCE – Patterns, Units, Components, Evaluations, desenvolvida na década de 1950, na Austrália. Propõe a divisão de uma área em classes de terreno hierarquizadas, definidas a partir das características geológicas e geomorfológicas, uso do solo e geotécnicas. As classes são as Províncias, os Padrões de Terreno, as Unidades de Terreno e os Componentes do Terreno.

Adotada pelo Serviço Geológico Francês, a Sistemática ZERMOS (Zonas Expostas aos Riscos de Movimento do Solo), apresenta as condições de instabilidades (potenciais ou reais) do terreno, através da análise de certo número de fatores temporais ou permanentes que afetam os terrenos. Na hierarquia espacial são definidas as Cartas ZERMOS e as Plantas ZERMOS.

Outra metodologia é a Sistemática EESC/USP (Escola de Engenharia de São Carlos/USP), proposta inicialmente por Zuquette (1987, 1993). Esta metodologia tem por objetivo a elaboração de uma série de documentos cartográficos do meio físico, como o mapeamento geotécnico, que associados a outros documentos, permitem

⁵ No Brasil, conforme aponta De Nardin (2007), os mapeamentos geotécnicos vêm sendo considerados como sinônimos dos mapeamentos geoambientais, servindo de referência para o desenvolvimento de trabalhos que abordam as intervenções antrópicas no ambiente. A metodologia desses mapeamentos é semelhante, o que difere uma maior aproximação são os dados obtidos por sondagens de solos, realizados pela geotecnia, que requer uma abordagem específica (DE NARDIN, 2007).

uma avaliação da ocupação antrópica e suas conseqüências. Essa proposta apresenta um enfoque mais geotécnico.

A abordagem trazida por essas concepções permeia a proposta metodológica desenvolvida pelo Laboratório de Geologia Ambiental – LAGEOLAM/UFSM, para a realização de uma série de mapeamentos sistemáticos, em escala 1:50000, na porção oeste do Rio Grande do Sul. A proposta consiste na divisão de uma área em Unidades Geoambientais, com respostas semelhantes aos processos de dinâmica superficial. Estas Unidades Geoambientais representam áreas constituídas de parâmetros naturais ou antrópicos distintos e característicos.

Para a análise que se propõe o presente trabalho de pesquisa, utiliza-se como referência metodológica esta proposta, especialmente a partir dos seguintes estudos: *Definição de unidades geoambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Itu* (TRENTIN, 2006) que aplica a metodologia apresentada por Trentin; Robaina (2005); *Atlas Geoambiental de São Borja* (BAZZAN et al, 2007), e *Mapeamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu* (DE NARDIN, 2007; DE NARDIN; ROBAINA, 2008).

Além destes, pode-se citar como exemplo de aplicação da cartografia geoambiental os estudos elencados a seguir, cuja contribuição se aproxima da proposta do presente trabalho de pesquisa, no sentido de oferecer subsídios para as análises de áreas urbanas.

O estudo desenvolvido por Souza et al (2005), o qual utiliza a cartografia geoambiental, como suporte para a elaboração do Plano Diretor Ambiental e Urbanístico de Mariana, no estado de Minas Gerais, implantado no ano de 2003. O trabalho teve como objetivo, agregar informações referentes ao meio físico, (compiladas e produzidas) num único documento, gerando assim uma base de dados cartográficos georreferenciados, na escala de 1:50.000, e avaliar qualitativamente informações do meio social, permitindo a elaboração de uma carta de recomendação de uso do solo e a proposição de medidas adequadas para o uso e ocupação territorial.

Figueiró (1997), em dissertação intitulada *Aplicação do zoneamento ambiental no estudo da paisagem: uma proposta metodológica*, apresenta uma proposta de zoneamento, utilizando uma bacia hidrográfica de Santa Maria – RS, a partir da análise da estrutura e funcionamento da paisagem, utilizando a proposta

geossistêmica como referencial teórico.

Propondo a análise ambiental de uma bacia hidrográfica localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre, Penteado (2006) relaciona os aspectos naturais, a partir da compartimentação geomorfológica, e os aspectos antrópicos, através da análise do uso e ocupação da área correlacionando com os dispositivos legais e institucionais (Código Florestal e Plano Diretor), elaborando um documento cartográfico com o zoneamento ambiental para a bacia.

Ao destacar a elaboração de mapas geoambientais, Cendrero (2004) coloca que, estes podem ser confeccionados a partir de dois enfoques: o analítico e o sintético. Para o referido autor,

[...] The analytical approach considers the earth surface as the result of a 'vertical overlay' of a series of environmental features or components. [...] The synthetic approach considers the Earth surface as a mosaic formed by the 'horizontal joining' of a series of pieces as in a puzzle. Integrated, 'homogeneous' map unit are thus defined, represented and assessed for different purposes. (CENDRERO, 2004, p. 256)

Visando a delimitação de unidades de paisagem, o enfoque sintético se adequa melhor a referida proposta, pois, segundo Bertrand (2004), embora a delimitação seja mais grosseira, as combinações e as relações entre os elementos, assim como os fenômenos de convergência, aparecerão mais claramente. “A síntese, no caso, vem felizmente substituir a análise” (BERTRAND, 2004, p. 144).

Nesse sentido, Martinelli (2001 apud BARBOSA et al, 2005) coloca que a paisagem, vista como totalidade, tem somente representação mediante uma cartografia de síntese, pois,

[...] na síntese, não podemos mais ter os elementos em superposição ou em justaposição, e sim a fusão deles em tipos - unidades taxonômicas. Isto significa, no caso dos mapas, que eles devem evidenciar conjuntos espaciais que são os agrupamentos de lugares caracterizados por agrupamentos de atributos ou variáveis (MARTINELLI, 2005p. 3561).

Para auxiliar nesta busca da compreensão integrada dos componentes que formam o meio surge como instrumento e técnica os avanços na área das geotecnologias, onde associam-se informações e instrumentos de tratamento

analógico, gerando como produtos informações georreferenciadas em formatos eletrônicos e digitais tornando possível e mais dinâmico à aquisição dos conhecimentos que favorecem as análises, que por sua vez pressupõe os diagnósticos que tornam possíveis os prognósticos (MEDINA et all, 2003).

A temática ambiental requer que o espaço seja representado globalmente, a partir da integração de seus elementos, considerando as relações entre estes, e, conforme Martinelli (1997), requer que a cartografia incorpore em suas representações as relações entre a natureza e os homens (sociedade) como resultantes das relações sociais de produção em determinado modo de produção, evidenciado em certa época da história da sociedade. “Não podemos continuar considerando mais a concepção dualística da cartografia: a natureza de um lado, o homem de outro, como componentes muitas vezes antagônicos” (MARTINELLI, 1999, p. 232).

Vedovello (2004) reforça que a cartografia geoambiental é um importante subsídio à gestão ambiental, em termos de definição de políticas públicas, planejamento e gerenciamento dos espaços e recursos naturais, sendo necessário relacionar os dados de geologia, geomorfologia, pedologia, clima, vegetação e uso da terra.

3. Procedimentos Metodológicos

De acordo com Ross (2003, p.32),

A metodologia deve representar a “espinha dorsal” de qualquer pesquisa. Para a aplicação de uma determinada metodologia é preciso, por um lado, dominar o conteúdo técnico e conceitual e, por outro, ter habilidade e manuseio do instrumental técnico de apoio, e não confundir, como habitualmente acontece nas atividades de pesquisa, técnicas operacionais com método.

Dessa forma, a pesquisa, qualquer que seja seu caráter, deve se apoiar em três aspectos fundamentais: o domínio do conhecimento específico-teórico e conceitual; o domínio da metodologia a ser aplicada, e o domínio das técnicas de apoio para operacionalização do trabalho (ROSS, 2003).

➤ *Procedimentos teóricos - metodológicos*

Como referencial teórico – metodológico, a pesquisa apóia-se na abordagem sistêmica, utilizando-se da paisagem como categoria de análise do espaço urbano. Christofolletti (1999) aponta que, as propostas de abordagens holísticas, entende-se sistêmicas, não se restringem apenas ao estudo dos componentes do sistema ambiental, mas procuram também tratar das interações entre os sistemas ambientais e os sistemas sociais, em busca da compreensão do sistema de organização espacial e bases para as propostas de planejamento e desenvolvimento sustentável. Sendo assim, possibilitam interagir sociedade e natureza numa mesma perspectiva.

Visando a identificação dos diferentes agrupamentos espaciais, uma ferramenta amplamente utilizada são os zoneamentos, os quais adquirem diversas designações, conforme os objetivos da pesquisa. Para Neves; Trostes (1992, p. 53, apud FIGUEIRÓ, 1997) “zonear um território é diferenciar áreas neste território

segundo critérios e regras que devem ser escolhidos de acordo com os objetivos a serem alcançados pelos seus responsáveis”. Assim, o termo zoneamento é destituído de valor intrínseco quando isolado da metodologia que lhe dá suporte, ocorrendo, devido a isso, uma diversidade de tipos diferentes de zoneamento.

Dessa forma, adota-se a designação zoneamento geoambiental, como um instrumento “de compartimentação para o estudo de área com base nas características do geoambiente, suas interrelações e relações com o meio biológico e com as atividades antrópicas” (FIORI, 2005). Corresponde, assim, a um fundamento no estudo integrado da paisagem, que deve ser compreendida como a síntese dos aspectos físicos e sociais.

O processo de zoneamento, entende-se o geoambiental, tem como rotina fundamental, conforme Trentin; Robaina (2005), a divisão de uma área em unidades, de acordo com a variação mínima dos atributos. Assim, as unidades representam áreas homogêneas, sendo que a base para a definição destas unidades segue critérios que buscam a identificação e agrupamento dos parâmetros bióticos, abióticos e antrópicos da paisagem. Nesse sentido, os atributos utilizados na análise geoambiental compreendem as características climáticas, o substrato geológico, a hidrologia e a geomorfologia, caracterizando o quadro natural da área, e os aspectos referentes a apropriação do espaço pela sociedade e as relações que se estabelecem a partir do uso e ocupação da terra. O ponto fundamental, conforme Trentin (2007), é definir unidades que representem um determinado comportamento.

Sendo assim, o tratamento metodológico, tem como base a proposta metodológica desenvolvida pelo LAGEOLAM/UFSM, a partir dos estudos de Trentin; Robaina (2005); Trentin (2007); De Nardin (2007), De Nardin; Robaina (2008) e Bazzan et al (2007). Em função de esta proposta enfocar aplicações em bacias hidrográficas localizadas na porção oeste do estado do Rio Grande do Sul, com uso predominantemente rural, algumas adaptações foram inseridas no tratamento e análise das informações, a fim de melhor caracterizar a paisagem do Perímetro Urbano Santamariense.

O desenvolvimento geral da pesquisa foi encaminhado conforme a proposta de Libault (1971, apud ROSS, 2003), que em seu trabalho “*Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica*”, distingue quatro níveis da pesquisa geográfica: *nível compilatório*, *nível correlativo*, *nível semântico* e *nível normativo*.

Para Ross (2003), as pesquisas que assumem caráter geográfico, como a caracterização de uma unidade territorial, passam obrigatoriamente por esses quatro níveis de análise, que constituem as etapas do trabalho. Ressalta-se que, essas etapas não podem ser consideradas de modo estático e linear, embora tenha lógica organizacional.

O nível compilatório corresponde à primeira fase da pesquisa, onde realizou-se o levantamento e seleção das informações temáticas. Nesta etapa ocorreu um aprofundamento dos níveis de informações (temas), com a ordenação dos elementos em tabelas, quadros, mapas e gráficos. Tais elementos foram originados tanto de fonte primária (levantamentos de campo, cartas topográficas, imagens de satélite) como de fonte secundária (material já produzido por outros autores). Deste modo, é nesta etapa que são gerados os conhecimentos básicos a serem integrados e interpretados nas fases subseqüentes.

No nível correlativo, os diversos temas foram correlacionados entre si, assim como as diversas informações analisadas dentro de cada tema, para posterior interpretação. Nesta etapa, os produtos cartográficos gerados representam uma síntese parcial da pesquisa, através da caracterização do meio físico e do antrópico.

O terceiro nível, ou nível semântico, é interpretativo e se chega a resultados conclusivos a partir das informações selecionadas e correlacionadas nas etapas anteriores. Consiste na síntese da paisagem, onde as características antrópicas são integradas ao quadro natural, definindo o zoneamento geoambiental da área de estudo.

Por fim, no nível normativo, realiza-se a análise final dos resultados com a apresentação de algumas sugestões, tendo em vista as fragilidades e as potencialidades ambientais identificadas na área.

As atividades desenvolvidas, bem como os elementos analisados em cada etapa da pesquisa, com base em Libault (1971, apud ROSS, 2003), são ilustradas no fluxograma metodológico, apresentado na Figura 3.

Espera-se, a partir disso, contribuir para o entendimento da paisagem, pois, conforme Mateo Rodriguez et al (1995), “a distinção, classificação e cartografia das unidades de paisagens, constitui-se na base da análise geoambiental”.

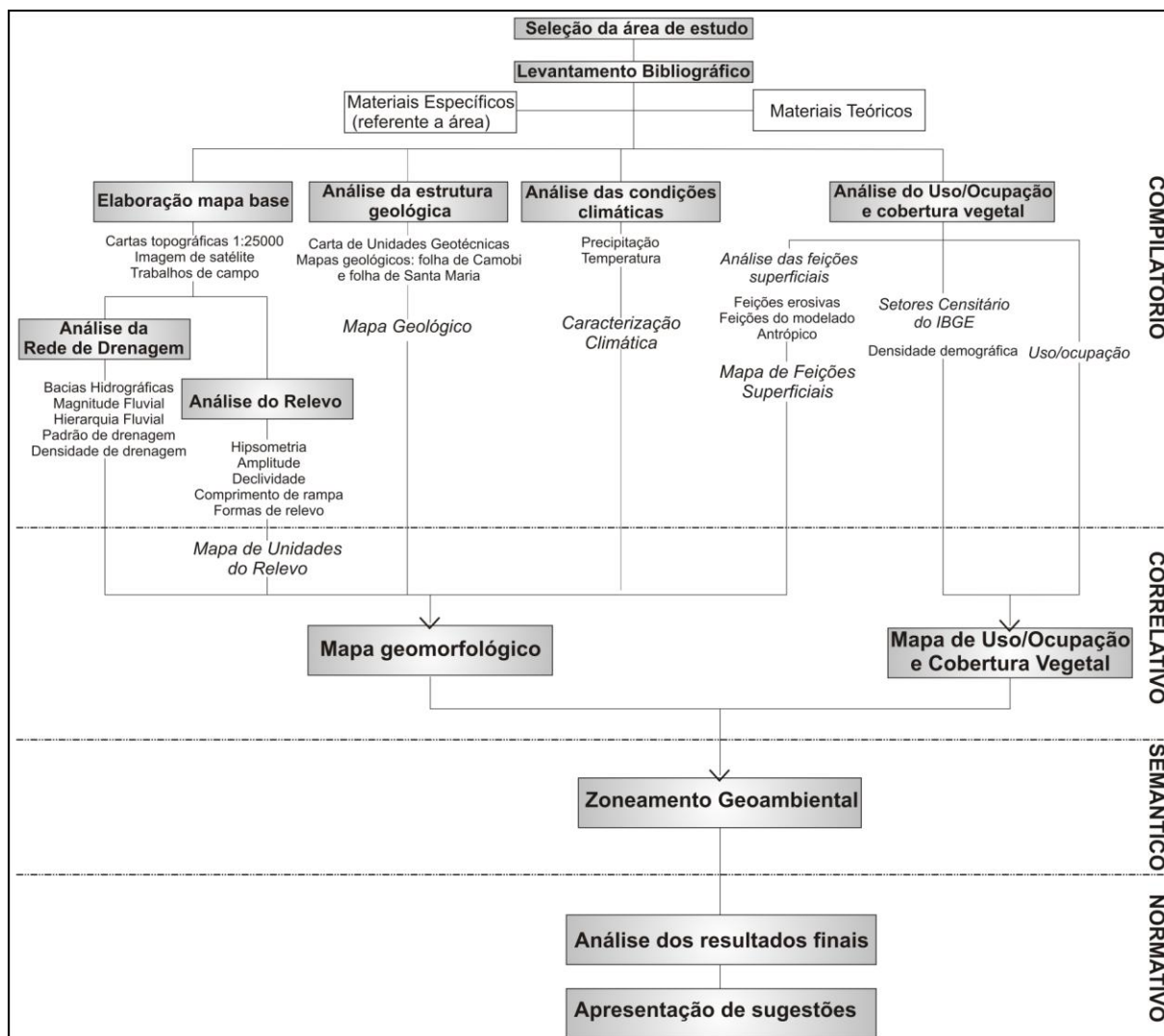


Figura 3 - Fluxograma metodológico.

➤ *Procedimentos técnicos – operacionais*

Em relação ao referencial técnico – operacional, a pesquisa apoia-se na utilização de geotecnologias para os mapeamentos. As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, e compreendem os sistemas de informações geográficas (SIG), cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005). A utilização destas tecnologias auxilia na análise e interpretação da paisagem, possibilitando a tomada de decisões e a definição de estratégias para estabelecer a sustentabilidade de áreas naturais ou alteradas.

Sendo assim, o instrumental técnico utilizado na pesquisa, refere-se à pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo, análises teóricas, além de procedimentos e técnicas de mapeamento temático e integração de informações, através de uma representação de síntese, em ambientes de Sistema de Informações Geográficas - SIG.

Os SIGs constituem um conjunto de ferramentas computacionais, composto de equipamentos e programas, que, por meio de técnicas, integra uma série de informações, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informações georeferenciadas produzidas por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico (ROSA, 2004). Florenzano (2005) destaca que, o uso de ambientes computacionais de SIG facilita a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes, bem como a análise espacial e a modelagem dos ambientes permitindo realizar a projeção de cenários futuros.

Com a utilização destes sistemas foi possível sistematizar informações de diferentes fontes e, através de uma representação de síntese, obter o zoneamento geoambiental da área de estudo. Isso se deve a facilidade que os dados espacializados oferecem para a análise e síntese de fenômenos e processos, naturais ou antrópicos.

O mapeamento dos elementos da paisagem realizou-se com base nos levantamentos bibliográficos e cartográficos, na interpretação de imagens de satélite e nos trabalhos de campo que possibilitaram identificar e complementar as informações obtidas de outras fontes. As informações levantadas foram transferidas para o Sistema de Geoprocessamento SPRING 4.3.3, onde gerou-se os Planos de Informações (PIs) correspondentes as cartas temáticas dos aspectos físicos-naturais (geologia, hidrografia e geomorfologia) e dos aspectos antrópicos (uso e ocupação da terra e cobertura vegetal). A partir da sistematização destas cartas temáticas, definiu-se, por meio da cartografia de síntese, o zoneamento geoambiental da área de estudo.

Os documentos cartográficos e materiais de apoio utilizados na pesquisa compreendem:

- ✓ Cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro em escala 1:25000 de Santa Maria – SE (SH.22.V.C.IV/1-SE), Santa Maria – SO (SH.22.V.C.IV/1-SO) e Camobi - SO (SH.22-V-C-IV/2-SO);
- ✓ Imagens de satélite IKONOS, com resolução espacial de 1 m, ano 2004 e 2008 (Prefeitura Municipal de Santa Maria; GoogleEarth – www.google.com.br);
- ✓ Mapas geológicos da Folha de Camobi e de Santa Maria, na escala 1:50.000; e Carta de Unidades Geotécnica de Santa Maria, na escala 1:25.000;
- ✓ Softwares SPRING 4.3.3 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), Surfer 8.0; e Corel Draw 13 para edição final.

A fim de identificar e complementar as informações obtidas de outras fontes realizaram-se verificações *in loco*.

Os parâmetros utilizados para a caracterização geoambiental da paisagem do Perímetro Urbano de Santa Maria e o tratamento metodológico para a elaboração de cada um dos produtos cartográficos são detalhados a seguir.

Recorte Espacial

A primeira fase no processo de investigação corresponde a delimitação do sistema a ser estudado “para que se possa estabelecer os elementos constituintes e as relações existentes” (FIGUEIRÓ, 1997, p. 100).

Sendo assim, adota-se como recorte espacial, o Perímetro Urbano de Santa Maria, delimitado pela Lei Complementar Nº034 de 29 de dezembro de 2005, Lei integrante do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental – PDDUA de Santa Maria. O perímetro urbano corresponde ao distrito sede de Santa Maria e incorpora a área urbanizada e a de expansão urbana, cujo parcelamento do solo atende a fins urbanos, sendo definido pelo poder público.

O espaço urbano, compreendido no perímetro urbano, enquanto sistema, no entendimento de Bólos i Capdevila (2002), é um campo de interrelações de todo o tipo entre os diferentes elementos que compõem a paisagem, sendo o elemento antrópico o mais visível na organização do sistema.

Para a delimitação do Perímetro Urbano e a elaboração da carta base utilizou-se uma base georeferenciada formada pelas cartas topográficas em escala 1:25000 de Santa Maria – SE, Folha SH.22.V.C.IV/1-SE, Santa Maria – SO, Folha SH.22.V.C.IV/1-SO, e Camobi – SO, Folha SH.22-V-C-IV/2-SO. As informações

altimétricas foram extraídas da base cartográfica através da vetorização das curvas de nível e dos pontos cotados. Obteve-se, também, o traçado da rede de drenagem, o qual, com base nas imagens de satélite, foi atualizado, assim como, a malha viária.

Caracterização Climática

Os estudos do clima são de fundamental importância, para a compreensão dos processos e modelamento das formas superficiais. Para Moreira; Pires Neto (1998) esses estudos permitem identificar a intensidade dos processos que atuam na superfície terrestre, assim como a sua distribuição no espaço, sendo que a velocidade de alteração das rochas ou intemperismo, por exemplo, é fortemente condicionada pela temperatura e precipitação.

Sendo assim, a análise do clima foi realizada a partir de determinadas condições climáticas, tendo como elementos de análise, as condições da temperatura e precipitação. Em virtude da ampla bibliografia sobre o tema, para o município de Santa Maria, utilizou-se desta como subsídio para as análises, especialmente a partir dos estudos de Sartori (1979; 1993). Para as análises referentes a precipitações utilizaram-se os dados trazidos por Kegler (2002) para de 1913 a 2002.

Os dados climáticos não foram cartografados, apenas analisados de forma dinâmica. Nesse sentido, conforme aponta Christofolletti (1999), o clima não é elemento materializável e visível na superfície terrestre, como a topografia, a vegetação, os solos e a hidrografia, embora seja perceptível e contribua significativamente para sentir e perceber as paisagens.

Análise da Estrutura Geológica

Da mesma forma que o clima, o componente representado pela geodinâmica e estrutura geológica, para Christofolletti (1999), também surge como condicionante na organização do geossistema, em virtude de potencializar as características topográficas e dos solos. Sendo assim, conforme a proposta apresentada por Trentin; Robaina (2005), o clima e o substrato geológico são informações básicas, pois, numa perspectiva temporal, definem o modelado do relevo e as características

da rede de drenagem, assim como do alterito gerado no processo de desagregação e decomposição das rochas.

O mapa geológico do perímetro urbano de Santa Maria foi elaborado com base em Gaspareto et al (1988) e Maciel Filho (1988), a partir do mapa geológico da folha de Camobi e da folha de Santa Maria, na escala 1:50000, e Maciel Filho (1990), através da Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria, na escala 1:25000. A partir do levantamento realizado por Da Rosa (2004), espacializou-se os sítios fossilíferos no Perímetro Urbano de Santa Maria.

Análise da Rede de Drenagem

Os canais de drenagem das bacias hidrográficas atuam como registro das alterações ocorridas em seu interior e refletem as mudanças condicionadas por processos naturais ou atividades antrópicas, seja por meio das alterações na qualidade das águas ou na própria configuração da rede (COLLARES, 2000). Desse modo, a análise da rede hidrográfica englobou, além dos parâmetros morfométricos de análise das bacias hidrográficas, informações referentes às alterações provocadas pela ação antrópica na configuração dos canais.

Considerando que o recorte espacial adotado é o Perímetro Urbano, inicialmente para a abordagem que se propõe a pesquisa, faz-se necessário a identificação das bacias hidrográficas inseridas neste espaço. Este procedimento facilita os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas, tais como as análises linear, hipsométrica e areal, bem como das relativas as intervenções antrópicas realizadas nos cursos d'água. Os parâmetros morfométricos analisados, em cada bacia, compreendem a densidade de drenagem, a hierarquia e magnitude fluvial e o padrão de drenagem.

Para Christofolletti (1980) a análise morfométrica de bacias hidrográficas inicia pela ordenação dos canais fluviais, com a finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial. A hierarquização dos canais da rede de drenagem foi efetuada conforme a classificação proposta de Strahler (1952, apud CHRISTOFOLETTI, 1980), considerando esta como a proposta que melhor descreve a composição da rede de drenagem. Sendo assim, a hierarquia fluvial consiste na classificação ordenada de determinados cursos d'água em relação ao conjunto total da bacia hidrográfica ao

qual se encontra (CHRISTOFOLETTI, 1980), ou seja, consiste em numerar os cursos em ordem crescente (SANTOS, 2004).

A densidade de drenagem, conforme Horton (1945, apud CHRISTOFOLETTI, 1974), é um parâmetro que relaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área total da bacia. É definida pela expressão $Dd=Lt/A$, onde, Dd é a densidade de drenagem; Lt o comprimento total dos canais e A a área total da bacia.

A magnitude de cada bacia foi definida pela ordenação dos canais segundo Strahler (1952, apud CHRISTOFOLETTI, 1974) e Scheidegger (1970, apud CHRISTOFOLETTI 1974), que indica o número de nascentes ou canais de primeira ordem existentes na bacia. Utilizando-se também da proposta de Strahler (apud CHRISTOFOLETTI, 1974), definiu-se o padrão de drenagem, o qual leva em consideração o comportamento quanto à linha geral de escoamento em relação à inclinação das camadas geológicas.

O padrão e a densidade de drenagem apresentam uma forte relação com a tectônica e a capacidade de infiltração das rochas e solos, e os parâmetros hierarquia e magnitude fluvial, indicam a energia da drenagem, sua capacidade de transporte, erosão e deposição (TRENTIN; ROBAINA, 2005).

A fim de identificar as alterações provocadas na drenagem, realizou-se o levantamento das intervenções que alteraram a configuração dos canais, através de análises em campo e interpretação de imagem de satélite. As intervenções observadas foram canalização, retificação e aterramento de canais, que, em virtude de requererem representação de detalhe, não foram cartografadas.

Análise do Relevo

O relevo pode ser caracterizado como um dos componentes do meio natural que apresenta uma diversidade enorme de tipos de formas (ROSS, 2003), as quais podem ser caracterizadas através de alguns parâmetros de análise do relevo. Sendo assim, os parâmetros utilizados para esta análise foram a hipsometria, a declividade, o comprimento de rampa, a amplitude e as formas de relevo, os quais definiram, a partir da integração das informações, o Mapa de Unidades do Relevo. Esta integração “facilita estabelecer relações entre a topografia e outros constituintes naturais ou artificiais do território e contribui no processo da análise espacial integrada” (GRANELL-PEREZ, 2001, p.98).

A definição das classes altimétricas foi realizada com base nas linhas de ruptura de relevo, sendo individualizadas quatro classes:

☆ < 100 m: áreas planas junto aos principais cursos d'água;

☆ 100 – 150 m: classe entre as áreas planas próximas aos canais e o início do Rebordo do Planalto;

☆ 150 – 200 m: início do Rebordo, onde o relevo não se dispõem de forma muito íngreme;

☆ > 200 m: o Rebordo propriamente dito.

A partir das classes estabelecidas, realizou-se, utilizando-se do modelo digital de elevação – MDE, a representação espacial das altimetrias na área de estudo. O MDE, conforme Florenzano (2008, p. 18), “é um plano de informação que descreve a altitude, ponto a ponto, de uma determinada área” e foi elaborado no Surfer 8.0, com base nas curvas de nível e pontos cotados.

Para a elaboração do mapa clinográfico gerou-se uma grade triangular (TIN), a partir das informações altimétricas da área, no sistema SPRING 4.3.3, da qual se obteve uma grade de declividades. Para o fatiamento da grade, utilizaram-se os limites estabelecidos pelo IPT (1991, apud MOREIRA; PIRES NETO, 1998), para as formas de relevo, e pela Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei 6766/79), definindo classes com base nos processos de dinâmica predominante. Os limites adotados são:

☆ 2% - áreas muito planas, quando ocorrem junto às drenagens formam áreas de inundação;

☆ 5% - áreas planas onde se registram alguns processos deposicionais. A partir desta inclinação o processo erosivo começa a ser significativo (IPT, 1991, apud OLIVEIRA, 1998).

☆ 15% - limite máximo para uso de mecanização agrícola e, áreas propícias à ocorrência de processos de movimentos de massa e escorregamentos (IPT, 1991).

☆ 30% - definido pela Lei 6766/79, como limite máximo para a urbanização sem restrições.

Outro parâmetro importante na análise do relevo é o comprimento de rampa, definido através da medição das vertentes. Foram medidas 241 rampas, que possibilitaram a definição de 5 classes.

Os parâmetros morfométricos de amplitude local, declividade das vertentes e comprimento de rampa permitiram a classificação das formas do relevo, conforme proposta do IPT (1991, apud MOREIRA; PIRES NETO, 1998) apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das formas de relevo

Amplitude local	Gradiente	Formas de relevo
	< 5%	Rampa
< 100	5 a 15%	Colina
	> 15%	Morrote
100 a 300	5 a 15%	Morro com encosta suave
	> 15%	Morro

Fonte: IPT (1991, apud MOREIRA; PIRES NETO, 1998)

A integração dos parâmetros de análise do relevo possibilitou a compartimentação da área em unidades homogêneas, sintetizando, num único documento cartográfico, os dados referentes à altimetria, a declividade e a análise das vertentes. As unidades de relevo são individualizadas a partir do estabelecimento de áreas com parâmetros semelhantes e a influência destes nos processos de dinâmica superficial (TRENTIN, 2007).

Análise das Feições Superficiais Marcantes

O mapa de feições superficiais identifica e espacializa as feições originadas por intervenções antrópicas e pela ocorrência de processos de dinâmica superficial, e, associado ao uso e ocupação do espaço, representa a dinâmica envolvida na interação entre a sociedade e a natureza (TRENTIN, 2007).

As feições foram identificadas através da interpretação das imagens de satélite e das observações em campo, e foram divididas em feições erosivas e feições do modelado antrópico, conforme destacado a seguir:

☆ *Feições do modelado antrópico:* correspondem às feições no ambiente que tiveram sua origem essencialmente de natureza antrópica, como pedreiras, olarias e as áreas de material de empréstimo. As intervenções antrópicas realizadas nos cursos fluviais, como canalizações, retificações, aterramentos e represas, também inserem-se nesta categoria, porém estas foram abordadas conjuntamente com as análises relativas a rede de drenagem.

☆ *Feições erosivas*: nesta categoria inserem-se as feições de características mais naturais, como é o caso das ravinas e voçorocas, mas não restringindo a ação antrópica no desenvolvimento destes processos.

Análise Geomorfológica

O mapa geomorfológico corresponde a síntese das informações referentes ao relevo, geologia, hidrografia e feições superficiais e sua definição tem como base os aspectos relativos à morfografia, a morfometria, a morfocronologia e a morfogênese.

Para a interpretação dos fatos geomorfológicos utilizou-se, como base, a proposta de hierarquização de Ross (1992), que permitiu a definição dos diferentes níveis de compartimentação para a área de estudo. Sendo assim, a representação geomorfológica partiu da identificação das unidades geomorfológicas (3º táxon de Ross, 1992), que foram definidas em função da similitude de formas de relevo e suas relações estruturais, enfatizando a morfologia e a morfogênese. Desta forma, foram definidas três unidades geomorfológicas (Unidade de Morros e Morrotes Isolados, Unidade de Colinas e Unidade de Planícies e Terraços Fluviais). No segundo nível hierárquico, as características do relevo, especialmente as morfométricas, e o substrato litológico individualizaram as subunidades geomorfológicas (4º táxon de Ross, 1992), num total de sete (Morros, Morrotes Isolados, Colinas de Arenito e Lamito, Colinas de Arenito, Colinas de Lamito e Arenito, Terraços Fluviais e Planícies Fluviais). Também, foram identificadas as feições superficiais associadas a cada compartimento.

Análise do Uso e Ocupação e Cobertura Vegetal

Conforme Bólos i Capdevila (1992) os usos do solo refletem a distinta intervenção do homem sobre a paisagem para adaptá-la as suas necessidades, estando mais relacionados com os aspectos funcionais da paisagem. Assim, o mapa de uso/ocupação e cobertura vegetal demonstra as diferentes formas de ocupação do meio físico e corresponde a “um dos principais indicadores dos níveis de troca que se estabelecem nas relações sociedade/natureza, sendo a sua análise de vital importância para o entendimento da estrutura e dinâmica de um espaço qualquer” (FIGHEIRÓ, 1997, p. 126).

A análise do uso e ocupação do Perímetro Urbano de Santa Maria ocorreu através da definição de áreas distintas em formas com expressão poligonal. A individualização dos polígonos na imagem de satélite de alta resolução, definiu os diferentes usos da terra, e as informações referentes a população, a partir dos setores censitários do IBGE – ano base 2000 (<ftp://geoftp.ibge.gov.br>), o grau de adensamento urbano e os trabalhos de campo auxiliaram na identificação, caracterização e análise das diferentes formas de uso/ocupação desenvolvidos na área de estudo.

Utilizando-se dos setores censitários, definidos pelo IBGE, e da população inserida em cada setor, elaborou-se o mapa de densidades demográficas, com o estabelecimento de cinco classes: < 1000 hab/Km²; 1000 – 3700 hab/Km²; 3700 – 6500 hab/Km²; 6500 – 9000 hab/ Km²; e > 9000 hab/ Km².

Em função de o recorte espacial adotado não se restringir apenas aos limites da cidade de Santa Maria, mas englobar também as áreas de expansão urbana considerou-se as áreas de uso rural inseridas no perímetro urbano. Assim, as classes de uso e ocupação e cobertura vegetal definidas na área de estudo são:

☆ Centro Urbano: Área urbana central caracterizada pela forte adensamento de infra-estrutura e populacional, e com predomínio da verticalização do uso do solo;

☆ Ocupação adensada: Áreas com considerável concentração populacional e de edificações, entretanto é caracterizada pelo uso horizontal do solo;

☆ Ocupação pouco adensada: Corresponde às áreas com ocupações dispersas;

☆ Áreas de forte contribuição industrial: Representa as áreas com concentração industrial, notadamente, o Distrito Industrial de Santa Maria;

☆ Áreas de mineração e empréstimo de material: Correspondem às lavras de pedreiras, as olarias e as áreas de empréstimo, as quais visam fornecer material para a construção civil;

☆ Vegetação arbórea nativa: Áreas de cobertura vegetal arbórea com características naturais, associadas especialmente a rede de drenagem e as áreas de alta declividade;

☆ Reflorestamento: Áreas individualizadas pelo plantio de espécies arbóreas exóticas;

☆ Campos: Corresponde as áreas com vegetação campestre, por vezes, com a presença de arbustos ou árvores de maior porte e criação de gado;

☆ Áreas agrícolas: Representa as áreas com cultivos de lavouras, especialmente soja, arroz e milho. Inserem-se, também, nesta classe as lavouras de pequena extensão com cultivos de subsistência.

☆ Corpos d'água: áreas com acúmulo de água.

A partir da identificação destes aspectos definiu-se o mapa de uso e ocupação e cobertura vegetal do Perímetro Urbano de Santa Maria.

Zoneamento Geoambiental

O mapa geoambiental representa a síntese das informações do quadro natural e antrópico, identificando as relações entre ambos. Assim, a integração dos diferentes elementos que compõem a paisagem do Perímetro Urbano de Santa Maria, conforme o esquema apresentado na Figura 4, resultou na definição, na escala 1:50000, de unidades constituídas por atributos naturais e antrópicos distintos e característicos.

Sendo assim, as características físicas individualizaram áreas homogêneas que, associadas as informações de uso e ocupação definiram o zoneamento geoambiental, através da identificação de unidades hierarquizadas, distribuídas em Unidade, Subunidade e Feição. Deste modo, as unidades representam áreas com características homogêneas, as quais definem comportamentos e respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial e possibilitam a identificação de potencialidades, fragilidades e problemas ambientais. A denominação das unidades levou em consideração algum elemento representativo do uso, definido pelo nome de bairro, vila ou arroio.

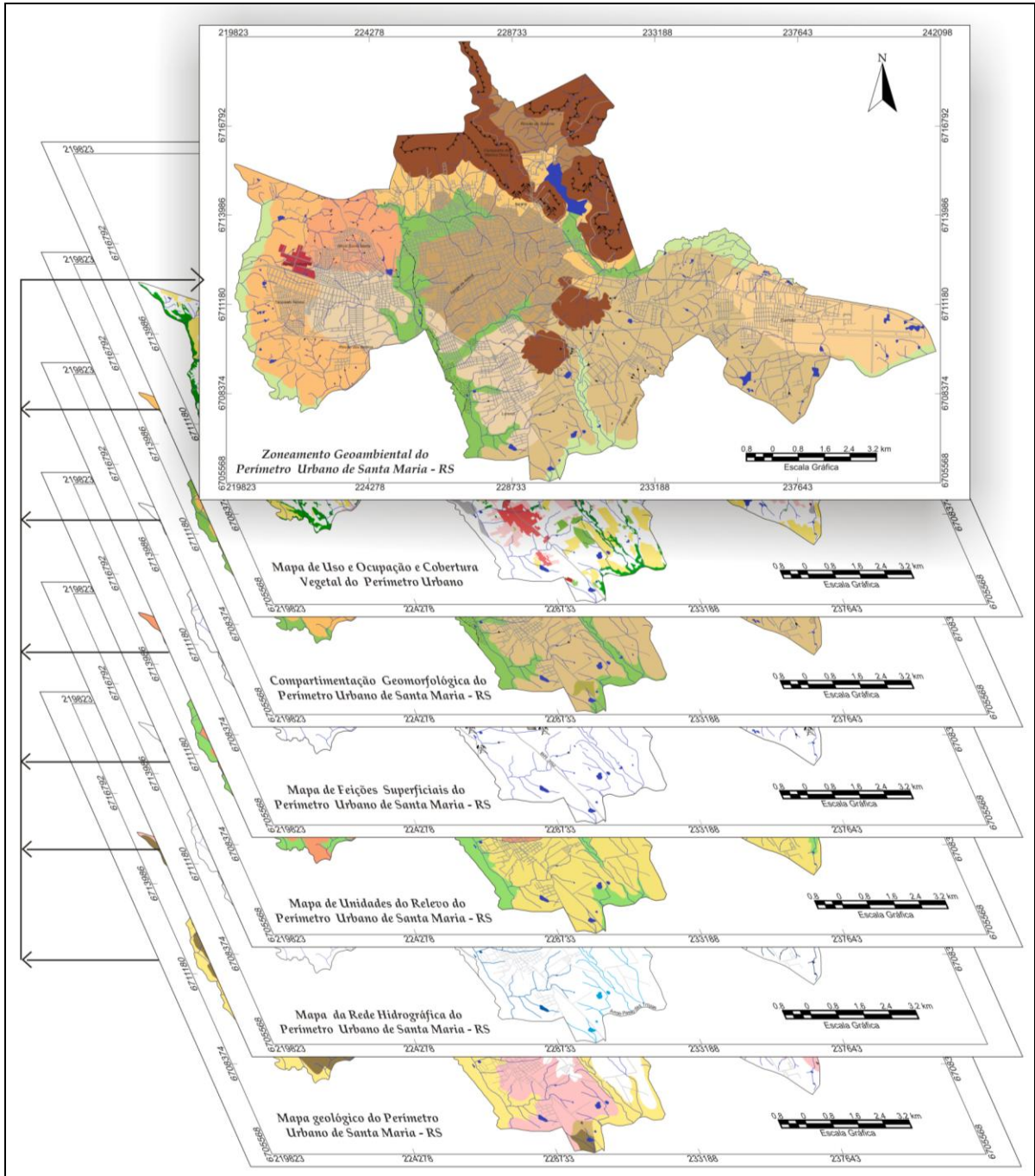


Figura 4 - Esquema ilustrativo dos diferentes níveis de informação utilizados na compartimentação geambiental da área de estudo.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Neste capítulo, a paisagem é caracterizada a partir de seus principais componentes individuais. Sendo assim, é realizada a análise dos aspectos físicos, através da caracterização climática da área e da análise da estrutura geológica, do relevo, e da rede hidrográfica, e dos aspectos antrópicos, relativos à apropriação do espaço pela sociedade e as relações que se estabelecem a partir do uso e ocupação do meio.

4.1. Caracterização Climática

O clima do município de Santa Maria, segundo a classificação de Köpen, é do tipo fundamental cfa – Subtropical úmido, sem estação seca definida, com verões quentes (MORENO, 1961). As temperaturas médias variam de 8° - 10°C até 28°-32°C e as precipitações são regulares, com índices pluviométricos anuais de 1500 – 1750 mm (PEREIRA et al, 1981; ALBRECHT; BARROS SARTORI, 1991).

Buscando uma abordagem mais genética para os fenômenos atmosféricos, Sartori (1979) ao estudar o clima de Santa Maria, realiza uma análise dinâmica da circulação atmosférica regional, explicando a seqüência de tipos de tempo como resposta a essa circulação. Sendo assim, analisando a participação dos Sistemas Extratropicais (Massas e frentes polares) e Intertropicais (Massas tropicais e Correntes perturbadas) na região de Santa Maria, a referida autora constata que, em 90% dos dias do ano, o controle de tempo é feito pelos Sistemas Polares que determinam as principais características do clima, sendo “responsáveis pelos períodos de abaixamento de temperatura (massas polares) e pelas chuvas (frente frias)” (PEREIRA et al, 1989).

Desse modo, as chuvas na região de Santa Maria, assim como em todo o estado do Rio Grande do Sul, são essencialmente frontais “resultantes da circulação

atmosférica regional que determina os avanços periódicos das massas polares durante todo o ano e as conseqüentes frentes frias numa média de 4 a 5 passagens por mês” (SARTORI, 1993, p.71). Mais esporadicamente, as chuvas, são provocadas pela passagem de frentes quentes pela região, relacionadas com a participação dos sistemas de origem intertropical na composição da realidade climática local.

As chuvas se distribuem pelo ano, “não havendo definições de estações secas e chuvosas no que se refere a índices mínimos a partir dos quais se estabelecem esses períodos” (SARTORI, 1993, p. 70). Esse quadro climático determina processos morfogenéticos específicos, com uma drenagem constituída de canais essencialmente perenes, que exercem grande influência no modelado do relevo.

A partir das informações referentes à pluviometria, para o período de 1913 a 2000, trazidas por Kegler (2002)⁶, constata-se que a média pluviométrica para Santa Maria é de 1688,8 mm. Além disso, as precipitações anuais no período analisado, conforme ilustra a Figura 5, apresentam grande variabilidade, registrando índices máximos de quase 3000 mm, no ano de 1940, até mínimos de 708 mm, em 1917. Os índices de maior freqüência, conforme constatado por Kegler (2002), ocorrem entre 1303 mm a 1965 mm anuais, representando 58% dos anos observados.

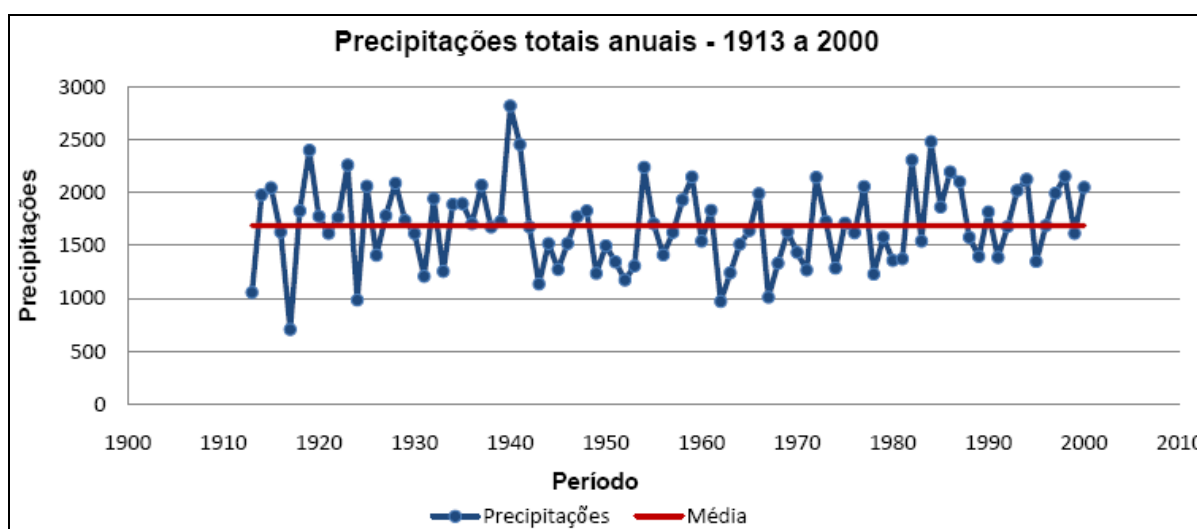


Figura 5 - Precipitações anuais em Santa Maria – Período 1913 – 2000.

Fonte: KEGLER, L. (2003)

Org.: DAL'ASTA, A.P.

⁶ Os dados foram obtidos na Estação Meteorológica de Santa Maria, pertencente a rede oficial de observações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A variabilidade nesses índices pluviométricos anuais, com valores de chuvas tão altos e tão baixos, decorrem de episódios de longas estiagens ou de enchentes, as quais “podem acontecer em qualquer época do ano e que refletem alterações na habitualidade da circulação atmosférica nas escalas regional e sazonal” (SARTORI, 2003, apud TRENTIN, 2007, p. 71), em parte provocadas pelos fenômenos de El Niño⁷ e La Niña.

Os fenômenos El Niño e La Niña afetam a circulação atmosférica, gerando anomalias climáticas, especialmente pluviométricas, em diversas partes do mundo, inclusive no Rio Grande do Sul. Conforme Berlato; Fontana (2003) o ENOS (El Niño Oscilação Sul) é um fenômeno de grande escala que ocorre no Oceano Pacífico e refere-se a uma combinação de dois mecanismos que demonstram, de forma marcante, o vínculo entre o oceano e a atmosfera, sendo que “o El Niño (EN) representa o componente oceânico do fenômeno, enquanto a Oscilação Sul (OS) representa a contrapartida atmosférica” (BERLATO; FONTANA, 2003, p. 19).

Para o Rio Grande do Sul, nos períodos de ocorrência do El Niño a tendência é de precipitações abundantes, enquanto que para o fenômeno La Niña, devido as passagens rápidas das frentes frias, observa-se a rápida tendência de diminuição da precipitação pluvial no Estado. Ressalta-se que, o ENOS também afeta as temperaturas, as quais, conforme Berlato; Fontana (2003), tendem a sofrer maiores impactos na temperatura média mínima, com desvios médios iguais ou maiores do que 1°C em vários meses do ano.

Ao analisar a distribuição espaço-temporal da precipitação pluvial em anos de El Niño e La Niña, com base em séries históricas de 29 estações meteorológicas do INMET e períodos básicos de 1913 a 1995, Fontana; Berlato (1997) constataram que em anos de El Niño ocorre precipitação pluvial superior a média climatológica em quase todos os meses do ano. Para os períodos com La Niña, a situação se inverte, uma vez que, observa-se precipitação pluvial abaixo da média na maioria dos meses do ano. Os autores ainda constataram que os maiores impactos, tanto de El Niño como La Niña na precipitação pluvial, ocorrem na região noroeste do Rio Grande do Sul.

⁷ Esta denominação ao fenômeno foi dada por marinheiros da costa do Peru e Equador, em alusão ao Menino Jesus, visto que o aparecimento dessa corrente se dava com maior frequência próximo ao Natal.

Para o período de 1950 a 2000, ocorreram eventos de El Niño e La Niña em 59% dos meses, ou seja, em praticamente 60% dos meses da segunda metade do século XX o fenômeno El Niño/La Niña esteve presente (BERLATO; FONTANA, 2003), conforme ilustra o Quadro 1, que apresenta também a intensidade de cada evento, entre 1913 a 2000.

El Niño		La Niña	
Ano	Intensidade	Ano	Intensidade
1913-1914	<i>Forte</i>	1916-1918	<i>Forte</i>
1918-1919	<i>Forte</i>	1924-1925	<i>Moderado</i>
1923	<i>Moderado</i>	1928-1929	<i>Fraco</i>
1925-1926	<i>Forte</i>	1938-1939	<i>Forte</i>
1932	<i>Moderado</i>	1949-1950	<i>Fraco</i>
1939-1941	<i>Forte</i>	1954-1956	<i>Forte</i>
1946-1947	<i>Moderado</i>	1964-1965	<i>Moderado</i>
1951	<i>Forte</i>	1970-1971	<i>Moderado</i>
1953	<i>Fraco</i>	1973-1976	<i>Forte</i>
1957-1959	<i>Forte</i>	1983-1984	<i>Fraco</i>
1963	<i>Fraco</i>	1984-1985	<i>Fraco</i>
1965-1966	<i>Moderado</i>	1988-1989	<i>Forte</i>
1968-1970	<i>Moderado</i>	1995-1996	<i>Moderado</i>
1972-1973	<i>Forte</i>	1998-2000	<i>forte</i>
1976-1977	<i>Fraco</i>		
1977-1978	<i>Fraco</i>		
1979-1980	<i>Fraco</i>		
1982-1983	<i>Forte</i>		
1986-1988	<i>Moderado</i>		
1990-1993	<i>Forte</i>		
1994-1995	<i>Fraco</i>		
1997-1998	<i>Forte</i>		

Quadro 1 - Histórico de ocorrência de El Niño e La Niña no período de 1913 a 2000.

Fonte: CPC/NCEP/NOAA apud BERLATO; FONTANA, 2003.

Org: DAL'ASTA, A.P.

Relacionando os eventos de ENOS com as precipitações totais anuais para Santa Maria, constata-se que 76% dos índices pluviométricos superiores aos índices de maior frequência (1913 mm), ocorreram em anos que se registrou o fenômeno El Niño. Ilustram esse quadro, os anos de 1919, com registro de 2400 mm, 1940, com 2819 mm, 1941, com 2455 mm, 1986, com 2196 mm, e 1998, com 2154 mm, evidenciando, dessa forma, que os maiores índices de concentrações pluviiais ocorridos nos últimos 88 anos, de certa forma, se associam ao fenômeno El Niño, corroborando com o observado por Kegler (2002).

Para os anos com registro de ocorrência de La Niña, apenas cinco apresentaram índices de pluviosidade abaixo dos índices de maior frequência (1303 mm), sendo que nos demais anos foram registrados totais anuais dentro da normalidade para Santa Maria. Sendo assim, Kegler (2002, p. 26) destaca que, o referido fenômeno “não gera uma seca prolongada, mas sim uma estiagem para certos períodos do ano, principalmente para os meses de outubro, novembro e dezembro”.

Esse trimestre, conforme constatado por Kegler (2002) e Sartori (1993)⁸, para o período de 1913 a 2000, é o menos chuvoso, ou seja, é o de maior frequência quando o volume das precipitações é mais escasso, seguido pelo trimestre composto por janeiro/fevereiro/março, o qual também corresponde ao trimestre de maior frequência como mais chuvoso. Sendo assim, janeiro/fevereiro/março apresentam “a maior variabilidade no que diz respeito ao comportamento das precipitações” (KEGLER, 2002, p.28).

Em relação a distribuição mensal das precipitações, para o período de 1970 a 2000, observa-se, a partir da Figura 6, que os meses mais chuvosos são julho, janeiro, junho e abril, com médias superiores a 150 mm, enquanto que os menos chuvosos são novembro (125 mm), agosto (129 mm) e fevereiro (137 mm).

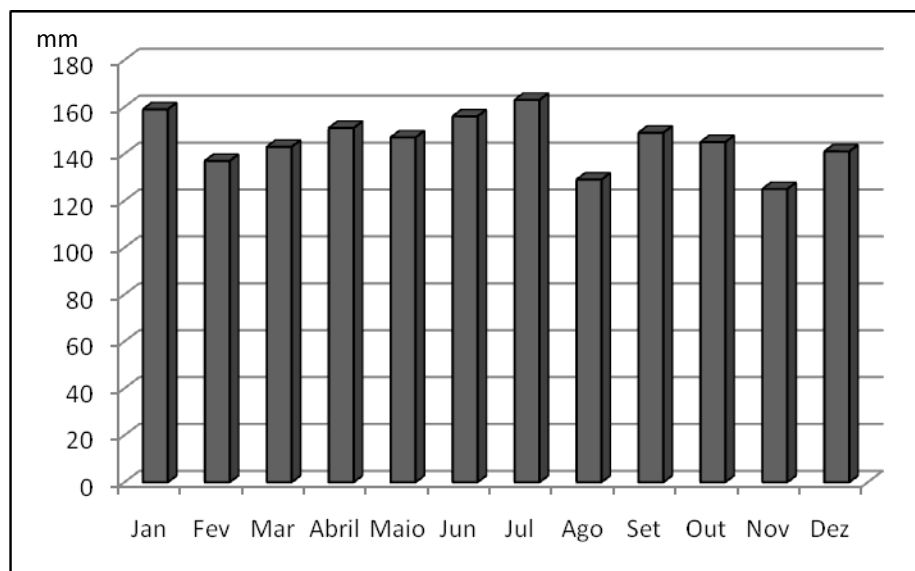


Figura 6 - Distribuição das precipitações por meses do ano.

Fonte: Adap. Kegler (2002).

Org: DAL'ASTA, A.P.

⁸ Kegler (2002) utilizou uma série histórica de 88 anos, no período de 1913 a 2000. A série histórica utilizada por Sartori (1993) engloba o período de 1913 a 1991, com dados coletados na Estação Meteorológica de Santa Maria e no Instituto de Pesquisa Agrônomicas da Secretaria da Agricultura e Abastecimento (RS).

Ao analisar o fenômeno ENOS e a erosividade das chuvas em Santa Maria, no período de 1978 a 2008, Paula (2009) constata que o potencial erosivo médio das chuvas em anos Neutros (sem interferência do fenômeno ENOS) é similar aos anos de El Niño. A implicação prática destes resultados, para a referida autora, é que a preocupação com as práticas conservacionistas deve ser sempre uma prioridade, uma vez que os anos neutros são geralmente em maior número. Ressalta-se que, no Perímetro Urbano de Santa Maria os movimentos de solo, para implantação da estrutura urbana, são constantes, deixando muitas áreas com solo exposto, onde, em eventos chuvosos, ocorre, especialmente em litologias mais suscetíveis, a formação de sulcos no terreno, bem como a desagregação de partículas e o transporte até os canais fluviais, intensificando o processo de assoreamento. Outro ponto a enfatizar é que, em épocas de grande concentração pluviométrica a cidade está sujeita a inundações eventuais, especialmente no arroio Cadena e seus afluentes, que possuem suas margens e nascentes ocupadas, com grande impermeabilização do terreno.

Destaca-se que, a distribuição das precipitações em Santa Maria reflete também, conforme salienta Sartori (1979), a disposição dos compartimentos geomorfológicos, onde se sobressai, a influência da escarpa da Serra Geral (porção norte), que provoca o efeito orográfico nas chuvas, a qual determina um aumento na precipitação. Além disso, influi no vento de direção norte que ao descer a serra se intensifica e se aquece, tornando-se mais quente e mais seco do que o é no topo do Planalto, e na temperatura.

As temperaturas médias anuais, em Santa Maria, são entre 18° e 20°C, no centro-sul do município, e entre 18° e 16°C, ao norte, no setor mais elevado. O mês mais frio apresenta temperatura média entre 13° e 15°C e média das mínimas entre 8° e 10°C, e mínima absoluta inferior a 0°C. Ao passo que no mês mais frio ocorrem temperaturas bastante baixas, no mês mais quente a temperatura média é superior a 24°C, com média das máximas variável entre 28°C, ao norte, e 32° no restante da área, e máximas absolutas superiores a 40°C. Estas informações, referentes as temperaturas, são trazidas por Pereira et al (1989).

Sartori (1979), no período em que Santa Maria assistia ao grande crescimento da área urbana, chamava a atenção para a influência das edificações nas condições climáticas de determinada área. Em estudo específico, Saydelles (2005) analisa o

campo térmico e os fenômenos de ilhas de calor urbano na cidade de Santa Maria e seu entorno e relaciona suas oscilações térmicas e espaciais, a partir da interação das variáveis urbanas e naturais frente à imposição de tipos de tempos de condições sinóticas de inverno.

O referido autor constata que as edificações interferem na circulação do ar, bem como provocam o sombreamento de algumas áreas e a formação de “Ilhas de Calor Urbano” com diferenças de até 10°C na temperatura, na relação centro-periferia (SAYDELLES, 2005).

4.2. Análise da estrutura geológica

As informações geológicas subsidiam as interpretações sobre o relevo, solo e processos erosivos e, “acima de tudo, demonstram a capacidade de suporte das ocupações e ações humanas sobre o meio físico” (SANTOS, 2004). Nesse sentido, a estrutura geológica do Perímetro Urbano de Santa Maria individualiza dois compartimentos bastante distintos, em termos de morfologia e de respostas frente aos processos de dinâmica superficial, a Depressão Periférica e o Rebordo do Planalto.

O substrato do Perímetro Urbano de Santa Maria é formado, predominantemente, por rochas sedimentares e, em menor quantidade, por rochas vulcânicas, da Bacia Sedimentar do Paraná, além de depósitos associados aos canais fluviais, conforme ilustra o mapa geológico da Figura 6. As rochas sedimentares representam os vários ciclos deposicionais em área continental com variações definidas pelas diferentes fácies, nas seqüências de mesma idade, e por trocas climáticas, nas seqüências de idades diferentes (OLIVEIRA, 2004). Já, as rochas vulcânicas, da Formação Serra Geral, formam derrames sucessivos de lavas originados durante a separação do grande continente do Gondwana. Sendo assim, a coluna estratigráfica, apresentada no Quadro 2, mostra a relação cronológica das diferentes rochas da área de estudo.

As litologias mais antigas encontradas no município correspondem a um pacote de rochas sedimentares Triássicas pertencentes às Formações Rosário do Sul, Santa Maria e Caturrita. Estas formações ocorrem em cerca de 90% da área e compõem o substrato rochoso da Depressão Periférica. As litologias desse pacote sedimentar apresentam baixa resistência aos processos erosivos e são ricas em fósseis animais e vegetais. Conforme levantamento realizado por Da Rosa (2004), ocorrem, no Perímetro Urbano de Santa Maria, 16 sítios fossilíferos associados a essas litologias, conforme ilustra a Figura 6.

As rochas da Formação Rosário do Sul afloram na porção oeste, formando uma faixa, e no extremo sul, ocupando uma área de 757,16 ha. Essa formação é constituída por rochas sedimentares de origem fluvial. Na folha de Santa Maria, aparece como arenito muito fino ou siltito, com estratificação cruzada acanalada ou paralela, de cor rosada homogênea, contendo fraturas (MACIEL FILHO, 1990). “O

material intemperizado ou solo saprolítico pode ser facilmente escavado não suportando ação prolongada das águas da chuva, que provocam sulcos de erosão” (MACIEL FILHO, 1990, p. 8).

COLUNA ESTRATIGRÁFICA						
Era	Período	Época/Idade	Formação	Litologias	Área (ha)	
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	RECEN-TE	Sedimentos atuais (ALUVIÕES)	Cascalhos, areias, siltes e argilas fluviais.	1643,63 (12%)	
		PLEIS-TO-CENO	TERRAÇOS FLUVIAIS	Conglomerados, arenitos médios argilosos com estratificação cruzada e planar e siltitos arenosos, de ambiente fluvial	1206,85 (9%)	
MESOZÓICA	CRETÁCEO	INFERIOR	SERRA GERAL	Sequência Superior – Rochas vulcânicas ácidas: riólitos granofíricos de cor cinza clara a média e vitrófiros de cor preta ou castanha subordinados, com disjunção tabular dominante.	635,01 (5%)	
				Sequência Inferior – Rochas vulcânicas básicas: basaltos e andesitos toleíticos de cor cinza escura, com intercalações de arenito eólico.		
	CRETÁ-CEO/ JURÁS-SICO		BOTUCATU	Arenitos médios a finos, de cor rosa, com estratificação cruzada cuneiforme de grande porte de ambiente eólico.	558,19 (4%)	
	JURÁS-SICO/ TRIÁS-SICO		CATURRITA	Arenitos médios a finos róseos, com estratificação cruzada acanalada e planar, intercalados com siltitos vermelhos, de ambiente fluvial. Troncos vegetais fósseis silicificado.	2059,19 (16%)	
	TRIÁSSICO	SUPERIOR	SANTA MARIA	MEMBRO ALEMOA	Siltitos argilosos maciços, de cor vermelha, com níveis esbranquiçados de concreções calcárias. Ambiente de sedimentação controverso (Lacustre? Loess?)	4132,62 (32%)
				MEMBRO PASSO DAS TROPAS	Arenitos feldspáticos grosseiros, com estratificação cruzada acanalada na base, seguidos de siltitos arenosos roxo-avermelhados de ambiente fluvial, além de arenitos finos e siltitos laminados, de cor rosa a lilás, de ambiente flúvio-lacustre. Impressões de restos da flora Dicroidium	2099,31 (16%)
ROSÁRIO DO SUL			Arenitos finos micáceos, bem consolidados, de cor rosa a vermelha na base, passando a amarelo – acinzantada e lilás em direção ao topo, com estratificação cruzada acanalada e planar de origem fluvial.	757,16 (6%)		

Quadro 2 - Coluna Estratigráfica do Perímetro Urbano de Santa Maria

Fonte: GASPARETTO et al, 1988.

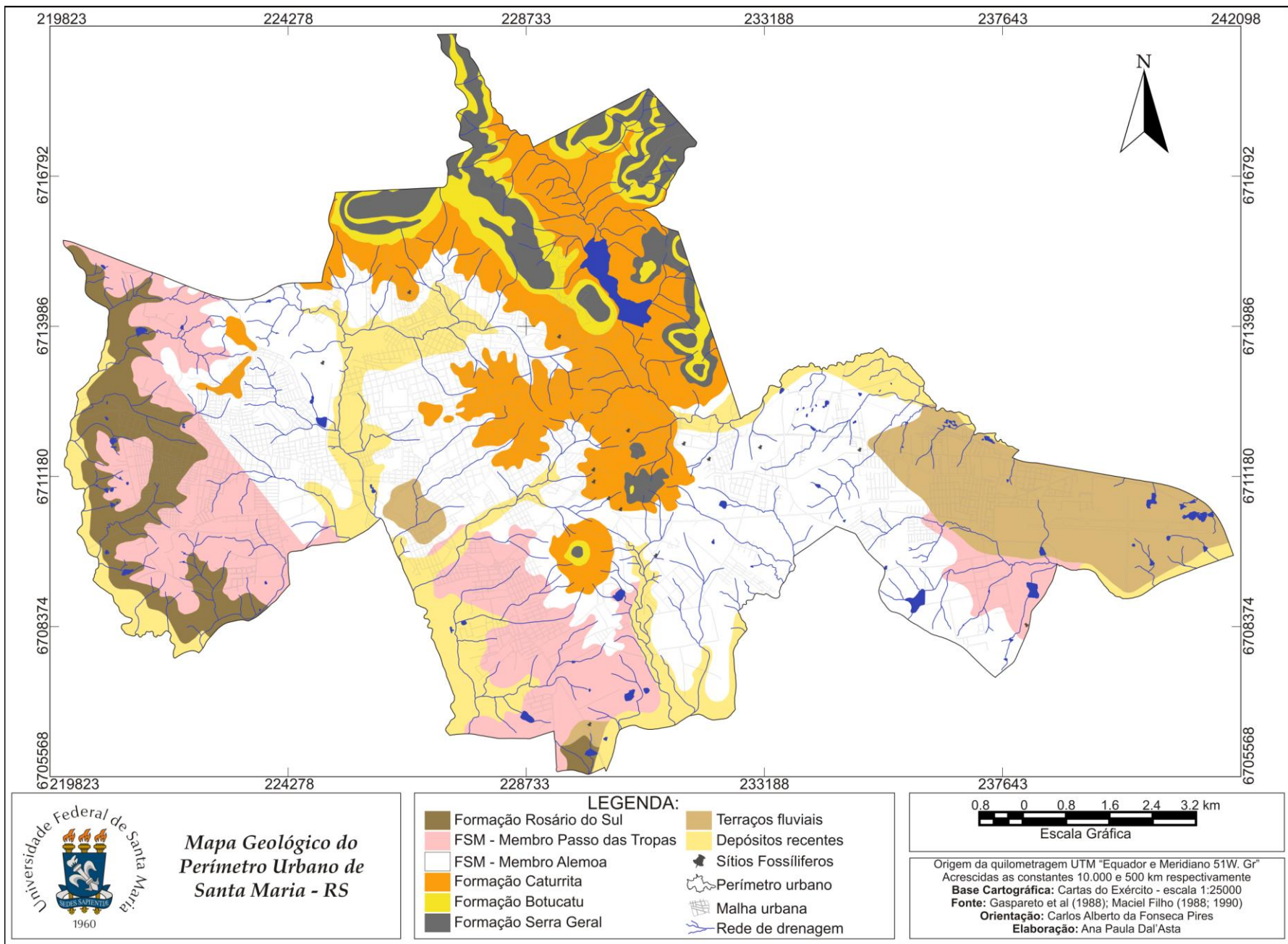


Figura 7 - Mapa geológico do Perímetro Urbano de Santa Maria.

A Formação Santa Maria (FSM) ocupa a maior área no Perímetro Urbano de Santa Maria, cerca de 6.230 ha, e do ponto de vista litológico é dividida em duas fácies, que representam os membros, sendo o inferior denominado Passo das Tropas e o superior Alemoa. Conforme apresentado por Da Rosa (2004) essa formação, na área de estudo, possui inúmeros afloramentos fossilíferos, que reúnem impressões vegetais da *Flora Dicroidium*, no Membro Passo das Tropas, e fósseis vertebrados (*terapsídeos* e *arcossauromorfos*), no Membro Alemoa.

O Membro Passo das Tropas aflora nas porções leste, sul e oeste. Na porção oeste ocorre associado com sedimentos da Formação Rosário do Sul. É constituído, predominantemente, por arenitos grosseiros a médios de cores amarela e rosa, friáveis, feldspáticos, por vezes conglomeráticos, com seixos e grânulos de quartzo e bolas de argila, de origem fluvial (GASPARETTO et al, 1988; MACIEL FILHO, 1990). Essa camada é permeável e possui aquífero livre e confinado, constituindo o aquífero mais importante para Santa Maria, dado sua larga exploração (MACIEL FILHO, 1990). Na parte superior desta Unidade têm-se uma seqüência de siltitos e arenitos argilosos, estratificados de cores variadas, os quais são semipermeáveis.

O membro Alemoa está representado por uma seqüência de lamitos (silito argiloso) de cor vermelha, compacto, maciço, com níveis mais claros de concreções calcárias (GASPARETTO et al, 1988; MACIEL FILHO, 1990). Apresenta, em condições naturais, conforme verificado por Rauber (2008) em ensaios *in situ*, valores de condutividade hidráulica⁹ entre $6,0 \times 10^{-8}$ m/s e $7,2 \times 10^{-9}$ m/s, indicando que esta unidade é praticamente impermeável. Em função disso, é recomendável para aterros sanitários, pois, por funcionar como selo isolante, impede a poluição dos aquíferos (MACIEL FILHO, 1977).

Esta unidade apresenta problemas de expansividade, representando problemas para a malha viária e as fundações, refletidos, especialmente, em rachaduras nas paredes. Conforme constatado por Maciel Filho (1977), o principal argilomineral presente na Formação Santa Maria é a montmorillonita. Outro aspecto relativo às propriedades geotécnicas é a baixa resistência à erosão, constituindo-se na unidade com maior número de feições associadas a ravinas e voçorocas.

⁹ A condutividade hidráulica (k – permeabilidade) é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento de água através dele (CAPUTO, 1988). A partir do coeficiente de condutividade hidráulica, consideram-se solos permeáveis àqueles que apresentam permeabilidade superior a 10^{-7} m/s, e os demais impermeáveis (SOUZA PINTO, 2002).

A Formação Caturrita foi definida por Bortoluzzi (1974), como membro da Formação Botucatu, e elevada à categoria de Formação por Medeiros (1980). Constitui-se por camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza claro e composição essencialmente quartzosa e matriz argilosa, que se intercalam, frequentemente, com camadas ou lentes de siltitos arenosos de espessura menor e cor avermelhada. O arenito basal apresenta textura mais grossa. Ocorrem, associados a essa formação, troncos fósseis.

Em virtude de suas litologias, a Formação Caturrita apresenta aquíferos, que ocorrem associados a fácies arenosa, especialmente no arenito basal que é geralmente grosseiro e permeável, camadas semipermeáveis e camadas impermeáveis, uma vez que grande parte dos arenitos possui muito silte e argila expansiva diminuindo-lhe a permeabilidade (MACIEL FILHO, 1990). Em termos geotécnicos, os solos oriundos dessa formação apresentam resistência à erosão normalmente baixa (MACIEL FILHO, 1990).

A topografia, mantida pela Formação Caturrita, apresenta-se, normalmente, formando colinas não muito suaves, com inclinações maiores que as formadas pelas Formações Rosário do Sul e Santa Maria. Em algumas porções junto ao Rebordo, os arenitos fluviais dessa formação se incorporam as vertentes íngremes, além de formarem degraus, que são responsáveis por áreas mais suaves que decaem em direção as áreas mais baixas.

Oliveira (2004) coloca que os solos, em Santa Maria, sobre as seqüências areníticas, que constituem as colinas, podem variar de 1,5m a mais de 3m de profundidade, enquanto que nas seqüências lamíticas, em geral os solos ficam mais rasos, devido à baixa permeabilidade da rocha, ao redor de 1m. Conforme Pedron (2005), as principais classes de solos derivados das rochas sedimentares, no perímetro urbano, são os alissolos e argissolos, que juntos compreendem 69% da área. Destaca que, esses solos, apresentam grande variabilidade ambiental, morfológica, física e química, que afetam o seu potencial de uso, apresentando alta suscetibilidade à degradação ambiental quando são manejados inadequadamente, principalmente em relação à erosão hídrica das camadas superficiais. São essas classes que recobrem as áreas onde ocorre o maior número de feições associadas a ravinas e voçorocas em Santa Maria (PEDRON, 2005).

As características tipicamente fluviais apresentadas pela Formação Caturrita permitem situá-la como um termo de transição entre o ambiente úmido lacustre que originou a Formação Santa Maria e o ambiente árido que resultou no deserto da Formação Botucatu (MEDEIROS, 1980). “Isto mostra que a mudança climática foi a mais importante, no que diz respeito à mudança das características dos sedimentos, desde a Formação Santa Maria, passando a Caturrita, até a Botucatu” (MEDEIROS, p. 32, 1980).

A Formação Botucatu apresenta-se numa faixa relativamente estreita, contornando a porção média a basal do Rebordo do Planalto. Corresponde tanto aos arenitos eólicos pré-basalto quanto aos intertraps. Em termos de litologia, apresenta grande homogeneidade, sendo composta por arenitos selecionados essencialmente quartzosos, contendo feldspatos, cimentados por sílica ou óxido de ferro, com estratificação cruzada de grande porte (MEDEIROS, 1980; MACIEL FILHO, 1990). A estratificação cruzada representa grandes dunas, típicas de ambiente eólico.

Possui alta permeabilidade, constituindo um importante aquífero da Bacia do Paraná, e comportamento geotécnico que varia desde rocha dura, quando muito silicificada, como em locais próximo ao topo e junto as escarpas, até arenito brando e mesmo areia com pouca coesão, quando alterada (MACIEL FILHO, 1990). Nas porções litificadas a resistência a erosão é alta, enquanto nas partes alteradas é baixa.

Frequentemente as escarpas, no Rebordo do Planalto, situam-se no Arenito Botucatu, que, como destaca Veiga (1973, p. 28), a “formação de escarpas é uma característica típica dos arenitos eólicos intra e intertapeanos”. A Formação Botucatu e a Serra Geral compõem o Grupo São Bento.

A Formação Serra Geral é constituída por duas seqüências vulcânicas: a inferior de natureza básica e a superior de natureza ácida. Essas rochas vulcânicas ocorrem associadas ao Rebordo do Planalto e recobrimdo os morros testemunhos, quando representam a camada mantenedora, responsável por sua preservação. Os morros testemunhos acompanham o rebordo e “por serem relevos residuais, atestam a antiga posição da frente do Rebordo e foram mantidos por uma camada superior de rocha mais resistente” (PEREIRA, et all, 1989, p.50).

De acordo com Maciel Filho (1990) admite-se para a região de Santa Maria a existência de cinco derrames, os quais são formados por corpos de forma tabular,

mas não necessariamente contínua e de mesma espessura, inexistindo em alguns locais.

O contato inferior dos derrames ora se assenta sobre os arenitos da Formação Botucatu ora sobre os arenitos da Formação Caturrita, enquanto que o contato entre os derrames pode apresentar material brechóide e/ou camadas de arenito *intertrap* (MACIEL FILHO, 1990). A presença de camadas de arenitos *intertrap* entre os derrames, sugere uma interdigitação dos arenitos eólicos com os derrames de lavas básicas. Em relação a isso, Veiga (1973) demonstrou que os arenitos *intertrap* são de mesma natureza que o Arenito Botucatu subjacente.

Dessa forma, a gênese da Formação Serra Geral, conforme Medeiros (1980), pode ser resumida como uma série descontínua de derrames de lavas, desde básica até ácida, com intercalação de sedimentação eólica nos períodos de recesso de atividade vulcânica.

A seqüência de derrames inferiores apresenta composição basáltica, comumente em altitudes acima de 200 metros, na região serrana, onde foram identificados até três derrames sucessivos de lavas básicas, com espessura variando de 30 a 70 metros (GASPARETTO et al, 1988). A rocha que compõem essa seqüência se apresenta de cor cinza escura, textura afanítica uniforme, maciça, exceto nas porções amigdalóides de topo de derrame, e mineralogia composta por piroxênios e plagioclásios.

Já, as rochas vulcânicas ácidas representam a seqüência de derrames superiores e ocorrem nas porções mais elevadas, a partir da altitude de 280 – 300 metros. São representadas por riolitos e dacitos com textura afanítica uniforme e micrográfica de cor cinza-clara (SARTORI; GOMES, 1980, apud OLIVEIRA, 2004).

Esta unidade, conforme salientado por Maciel Filho (1990), apresenta intensa fissuração, predominantemente vertical (diáclases verticais), no meio do derrame, e horizontal, no topo e na base. Essa estruturação do derrame condiciona o comportamento das rochas vulcânicas frente aos processos superficiais e o seu aproveitamento pela construção civil.

As porções superiores e inferiores são as que mais prontamente se alteram. São compostas por material vítreo associado ao diaclasamento paralelo a superfície e a presença de vesículas, formando um grande número de caminhos para percolação da água. Vale ressaltar, que a composição mineralógica das rochas

vulcânicas, especialmente os basaltos, são bastante suscetíveis a alteração, sendo raro, em Santa Maria, “encontrar um basalto sem sinais de alteração” (MACIEL FILHO, 1990). Quando inalteradas, as rochas vulcânicas são aproveitadas na construção civil, como brita ou calçamento de ruas, entre outras, através da extração de lajes do maciço. Na região serrana encontram-se várias pedreiras desativadas, que eram destinadas a exploração basalto.

Em virtude do fraturamento, a permeabilidade dessa unidade é fissural, o que pode desencadear possíveis problemas geotécnicos relacionados à estabilidade do talude. A pressão exercida pela água que se infiltra nas fraturas, em períodos de chuva, age sobre as partes do maciço rochoso parcialmente intemperizado, provocando queda de blocos de rocha, em taludes íngremes. Na Br – 158 esse fenômeno é comum, sendo que estruturas de contenção foram construídas nas margens da rodovia, para evitar acidentes.

Associado a Serra, ocorrem depósitos de colúvio situados abaixo da escarpa rochosa, recobrimdo a vertente daí para baixo, de uma forma não contínua, conforme constatado por Maciel Filho (1990), até o talvegue ou até além da ruptura de declive, quando encontra áreas mais planas. Estes depósitos são formados por uma mistura de blocos ou matacões imersos de uma massa de solo com matéria orgânica, encontrados, geralmente, no segmento côncavo da vertente, apresentando restrições à ocupação. Em função da heterogeneidade desses depósitos coluvionares, os valores médios do coeficiente de condutividade hidráulica, a partir do observado por Rauber (2008) em dois perfis típicos, são na ordem 10^{-5} m/s, indicando um material bastante permeável.

As litologias recentes ocorrem associadas aos canais fluviais e são representadas pelos depósitos de terraço e sedimentos recentes, abrangendo uma área de 2.850 ha.

Os depósitos pleistocênicos, representados pelos terraços fluviais, ocorrem associados aos Arroios Cadena, Passo das Tropas e Vacacaí Mirim, onde é mais expressivo. Esses depósitos ocorrem na forma de terraços fluviais, situados numa altura variável em torno de 10 a 20 metros acima das planícies aluviais recentes (GASPARETTO et al, 1988). A espessura dessa seqüência fluvial geralmente não ultrapassa os 25 metros e a litologia é constituída de conglomerados, arenitos médios argilosos e siltitos arenosos.

Os sedimentos recentes representam os depósitos fluviais de várzea e ocorrem associados a rede de drenagem. Esses depósitos são representados por cascalhos, areias, siltes e argilas fluviais, sendo que os primeiros são mais abundantes nas proximidades da zona serrana. A pouca profundidade do lençol freático constitui um problema geotécnico nessas áreas. Ocorrem associadas a essas áreas, olarias para a extração de argila.

4. 3. Análise da rede de drenagem

Christofoletti (1980, p. 102) ressalta a importância da análise da rede hidrográfica, quando coloca que esta pode levar a “compreensão e à elucidação de numerosas questões geomorfológicas, uma vez que os cursos d’água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem”.

Em termos de hidrografia, o município de Santa Maria compreende dois sistemas hídricos importantes, estando situado, conforme aponta Pereira et al (1989), na área que coincide com o divisor de águas que separa, para leste, os canais que irão configurar a Bacia Hidrográfica do Guaíba, e para oeste, os rios que contribuem na formação da Bacia Hidrográfica do Uruguai, destacando-se o rio Ibicuí.

No perímetro urbano, a rede hídrica está inserida na Região Hidrográfica do Guaíba, Bacia do Vacacaí – Vacacaí Mirim (G – 060)¹⁰, sendo composta pelos afluentes das Bacias do Arroio Cadena, do Arroio Vacacaí Mirim, do Arroio Ferrera e do Arroio Passo das Tropas, conforme a Figura 8.

As bacias do Arroio Cadena e do Arroio Vacacaí Mirim são as mais expressivas, em termos de área, ocupando mais de 73% da área total e drenam as porções centro, sul, leste e norte. As porções oeste e sudeste são drenadas por afluentes, do médio curso, da margem direita do Arroio Ferrera e da margem esquerda do Arroio Passo das Tropas, os quais servem de limites, nessas porções, para o Perímetro Urbano.

Analisando o arranjo espacial da rede de drenagem é possível identificar na área a ocorrência (predominância) de dois padrões de drenagem, o dendrítico e o retangular, os quais refletem as condições lito-estruturais da área. Bortoluzzi (1974, apud PEREIRA et al, 1989), em estudo enfocando a geologia da região de Santa Maria, corrobora com essa questão, quando coloca que o padrão característico de drenagem na Depressão Periférica, é do tipo dendrítico, enquanto, nas Formações Serra Geral e Botucatu, correspondentes ao Planalto e rebordo, tende para o padrão retangular, determinado, particularmente, pelas falhas e diáclases.

¹⁰ Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA, Departamento de Recursos Hídricos – DPH (2007). Disponível: http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/mapa_hidro.htm.

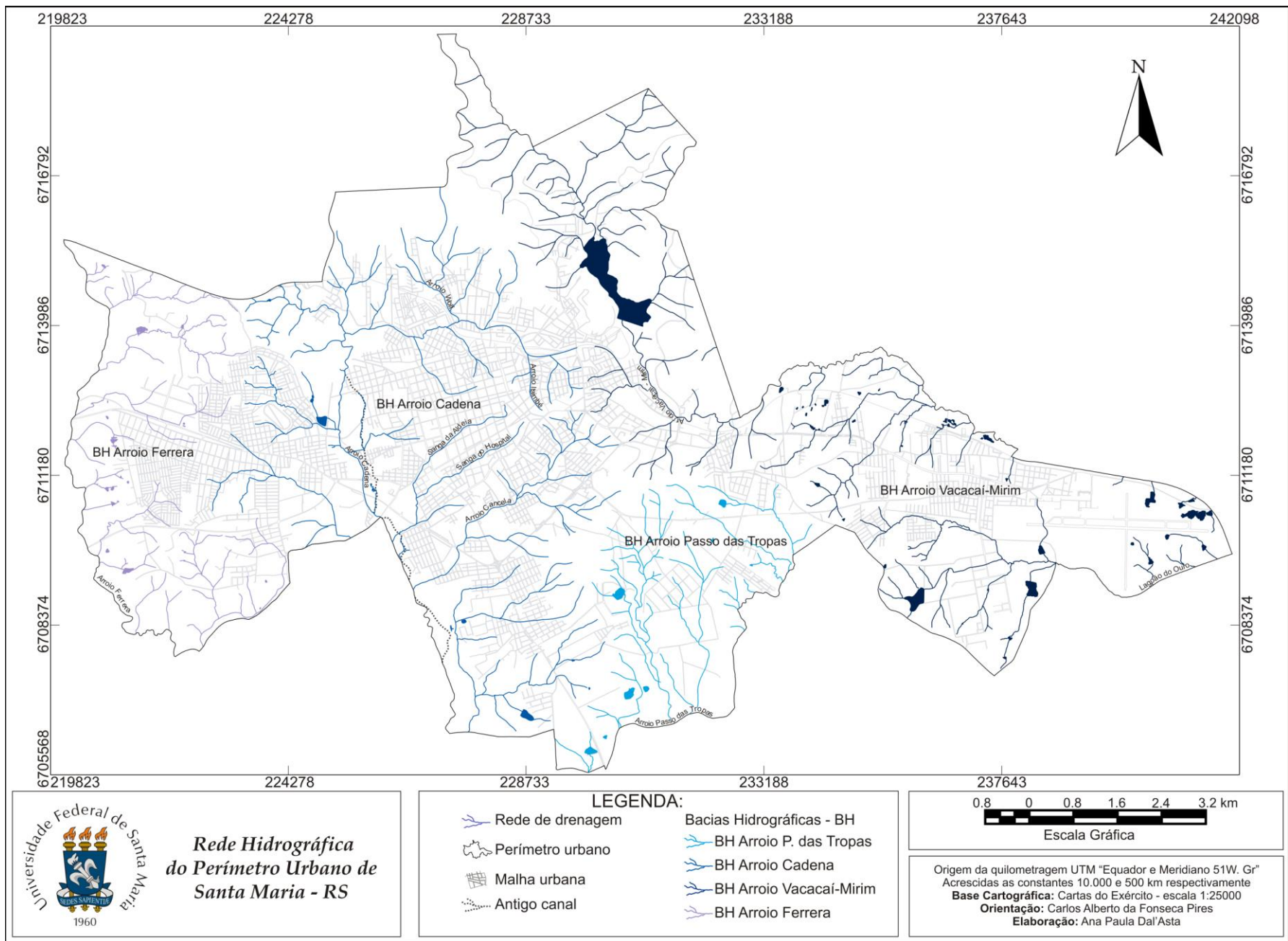


Figura 8 - Rede hidrográfica do Perímetro Urbano de Santa Maria.

Sendo assim, em alguns setores das bacias do Arroio Vacacaí Mirim e do Arroio Cadena, especialmente na porção norte, o controle estrutural caracteriza padrões retangulares na drenagem. Nas demais porções da área, o padrão característico é o dendrítico, sendo que a drenagem apresenta-se bem encaixada no terreno sedimentar.

A rede hidrográfica está representada por canais de primeira, segunda, terceira, quarta e quinta ordem, os quais são os responsáveis pelo modelado e dissecação dos interflúvios e pelo entalhamento dos talwegues. O número total de canais de escoamento presentes no perímetro urbano é de 435 canais, dos quais dois são de 5º ordem, representados pelos Arroios Cadena e Vacacaí Mirim, e sete são de 4º ordem, sendo três afluentes do Arroio Cadena, dois do Vacacaí Mirim, além dos Arroios Passo das Tropas e Ferrera.

Os canais de primeira ordem totalizam 306 e correspondem às cabeceiras de drenagem ou nascentes. Numa bacia hidrográfica, as cabeceiras de drenagem são as áreas mais sensíveis, especialmente por representarem áreas preferenciais para o desencadeamento dos processos de erosão linear. Conforme Oliveira (1999) é nas cabeceiras de drenagem que ocorre a convergência entre fluxos superficiais e fluxos subterrâneos, constituindo fonte de alimentação para os processos que causam incisões sobre as vertentes. Estas áreas sofreram profundas intervenções com a urbanização de Santa Maria, sendo comumente ignoradas nos planos de uso e ocupação.

Dentre os fatores antrópicos, FAO (1995, apud COLLARES, 2000) coloca que, somente a urbanização e a agricultura são capazes de provocar alterações consideráveis na densidade de drenagem em uma bacia hidrográfica.

A densidade de drenagem, no entendimento de Collares (2000), retrata a disponibilidade de canais para o escoamento linear das águas e materiais detriticos e o grau de dissecação do relevo resultante da atuação da rede de drenagem. Para Christofolletti (1974), desde longo tempo é reconhecida como das mais importantes variáveis na análise morfométrica em bacias hidrográficas.

A partir da proposta de Villela; Mattos (1975, apud TRENTIN; ROBAINA, 2005), a área de estudo pode ser caracterizada como uma área bem drenada, uma vez que, nas bacias foram obtidos índices de densidade de drenagem superiores a 2,3 km/km², com intenso processo de dissecação associado. Os referidos autores

atribuíram que o índice de 0,5 km/km² corresponde a bacias com drenagem pobre, e o índice de 3,5 km/km² ou mais, representa bacias excepcionalmente bem drenadas.

Os principais parâmetros morfométricos, utilizados para a análise linear e areal de cada bacia, são apresentados no Quadro 3. Em linhas gerais, a rede fluvial, embora não sendo de grande porte, influi no crescimento da cidade, já que é responsável, em alguns casos por problemas urbanos.

Bacias	Arroio Cadena	Arroio Vacacaí Mirim	Arroio Ferrera	Arroio Passo das Tropas
Área	48,956594 km ²	46,484268 km ²	20,036086 km ²	15,446552 km ²
Ordem	5ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	4ª ordem
Comprimento total dos canais	112,937 km	133,086 km	63,728 km	51,663 km
Nº de canais de 1º ordem/ Magnitude	95	113	56	45
Densidade de Drenagem	2,306 km/km ²	2,86 km/km ²	3,18 km/km ²	3,34 km/km ²

Quadro 3 - Parâmetros morfométricos analisados nas bacias inseridas na área de estudo.

4.3.1. Rede hídrica do Perímetro Urbano de Santa Maria: principais intervenções antrópicas

Os cursos d'água que compõem a rede hidrográfica do Perímetro Urbano de Santa Maria encontram-se em um estágio de profundas alterações, tanto em suas características morfológicas quanto em sua capacidade hidrodinâmica, especialmente aqueles que estão inseridos na área urbanizada. Essas alterações decorrem tanto de intervenções indiretas, como a remoção da mata ciliar e a ocupação das margens, como das realizadas no próprio canal, através das obras estruturais, a exemplo das canalizações, retificações, entre outras. Sendo assim, neste item busca-se enfatizar o segundo grupo de intervenções, considerando que, em ambientes urbanos, representam apenas um tipo de modificação imposta ao ambiente natural pelo homem.

As maiores intervenções antrópicas ocorrem associadas aos canais constituintes da bacia do Arroio Cadena, os quais, em muitos locais, encontram-se completamente descaracterizados, em consequência do processo histórico de

ocupação do espaço. Assim, desde o início do desenvolvimento da cidade de Santa Maria, que ocorreu justamente sobre a bacia, graduais mudanças vêm ocorrendo. Porém, conforme menciona Oliveira et al (2006), ao analisar as intervenções efetuadas na bacia do Arroio Cadena, se intensificaram nos últimos 30 anos. Nesse período, a pressão sobre o ambiente natural tornou-se mais intensa, com o adensamento da ocupação nas áreas marginais aos canais fluviais e a incorporação de novas áreas ao espaço urbano. Os referidos autores, ainda colocam que das 15 sub-bacias hidrográficas que compõem a bacia do Arroio Cadena, 11 encontram-se em áreas de uso urbano e as outras 4 em áreas propriamente rurais, das quais 3 em território pertencente ao Exército Nacional.

As demais bacias hidrográficas, também encontram-se bastante alteradas, em função das atividades desenvolvidas pelo uso urbano ou agrícola, entretanto, não apresentam grande número de obras de engenharia interferindo nos canais.

Nesse sentido, Penteado (2006) aponta que as principais intervenções na rede hídrica urbana são a canalização, a retificação, o aterramento de cursos d'água, a construção de pontes e barramentos e a ocupação nas margens e nascentes. Destaca ainda, que em áreas rurais, as intervenções mais comuns, referem-se à construção de açudes e a captação de águas por bombas. Entretanto, a própria autora ressalta que as intervenções, apontadas como rurais e urbanas, "não são exclusivas desses locais, somente ocorrem com maior freqüência em um ou outro" (PENTEADO, 2006, p.109).

As mudanças efetuadas na rede de drenagem decorrem tanto da ação do poder público como pela sociedade civil e abrangem, geralmente, medidas de caráter estrutural, no sentido de corrigir os problemas advindos da ocupação do espaço, sobretudo da expansão urbana. Ressalta-se que, as intervenções realizadas pelo poder público, geralmente, apresentam maior dimensão, enquanto as realizadas pela população são pontuais, envolvendo pequenos setores dos cursos fluviais.

A principal intervenção estrutural realizada na rede hídrica, identificada na área de estudo, corresponde às obras de canalização, as quais consistem no alargamento e aprofundamento da calha fluvial, na retificação do canal, na construção de canais artificiais e de diques, na proteção das margens e na remoção de obstáculos no canal (CUNHA, 1998). Ressalta-se, que a Lei Complementar

Municipal LC nº 033/2005¹¹ proíbe a canalização fechada de qualquer curso d'água, cabendo ao Escritório da Cidade, ouvido o Órgão ambiental competente, emitir diretrizes para a complementação de canalização de cursos d'água já parcialmente canalizados.

As intervenções de maior porte, efetuadas pelo poder público na rede hidrográfica de Santa Maria, datam do início da década de 1960, quando o antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), em 1961, elaborou o anteprojeto da Barragem do Vacacaí Mirim, visando solucionar o problema de abastecimento de água na cidade de Santa Maria (MARINS, 2004). Atualmente, o reservatório encontra-se em franco processo de assoreamento e, conseqüentemente, diminuição da capacidade de armazenamento.

Ainda na década de 1960, o DNOS inicia, em 1968, a canalização do canal principal do Arroio Cadena. Em referência a essa obra, Oliveira (2004) coloca que, foram canalizados 1200 m, de canal, em galeria fechada de concreto armado, desde a Rua Domingos de Almeida até a Avenida Brasil, sendo que sobre essa canalização foi construído o parque Itaimbé (Figura 9. A).

Outra intervenção significativa, realizada no Arroio Cadena, foi a retificação do canal principal, no alto e médio curso, a partir da década de 1980. O objetivo para tal intervenção era o de evitar inundações ao longo do canal, o qual foi transferido mais para oeste, onde o leito, além de ser aprofundado, foi retilinizado em seu médio curso e o leito original aterrado. No mapa da Figura 8 é indicado o antigo leito do Arroio Cadena.

Em relação às medidas estruturais realizadas no Arroio Cadena, Oliveira (2004) é categórico ao colocar que as obras de canalização e retificação atingiram o objetivo. Entretanto, o referido autor destaca que, por falta de obras não estruturais, ocorreu a intensificação dos problemas relacionados a rede de drenagem, através do assoreamento do canal, que voltou a meandrar, e da intensificação da erosão de suas margens (Figura 9. B). Esses processos podem desencadear novos problemas de inundação.

Sendo assim, a abordagem trazida por Cunha (1998), quando coloca que a canalização envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos no canal e na planície de inundação, requerendo, assim, a

¹¹ Institui a Lei de Uso e Ocupação do Solo, Parcelamento, Perímetro Urbano e Sistema Viário do Município de Santa Maria.

adoção de medidas, algumas não estruturais, para minimizar os efeitos negativos da canalização, corrobora com o observado por Oliveira (2004).



Figura 9 - Intervenções estruturais no Arroio Cadena: A) Canalização fechada do Arroio Itaimbé (Centro). Na área localizada junto ao parque, o canal do referido Arroio foi transformado em passeio público; B) Processo de erosão de margem e alargamento do canal no trecho retificado do Arroio Cadena, na Vila Oliveira. Observa-se, na margem côncava ou de erosão, cicatrizes de escorregamento e depósitos de lixo.

Fonte: A) <http://vidaemsantamaria.blogspot.com/2007/09/no-parque-itaimb.html>

Atualmente, através de recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do governo federal e municipal, uma série de obras estruturais está sendo realizada na cidade de Santa Maria. Dentre as ações, estão previstas a recuperação das bacias hidrográficas dos Arroios Cadena e Vacacaí Mirim, através da canalização de sangas e da implantação de saneamento básico, em várias vilas, bem como a remoção da população das áreas de risco¹² para loteamentos populares.

Novamente, obras estruturais serão implantadas no canal principal do Arroio Cadena e em um trecho onde este foi retificado. As intervenções, que já estão em andamento, englobam a recomposição das margens (Figura 10.D), com a colocação de gabião e colchão reno, tanto nas margens como no leito, e a construção da Avenida Perimetral Dom Ivo Lorscheiter¹³ próximo as áreas marginais. Cabe

¹² O termo risco refere-se a “situação de perigo, perda ou dano, ao homem e suas propriedades em razão da possibilidade de ocorrência de processos naturais” (CERRI, 1999, p.135). Sendo assim, as áreas de risco estão associadas aos locais ocupados sujeitos aos processos geológicos/geomorfológicos..

¹³ Avenida Perimetral Dom Ivo Lorscheiter – da avenida Borges de Medeiros até a rua Venâncio Aires, no lado esquerdo do arroio Cadena, e da rua Venâncio Aires até a avenida Walter Jobim, dos dois lados. A proposta ainda inclui a construção de uma ciclovia e um espaço para trânsito de carrinhos de catadores.

destacar que, a bacia Hidrográfica do Arroio Cadena receberá as maiores intervenções, as quais serão implantadas desde a nascente até a Vila Urlândia, abrangendo 2/3 da bacia.

Além das obras, realizadas pelo poder público, a rede hídrica da área urbana de Santa Maria apresenta inúmeras intervenções setorizadas, as quais englobam canalizações, construção de açudes, proteção das margens e aterramento de canais (Figura 10.A, B, C). Muitas destas intervenções, especialmente as obras de engenharia, estão relacionadas ao poder aquisitivo da população e ocorrem, especialmente, nas áreas de ocupação mais antiga, que em função do processo histórico receberam maiores investimentos infra-estruturais, e nas de maior capacidade econômica. Sendo assim, os canais com maior grau de intervenção localizam-se na porção central da cidade de Santa Maria, onde prevalecem os canais fechados por galerias de concreto, sendo poucas as ocorrências de segmentos abertos e sem intervenções, no leito ou nas margens.



Figura 10 - Alguns tipos de intervenções na rede hídrica da área urbana de Santa Maria. A) Canalização em galeria de concreto fechada (indicação seta), Arroio Sanga da Aldeia; B) Canalização aberta – Arroio Sanga do Hospital; C) Impermeabilização da nascente do Arroio Sanga da Aldeia, no centro de Santa Maria; D) Detalhe da recomposição na margem do Arroio Cadena, com a colocação de gabião nas margens.

Já, nas áreas periféricas ao centro e com menor adensamento populacional, as obras de engenharia não são tão comuns, predominando os canais abertos, com ou sem intervenções no leito ou nas margens. Ressalta-se que, essas áreas compreendem tanto ocupações mais recentes, quanto ocupações mais antigas, as quais, configuram-se como vetores do adensamento populacional, o que, poderá resultar em maiores intervenções.

Quando a população se estabelece próximo às margens dos canais, está sujeita ao risco de inundação e de erosão de margem, situação esta ilustrada na Figura 11.A, que, conforme Oliveira (2004, p. 23), é provocada pelas águas que

correm no canal e “acontece por desconfinamento das partes inferiores das margens, que pela erosão do curso d’água perde sua base de sustentação” .

A fim de evitar e conter a erosão de margem, algumas medidas são adotadas pela população que reside próximo aos canais. Dentre as práticas, as mais comuns são o lançamento, nas margens dos canais, restos da construção civil, pedras soltas e pneus, além da construção de muros, pela população de maior poder aquisitivo, e a plantação de bambu (Figura 11.B).



Figura 11 - Exemplo de segmentos de canais sem obras estruturais. Ambas as figuras retratam situações no Arroio Sanga do Hospital e representam segmentos com obras estruturais a montante e/ou a jusante. A) Na margem esquerda a erosão de margem, e a possibilidade de inundação, colocam em risco a residência, localizada muito próxima ao canal; na margem esquerda um muro protege o terreno. Presença de bambu e de lixo e esgoto no canal. B) Segmento de canal com erosão de margem comprometendo residência. Na margem de erosão têm-se depósitos de restos da construção civil.

Nos segmentos em que os canais escoam naturalmente, apresentam-se bastante degradados, seja em função das intervenções realizadas a montante ou a jusante, ou pelo uso e ocupação do solo, especialmente o aumento das áreas de impermeabilização e o lançamento de esgotos. Nessa linha, Cunha (1998) utilizando-se dos estudos trazidos por Park (1981) e Knighton (1984) coloca que, as atividades humanas, realizadas fora dos canais, são responsáveis, de forma indireta, por mudanças fluviais, uma vez que “modificam o comportamento da descarga e da carga sólida do rio”.

Com a impermeabilização dos solos, têm-se o aumento na quantidade e velocidade do escoamento superficial, direcionado, notadamente, pelas vias públicas, que intensifica os processos erosivos e pode provocar eventos de inundações. O incremento da capacidade erosiva da drenagem e o carreamento de

sedimentos das áreas expostas, destinadas para a construção civil ou para práticas agrícolas, aumentam a quantidade de sedimentos no canal fluvial, e, gradualmente, provocam o assoreamento do leito, dos canais principais dos Arroios Cadena, Vacacai Mirim, Passo das Tropas e Ferrera.

Em relação às nascentes, estas encontram-se em diferentes estágios de alteração. No centro da cidade, os canais de primeira ordem foram completamente canalizados de forma fechada, sendo essa a “solução encontrada para eliminar a drenagem do cotidiano dos habitantes” (OLIVEIRA et al, 2006, p.112). Por sua vez, em determinados locais periféricos ao centro, algumas cabeceiras de drenagem apresentam processos erosivos acelerados – ravinas e voçorocas, que intensificam os processos de deposição mais a jusante.

Nas áreas onde predomina o rural, com o desenvolvimento de atividades agrícolas, as intervenções ocorrem, geralmente, associadas à rizicultura, e compreendem a captação de água por bombas, nos arroios Vacacai Mirim e Ferrera e a construção de açudes (Figura 12).



Figura 12 - Bomba de captação de água para a rizicultura, no Arroio Vacacai Mirim.

De modo geral, pode-se dizer que as maiores intervenções na rede de drenagem, ocorrem na área urbanizada, as quais apresentam diferenças, quanto ao tipo, refletindo o poder aquisitivo da população e a consolidação da estrutura urbana. Nas áreas onde os canais escoam abertamente, refletem as conseqüências das alterações a montante ou a jusante, com a ocorrência de intensos processos erosivos.

Nessa perspectiva, as intervenções realizadas na rede hídrica são inúmeras e ocorrem por toda a área de estudo. Contudo, essas intervenções, realizadas para

solucionar algum problema, muitas vezes, transferem e provocam novos problemas em outros locais, o que, geralmente, afeta a população de menor poder aquisitivo, podendo colocar em risco não somente a infra-estrutura urbana, como também a população que reside próximo a estes locais (OLIVEIRA et al, 2006).

Outro ponto a ser destacado, é que as galerias de concreto e as intervenções, nas margens e leito dos canais, muitas vezes, são executadas pelos próprios moradores, de forma setorizada e sem medidas complementares, desencadeando ou agravando a ocorrência de processos erosivos. Um agravante para a situação é o lançamento de esgoto, contribuindo também para a poluição dos recursos hídricos. Vale ressaltar que, pouco mais de 50%¹⁴ dos domicílios de Santa Maria estão ligados a rede geral de esgoto ou a rede pluvial, que nem sempre conduz o esgoto até a estação de tratamento antes de lançar no ambiente, e cerca de 13% possuem fossa rudimentar, podendo contaminar os recursos subterrâneos.

Além disso, quando o dimensionamento ou a concepção da obra são inadequados, pontes e bueiros podem representar pontos de estrangulamento das drenagens, favorecendo a ocorrência de inundações. Oliveira (2004), analisando as obras nos canais de drenagem que formam pequenos barramentos, constatou que, os barramentos estão associados às vias perpendiculares ao canal e suas respectivas tubulações.

Desse modo, fica claro, que as intervenções, realizadas na rede hídrica e de forma setorizada, não foram propostas no âmbito da bacia hidrográfica como uma unidade sistêmica. Sendo assim, as mudanças efetuadas nos cursos d'água, pelas obras de engenharia, impuseram novas condições hidrodinâmicas para a bacia como um todo, que tende a se ajustar a essas novas condições, pois “mudanças em qualquer ponto da bacia pode gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante ou a montante, bem como nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvida)” (CUNHA; GUERRA, 1998).

¹⁴ A partir das informações disponibilizadas através da Confederação Nacional de Municípios (CNM - <http://www.cnm.org.br>), cuja base é o Censo Demográfico do IBGE/SIDRA da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), sendo 2000 o ano referência.

4.3. Análise do relevo

A análise do relevo, conforme Florenzano (2008), assume grande importância para as ciências que estudam os componentes da superfície terrestre, bem como na definição da fragilidade/vulnerabilidade do meio ambiente e no estabelecimento de legislação para a sua ocupação e proteção. Enquanto componente do estrato geográfico, o relevo constitui o palco das atividades humanas e, dependendo de suas características, favorece ou dificulta a ocupação humana dos ambientes terrestres (FLORENZANO, 2008).

Para a análise do relevo da área de estudo, foram considerados os parâmetros referentes à altimetria, a declividade da área e a análise das vertentes, caracterizadas pelo comprimento de rampa, declividade e amplitude, determinando as formas de relevo. A descrição do relevo, conforme aponta Penteadó (1983, p. 2), deve fornecer informações completas da geometria das formas, as quais “devem ser quantificadas, a fim de, permitir correlações para o estabelecimento de índices para a elaboração de teorias e generalizações”. A análise dos atributos morfométricos do relevo permite avaliar o seu grau de energia e suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos e deposicionais, fornecendo informações indispensáveis para a caracterização do relevo como um todo (MOREIRA; PIRES NETO, 1998).

Geomorfologicamente, o Perímetro Urbano de Santa Maria se assenta numa área de transição entre a escarpa da Serra Geral e a Depressão Periférica. Devido a esta característica de sua morfologia, a área apresenta duas porções nitidamente diferenciadas, que contribuem na diversificação das paisagens. Assim, na porção norte o relevo é bastante acidentado, apresentando as maiores altitudes e declividades, transitando para um relevo mais suave, caracterizado pela presença de planícies bastante amplas, ao longo dos canais, e colinas, com vertentes pouco declivosas.

4.3.1. Altimetria

A amplitude altimétrica, da área de estudo, é de 372 metros. Seu ponto mais elevado situa-se a 432 metros acima do nível do mar, na porção norte da área, no

topo do Morro das Antenas. O ponto de menor altitude é de apenas 60 metros, localizado no extremo sul da área, junto ao Arroio Passo das Tropas. A distribuição espacial das altitudes possibilitou a compartimentação da área em quatro classes de altitudes distintas, conforme ilustra a Figura 13.

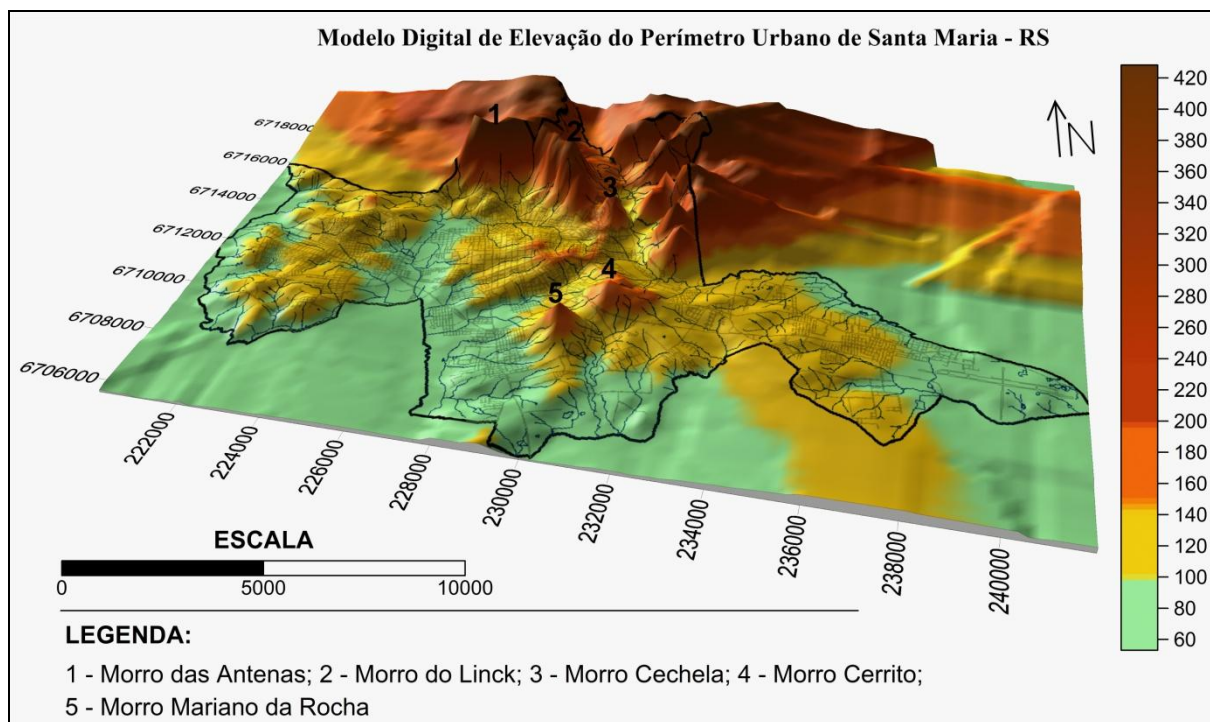


Figura 13 - Modelo Digital de Elevação do Perímetro Urbano de Santa Maria.

Pela análise do Modelo Digital de Elevação, que contém as classes hipsométricas, observa-se que a maior parte da área de estudo, quase 85%, encontra-se em altitudes inferiores a 150 metros, onde o relevo, característico da Depressão Periférica, apresenta-se suavemente ondulado, marcado pela presença de colinas, denominadas regionalmente por coxilhas, e planícies aluviais. Já, na porção norte, correspondente ao Rebordo do Planalto, as cotas altimétricas vão se sucedendo rapidamente, evidenciando um relevo de alta declividade, fortemente dissecado, cujas maiores altitudes ultrapassam os 400 metros.

As áreas que apresentam altitudes inferiores a 100 metros, cerca de 6.000 ha, correspondem as áreas com topografia suave, geralmente, associadas a rede de drenagem, quando representam a planície aluvial.

As coxilhas estão compreendidas, especialmente, na classe hipsométrica de altitudes entre 100 e 150 metros e abrangem uma área de 4.985 ha. Essa faixa hipsométrica representa, também, os interflúvios da rede de drenagem.

As áreas com altitudes superiores a 150 metros estão localizadas, na porção norte, no Rebordo do Planalto, e no centro, associadas aos morros testemunhos. A classe hipsométrica de altitudes entre 150 e 200 metros abrange uma área de 890,285 ha e localiza-se no início do Rebordo, onde o relevo, de modo geral, não apresenta-se tão íngreme, em decorrência dos processos de dissecação exercidos pela drenagem. As altitudes superiores a 200 metros ocupam uma área de 1.127 ha.

4.3.2. Declividade

Um dos atributos mais importantes na análise do relevo, para a determinação da dinâmica e dos processos ambientais, é a análise da distribuição da declividade no terreno, especialmente, quando associada a outros parâmetros. A partir disso, a declividade é de fundamental importância na análise do comportamento dos processos de dinâmica superficial, traduzindo-se num importante item no monitoramento do meio físico e levantamento das potencialidades de uso e ocupação de determinada área.

A espacialização das classes de declividade no perímetro urbano de Santa Maria, conforme ilustra a Figura 14, evidencia sua relação com a morfologia da área. Assim, nas áreas correspondentes ao relevo mais suave, da Depressão Periférica, predominam as declividades inferiores a 15%, enquanto que, nas áreas de Rebordo, notadamente na porção norte, prevalecem as declividades superiores a esse limite.

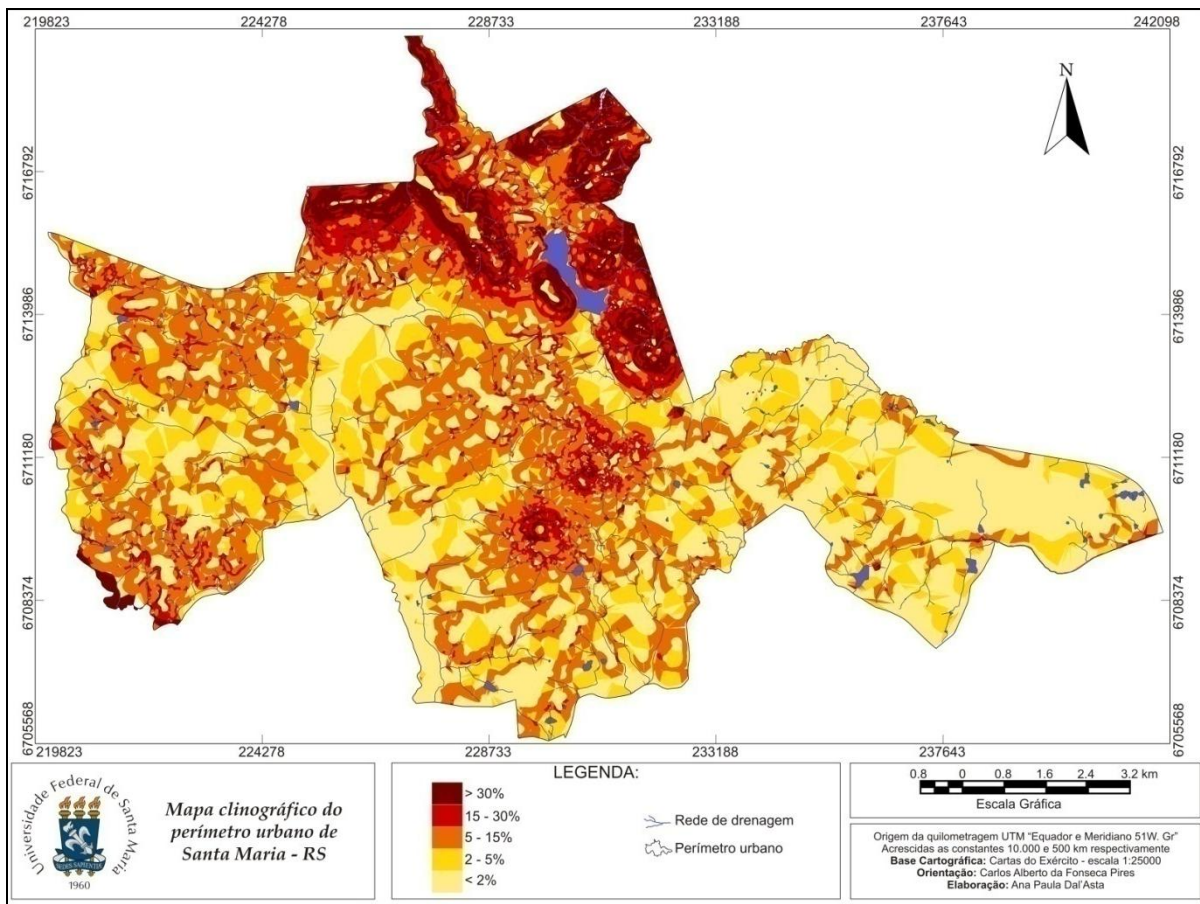


Figura 14 - Mapa Clinográfico do Perímetro Urbano de Santa Maria.

As declividades mais representativas na área são as inclinações inferiores a 2% e entre 5% e 15%, correspondendo, respectivamente, a 33% e 31% da área, conforme o gráfico da Figura 15.

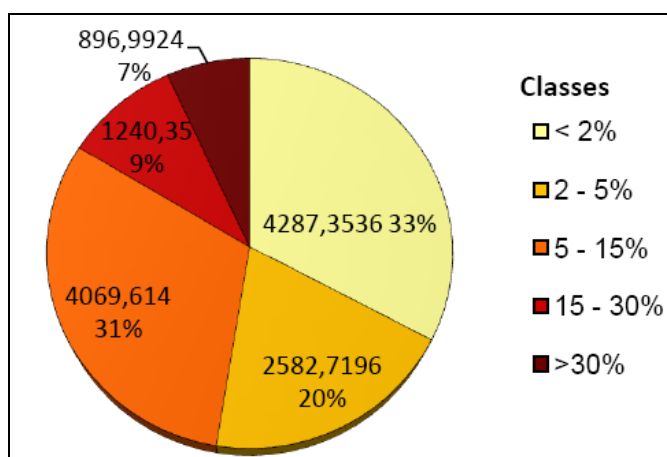


Figura 15 - Distribuição das classes de declividade no perímetro urbano de Santa Maria.
Org: DAL'ASTA, A. P.

Embora as inclinações inferiores a 2% ocorram em toda a área, predominam no setor leste e associadas ao canal principal do Arroio Cadena, correspondendo a

uma topografia plana. Ocorrem, também, associadas a outros cursos d'água e aos topos planos das colinas.

As declividades entre 2% e 5% representam 2.582 ha e ocorrem, principalmente, nas vertentes suaves das colinas, estando associadas às declividades inferiores a 2%.

As inclinações entre 5% e 15% correspondem a cerca de 4.000 ha do Perímetro Urbano. Esta classe encontra-se distribuída em todas as porções da área, com maior concentração nos setores centro-norte e oeste, representando as vertentes suavemente onduladas das colinas.

Declividades superiores a 15% correspondem a 2.137 ha da área, cerca de 16% do total, e ganham representatividade por representarem as áreas íngremes com restrições a ocupação. Essas declividades ocorrem especialmente na porção norte, associadas ao Rebordo, e na porção central, associadas as vertentes mais íngremes dos morros testemunhos.

Ao analisar o gráfico com a distribuição das classes de declividade (Figura 15), observa-se que 49% da área apresentam declividades inferiores a 2% ou superiores a 15%, as quais oferecem, em determinadas situações, restrições a ocupação. Sendo assim, apesar de as inclinações menores que 2% representarem áreas muito planas, ideais para a ocupação, quando associadas aos cursos fluviais, são comuns os problemas de drenagem e de risco. Estes problemas são facilmente observados em vários pontos na cidade de Santa Maria, especialmente junto as margens do Arroio Cadena, nas Vilas Oliveira, Lídia, entre outras. Nos arroios Ferrera, Vacacaí Mirim e Passos das Tropas, as várzeas são utilizadas para a plantação de arroz.

Já, as áreas com declividades superiores a 15% representam áreas de instabilidade de taludes, propícias aos movimentos de massa, exigindo obras de suporte para as habitações, uma vez que, podem colocar em risco as obras e até a população. Maciel Filho (1990) destaca que, as construções em áreas com inclinações superiores a esse limite, tornam-se mais caras devido à necessidade de regularizações do terreno pela remoção de terra ou aterro, além de facilmente ocorrer problemas de erosão por águas pluviais nas ruas ou mesmo fora delas, devido a velocidade que a água do escoamento superficial alcança.

Sendo assim, em função dos condicionantes geotécnicos nestas áreas de elevada declividade, a Lei federal de Parcelamento do Solo Urbano – Lei 6766/79, conhecida como Lei Lehmann, estabelece o limite de 30% para a urbanização sem restrições, a partir do qual o parcelamento do solo será realizado salvo se atendidas exigências específicas. Complementando o disposto na Lei federal, a Lei municipal de Uso e Ocupação do Solo (LUOS nº 033/2005) exige, para o parcelamento de glebas com declividade entre 30% e 45%, a declaração do responsável técnico da viabilidade de edificações nessas áreas e o laudo geotécnico.

4.3.3. Comprimento de rampa

O comprimento de rampa é definido como a distância entre a crista e o talvegue de uma dada vertente e, sua análise, possibilita um diagnóstico do comportamento das vertentes e das formas de relevo. Reforçando a utilização desse parâmetro para o planejamento territorial, Bertoni; Lombardi Neto (1990, apud VITTE, 2005) colocam que a topografia do terreno, representada pela declividade e pelo comprimento das rampas, exerce acentuada influência sobre a erosão. Esta influência está relacionada com o tamanho e a quantidade do material em suspensão, arrastado pela água, que dependem da velocidade com que ela escoar, e esta velocidade é uma resultante do comprimento de rampa e do grau de declive do terreno. Além disso, a capacidade de infiltração também é influenciada pelo comprimento de rampa, pois quanto maior for o percurso a ser percorrido pela água até o curso d'água, maior será a possibilidade de infiltração dessa água (TRENTIN, 2007).

Para o Perímetro Urbano de Santa Maria foram medidas 241 rampas, as quais foram divididas em cinco classes, apresentadas na Tabela 2, e refletem os processos de modelamento da topografia da área.

Analisando os comprimentos das rampas, verifica-se que na área os comprimentos variam de 175 metros a 3150 metros, com o predomínio das rampas curtas (Classe 1) e médias (especialmente a Classe 2), sendo que as rampas longas (Classes 4 e 5) são pouco freqüentes, representando apenas 7,05% das rampas medidas.

Tabela 2 - Frequência das classes de comprimento de rampa.

Nº da Classe	Limite inferior	Limite superior	Frequência
1	175	700	102
2	700	1225	99
3	1225	1750	23
4	1750	2275	9
5	2275	3150	8
Total			241

ORG – DAL'ASTA, A. P.

As rampas com até 1225 metros equivalem a 83,39% do total de vertentes medidas, e ocorrem associadas a individualização, pela rede de drenagem, de elevações de pequeno comprimento. Nessas vertentes predominam gradientes inferiores a 7% e superiores a 15%, relacionados aos vales encaixados de alta declividade do Rebordo do Planalto.

Comprimentos entre 1225 e 1750 metros associam-se a vertentes onduladas e suavemente onduladas, e são encontrados especialmente nas porções norte e no centro onde estão associados à individualização dos morros testemunhos.

Rampas longas, com comprimentos superiores a 1750 metros, ocorrem relacionadas, especialmente, a colinas suaves de topos planos e a vertentes suaves, onde predominam declividades médias inferiores a 4%. Próximo a rede de drenagem, formam áreas muito planas e predominam nas porções leste, sudeste e sul.

4.3.4. Formas de relevo

Utilizando-se da proposta do IPT (1991, apud MOREIRA; PIRES NETO, 1998), que associa parâmetros de declividade média e amplitude das rampas, as formas de relevo, na área de estudo, foram classificadas em rampas, colinas, morrotes, morros com encosta suave e morros.

As formas mais comuns são as colinas e as rampas, as quais constituem formas de relevo mais suaves, com predomínio de amplitudes inferiores a 50 metros e de declividades médias menores que 10%. Essa topografia mais suave caracteriza o relevo da Depressão Periférica, sendo marcada pela presença de colinas côncavo-convexas (coxilhas) e colinas tabuliformes, que contornam as áreas baixas ou as

planícies aluviais (PEREIRA et al, 1989). As características morfológicas apontadas acima favoreceram o processo de urbanização da cidade de Santa Maria, que somente nas últimas décadas tem se expandido para áreas com relevo ondulado.

A morfologia ondulada e fortemente ondulada, cuja declividade média das vertentes é superior a 15%, corresponde aos morros e morrotes. Os morrotes, com amplitudes inferiores a 100 metros, são pouco freqüentes na área e ocorrem associados as colinas, localizando-se na porção central. Já os morros, apresentam amplitude superior a 100 metros e ocorrem associados ao Rebordo do Planalto.

Dessa forma, as formas de relevo, definidas pelo arranjo espacial de superfícies geneticamente homogêneas, correspondem à unidade taxonômica básica para a descrição do relevo (MOREIRA; PIRES NETO, 1998).

4.3.5. Compartimentação do relevo: Mapa de Unidades do Relevo

A análise dos atributos referentes a hipsometria, declividade, comprimento de rampa e formas do relevo, possibilitou a compartimentação do relevo em seis unidades homogêneas, conforme ilustra a Figura 16. As unidades representam, conforme Lollo (1996, apud RECKIZIEGEL; ROBAINA, 2006), uma porção do terreno originada por processos naturais e distinguíveis das porções vizinhas ou unidades em pelo menos um dos elementos de identificação do relevo. O Quadro 4 apresenta a síntese das principais características que definiram cada unidade de Relevo.

Unidade	Relevo predominante	Forma predominante	Declividade predominante	Processo de dinâmica superficial	Área (ha)
Unidade I	Plano	Rampas	< 2%	Acumulação	1.824,29
Unidade II	Suave	Rampas	< 5%	Erosão	4.034,96
Unidade III	Suave ondulado	Colinas	5 – 15%	Erosão	4.633,5
Unidade IV	Ondulado	Morrotes	Superiores a 15%	Erosão/movimentos de massa	375,9
Unidade V	Fortemente ondulado	Morros e morros com encosta suave	Superiores a 15%	Erosão/Movimentos de massa	2.223,67
Unidade VI	Escarpado	Morros	Superiores a 30%	Erosão/movimentos de massa	-

Quadro 4 - Síntese das principais características das Unidades de Relevo

Unidade I – Relevo Plano

As áreas de topografia plana associadas a rede de drenagem individualizam essa unidade de relevo, que ocorre, sobretudo, ao longo dos canais principais do Arroio Cadena, Vacacaí Mirim e Ferrera. Caracteriza-se pela baixa declividade e predomínio de rampas, compreendendo áreas onde prevalecem os processos de acumulação. Estas várzeas não ultrapassam os 130 metros de altitude, ocorrendo da seguinte forma: Arroio Cadena com altitudes de 100 a menos de 70 metros, Arroio Vacacai Mirim, de 130 a menos de 80 metros, Arroio Ferrera de 90 a menos de 70 metros, Sanga Lagoão do Ouro, afluente do Arroio Vacacaí Mirim, de 90 a menos de 80 metros e Arroio Passo das Tropas em cotas altimétricas que variam de 100 a menos de 60 metros.

Unidade II – Colinas Suaves

Esta unidade está representada pelo relevo suave, composto por colinas de vertentes alongadas e colinas de topos planos. Associam-se declividades inferiores a 5%, com significativa ocorrência de inclinações entre 5 e 15%. Na porção leste, em Camobi, a escassa amplitude das formas caracteriza uma topografia quase plana, onde predominam declividades inferiores a 2%. As formas de relevo apresentam rampas, em geral, longas, com comprimentos entre 725 e 3150 metros e amplitudes de até 60 metros, com processos de dinâmica superficial predominante a erosão. Localiza-se numa faixa que se estende nas porções sul a leste.

Unidade III – Colinas

O relevo colinoso, com vertentes suavemente onduladas e declividades entre 5 e 15%, define essa unidade, que ocupa a maior área no perímetro urbano. As formas de relevo, caracterizadas por colinas, apresentam amplitudes que variam de 20 a 80 metros e ocorrem associadas a altitudes entre 80 a 200 metros. Na porção central e oeste correspondem aos interflúvios da rede de drenagem, separando, no médio curso, os tributários do Arroio Cadena dos tributários do Arroio Vacacaí Mirim e Arroio Ferrera. Predominam rampas com comprimentos de até 1250 metros, sendo que as vertentes mais longas ocorrem associadas a ampla colina, no centro da cidade, onde teve início o processo de ocupação da cidade de Santa Maria. Nessa unidade os processos erosivos são bastante significativos.

Unidade IV – Morrotes

Esta unidade é individualizada pela ocorrência de áreas íngremes situadas em porções isoladas no centro da área de estudo. A topografia ondulada está associada aos morros testemunhos, sendo caracterizada pela ocorrência de morrotes, com amplitude das vertentes inferiores a 100 metros, comprimentos de rampa entre 550 e 1250 metros e inclinações superiores a 15%. Além dos processos erosivos, a área está sujeita a ocorrência de movimentos de massa.

Unidade V – Morros

Esta unidade compreende as áreas com relevo fortemente ondulado, onde as formas predominantes são os morros e os morros com encosta suave, estando associada ao Rebordo do Planalto. Representa uma área com alta energia do relevo onde predominam declividades superiores a 15%, com significativas ocorrências de inclinações superiores a 30%, e altitudes que variam de 110 a mais de 430 metros. As formas apresentam topos convexizados a planos e vertentes compostas por segmentos abruptos e íngremes (inclinações superiores a 15%) e degraus, que decaem em direção a drenagem, com declives mais suaves – declividades entre 5 e 15%, compondo áreas mais suaves na seqüência da vertente. Esses degraus, para Maciel Filho (1990), ocorrem devido a estrutura geológica.

Nesta unidade os processos de dinâmica superficial atuantes são os movimentos de massa, em função das altas declividades. Constitui uma área muito recortada pela drenagem que flui no sentido da depressão e apresenta, nas áreas mais íngremes, vales encaixados.

Unidade VI – Relevo Escarpado

Compreende os segmentos de vertentes em forma de escarpas, associados aos morros, com declividades superiores a 30%. Em alguns pontos, os paredões verticalizados expõem a rocha e os processos de dinâmica superficial estão associados a erosão e aos movimentos de massa.

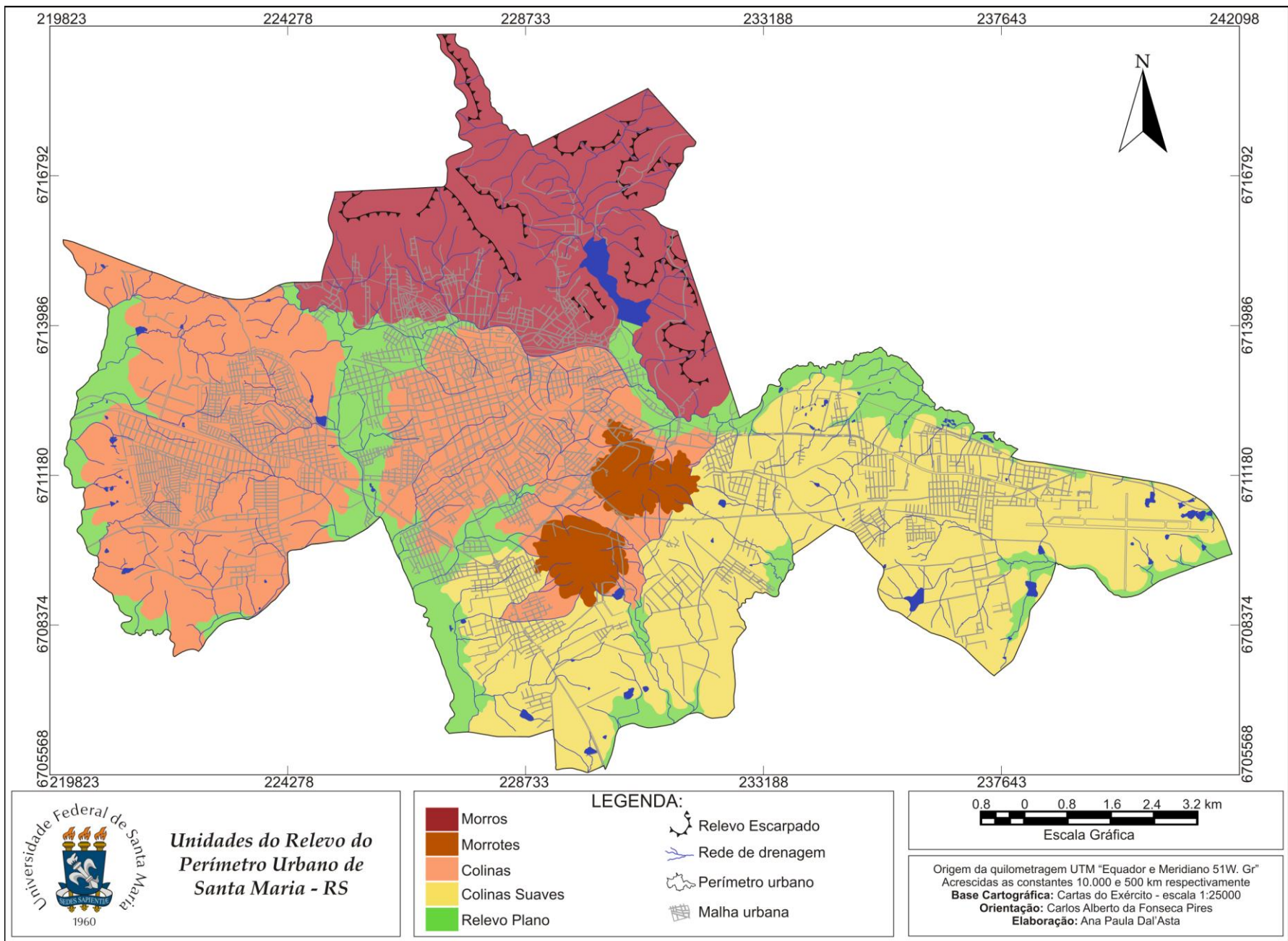


Figura 16 - Compartimentação do relevo do Perímetro Urbano de Santa Maria.

4.4. Análise das Feições Superficiais Marcantes

As principais feições superficiais identificadas no perímetro urbano de Santa Maria encontram-se espacializadas na Figura 17, e correspondem as ocorrências de feições erosivas, relacionadas as ocorrências de ravinas e voçorocas, e feições do modelado antrópico¹⁵, representadas por pedreiras, olarias e áreas de material de empréstimo.

4.4.1. Feições erosivas: Ravinas e Voçorocas

A fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas (ROSS, 1994, p. 63). Nesse sentido, as características naturais da área de estudo condicionam os processos erosivos, os quais são acelerados ou desencadeados pela ação antrópica, através das modificações impostas, pelas diferentes formas de apropriação do espaço. Os processos erosivos representam uma degradação acelerada e constituem importantes fatores no impedimento ao uso e desvalorizam os terrenos.

As transformações na cobertura vegetal, para o cultivo agrícola e a criação de gado e/ou para o estabelecimento da ocupação urbana, contribuíram para a modificação do comportamento hidrológico, criando condições favoráveis para um maior desenvolvimento de processos erosivos. Esses processos desenvolvem ravinas e voçorocas preferencialmente conectadas aos canais de primeira ordem, conforme ilustra a Figura 17, e são mais significativos na porção noroeste e sudeste do Perímetro Urbano. Ravinas também ocorrem associadas a áreas desprovidas de cobertura vegetal, formadas, geralmente, pela remoção das camadas mais superficiais do solo.

¹⁵ Referem-se aquelas feições que são originadas exclusivamente pela ação do homem, e devido a escala são espacializadas e abordadas as mais significativas.

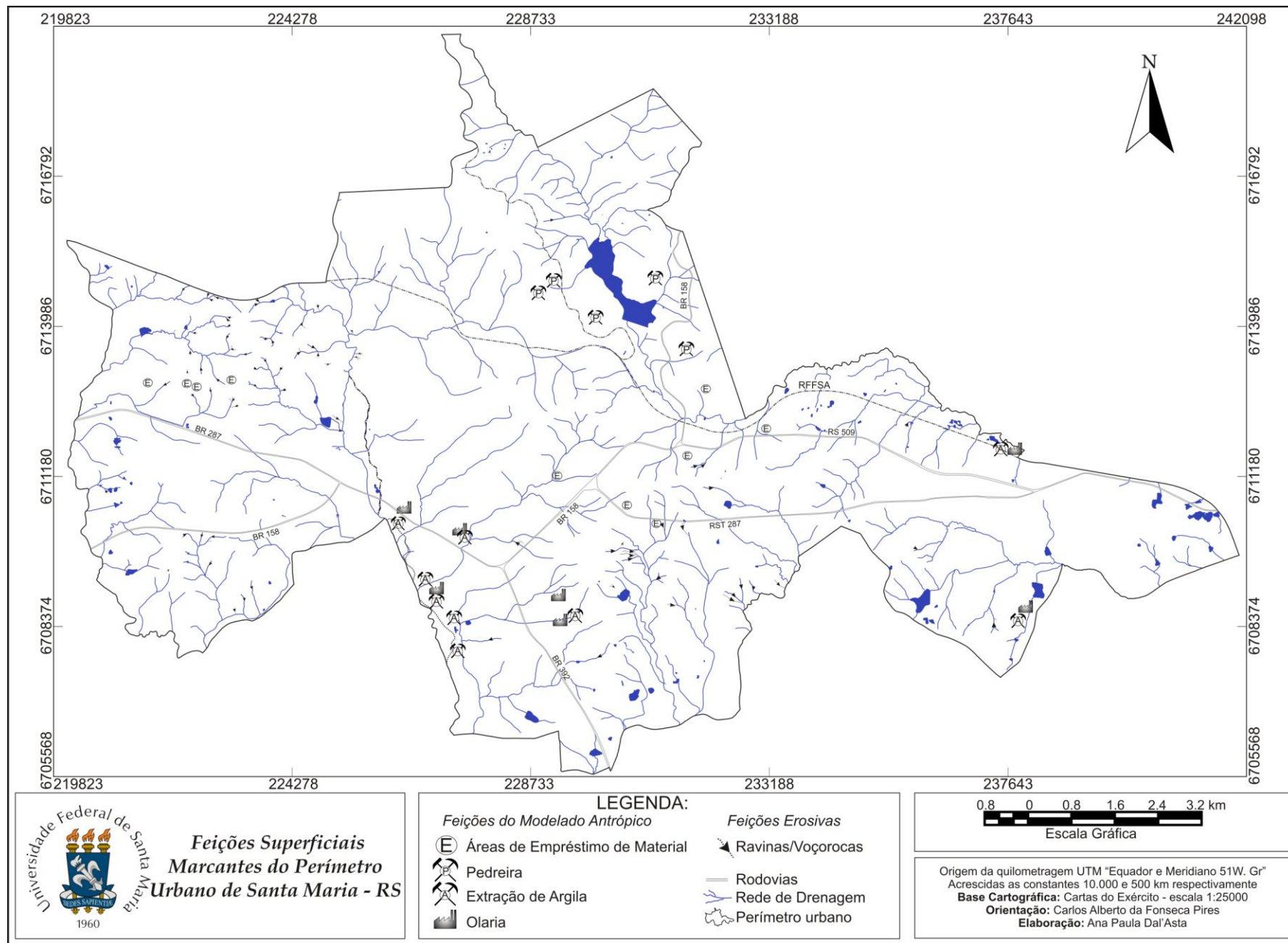


Figura 17 - Feições superficiais marcantes do Perímetro Urbano de Santa Maria

Conforme salienta Robaina et al (2001), processos erosivos nos filetes d'água ou nos banhados, associados as cabeceiras de drenagem, devido à retirada da vegetação original e a ocupação, podem evoluir para áreas com ravinas e voçorocas. As ravinas e as voçorocas representam processos erosivos em diferentes estágios de desenvolvimento, originados pela concentração do escoamento, que tende a dissecar verticalmente o terreno. São, para Oliveira (1999), canais incisivos naturais que resultam de desequilíbrios naturais ou induzidos pelo homem, e exercem importante influência nos processos morfogenéticos atuantes nas vertentes.

As ravinas constituem o estágio inicial da erosão linear. A evolução desse processo de ravinamento origina as voçorocas, as quais correspondem a um estágio mais avançado e complexo de erosão, onde atuam conjugadamente, a erosão superficial e subterrânea e diversos mecanismos de movimentos de massa (OLIVEIRA, 1999).

As feições originadas por ravinas e voçorocas ocorrem associadas ao relevo colinoso, em vertentes côncavas¹⁶ com declividades entre 5 e 15% e às rochas do pacote sedimentar, as quais apresentam comportamento geotécnico suscetível a desenvolver processos erosivos (MACIEL FILHO, 1990), especialmente onde aflora as camadas da Formação Santa Maria. A suscetibilidade, dessa Formação, é condicionada pelas características do substrato, com a presença de rochas bastante impermeáveis que favorecem a ação dos processos de escoamento. Maciel Filho (1990) salienta que, a resistência do solo à erosão, dessa seqüência sedimentar, é baixa, e a resistência do saprolito é ainda menor, de modo que quando a erosão se instala no solo superficial, progride rapidamente, atingindo o substrato rochoso, que exposto passa a desagregar, em pastilhas que se destacam do maciço, permitindo o aprofundamento do processo.

A Figura 18 ilustra este processo, onde observa-se a ocorrência de ravinas em rochas lamíticas, associadas ao Membro Alemoa, que teve seu desenvolvimento desencadeado pela construção da RST 287. Para a implantação da referida rodovia, foram realizados cortes no talude, provocando a exposição das rochas lamíticas, que, devido à falta de proteção e a ação do escoamento superficial, desenvolveu sulcos que foram se aprofundando com a continuação do processo. Embora,

¹⁶ As vertentes côncavas são mais suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas e voçorocas, pois concentram o fluxo do escoamento superficial.

estruturas de contenção tenham sido instaladas, a fim de captar e conduzir através de escadas d'água o escoamento superficial, o mau dimensionamento, dessas obras, agravou os processos. Ressalta-se que, nas áreas onde foram realizados cortes ou as litologias dessa Formação ficaram expostas, o escoamento superficial desenvolveu sulcos no terreno, que evoluíram para um estágio de erosão acelerada.



Figura 18 - Processo erosivo desencadeado pela exposição de rochas lamiticas.

A erosão subterrânea também é significativa e acontece nas zonas de contato em rochas de diferentes permeabilidades. Nessas zonas, conforme Robaina et al (2001), a água escoava movendo material fino e formando espaços internos, que podem provocar solapamento do solo.

O incremento da erosão linear está associado à concentração do escoamento das águas superficiais através do arruamento, rede coletoras de esgoto e das águas servidas jogadas diretamente no solo, que por vez forma incisões no terreno, ou na drenagem, muitas vezes em cabeceiras de drenagem. Em relação ao arruamento, observa-se que, as ruas geralmente acompanham os declives das vertentes direcionando e concentrando o escoamento até a rede de drenagem, sendo bastante comum a presença de sulcos no limite da pavimentação, ou nas próprias vias, em ruas sem pavimentação.

Uma vez estabelecidas na meia encosta, a cabeceira da voçoroca tende a recuar em direção ao topo da vertente, desenvolvendo um canal profundo e largo, originando condições propícias a formação de novas ravinas e bifurcações, principalmente nos pontos de ruptura (Figura 19). O avanço a montante da voçoroca é dado pela erosão regressiva ou remontante, o aprofundamento é condicionado pela erosão vertical e o alargamento por movimentos de massa.



Figura 19 - Processo erosivo desenvolvendo ravina na meia encosta, com várias ramificações.

São justamente os mecanismos envolvidos na evolução das voçorocas, que representam os maiores problemas para a ocupação nessas áreas, que, embora, atualmente apresentam baixa ocupação urbana, configuram-se, juntamente com as áreas de encosta, como vetores da expansão irregular da cidade. Os problemas surgem relacionados com a possibilidade de ocorrência de movimentos de massa gravitacionais e com a erosão remontante, nas imediações das erosões que estão ocupadas por moradias. A fim de conter o avanço da erosão, lixo e entulho são lançados, pelos moradores locais, nas margens e cabeceiras ativas das voçorocas, aumentando a degradação ambiental. Cabe enfatizar que, essas áreas, por representarem espaços desvalorizados no contexto urbano, geralmente são ocupadas de forma espontânea e com moradias de baixo padrão construtivo, agravando ainda mais os problemas erosivos.

Ressalta-se, que em decorrência dos desequilíbrios hidrodinâmicos, incrementados ou induzidos pela ação antrópica, os processos erosivos, atrelados aos canais de drenagem, não se limitam apenas aos canais de primeira ordem, mas acompanham a rede hidrográfica da área, onde é frequente o reentalhamento e o assoreamento dos canais.

4.4.2. Feições do Modelado Antrópico: Pedreiras, Olarias e Áreas de Material de Empréstimo

As feições do modelado antrópico correspondem, ao que denomina Peloggia (1997), de alterações fisiográficas da paisagem, através da modificação do relevo. Essas alterações envolvem uma série de intervenções antrópicas, como retificações

de canais fluviais¹⁷, aterros, cortes, áreas mineradas, terraplanagem, entre outros. Neste item as feições abordadas ocorrem associadas às áreas de obtenção de substâncias minerais para a construção civil e compreendem as pedreiras, as olarias e as áreas de material de empréstimo, conforme ilustra a Figura 17. Para Lacerda (2005, p. 8), estes “produtos caracterizam-se pelo baixo valor unitário e grandes volumes lavrados, condicionando a proximidade da lavra em relação ao mercado consumidor e, portanto, são típicos da mineração em áreas urbanas e periurbanas”.

As feições associadas às pedreiras ocorrem junto aos morros, na porção norte da área de estudo. Atualmente, estas lavras encontram-se abandonadas, porém suas cicatrizes, que apresentam a rocha exposta, marcam fortemente a paisagem pelo seu impacto visual (Figura 20).

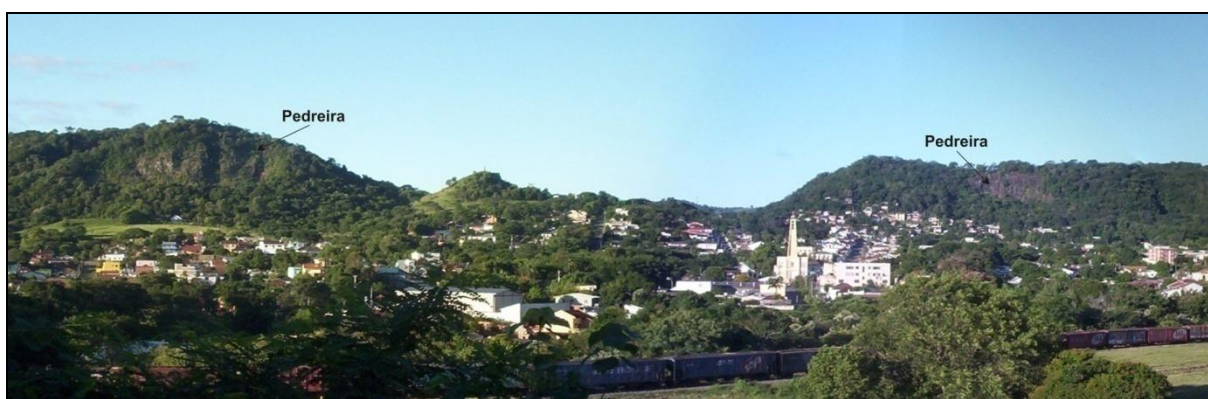


Figura 20 - Feições associadas a extração de brita junto aos morros, na porção norte.

Instaladas no maciço rochoso, as atividades de lavra eram voltadas para a obtenção de brita, a partir da exploração do basalto. Durante muitos anos, conforme aponta Maciel Filho (1990), o basalto foi usado para britagem, entretanto, devido a sua alterabilidade, foi substituído pela brita de riolito. No Perímetro Urbano nenhuma lavra ocorre no riolito.

Essas atividades mineradoras provocaram profundas mudanças na geometria e perfil das vertentes, especialmente ao criarem “degraus” artificiais para a retirada de basalto, nas frentes da lavra, e corpos de “bota-fora”, nas proximidades da frente de extração. As pedreiras de extração de material para a construção civil, conforme Orlandi Filho; Giugno (1994, apud RECKZIEGEL, 2005), normalmente se transformam em grandes anfiteatros nas encostas, formados por paredes

¹⁷ As intervenções nos canais de drenagem foram abordadas no item 4.3.1.

verticalizadas e de grande altura, o que dificulta a sua recuperação, além de oferecer risco a população.

Os taludes verticalizados, com bases planas, compreendem os “degraus”, os quais foram originados pelas detonações. O uso de explosivos para a extração de brita, realizada por desmonte, além de originar taludes íngremes e instáveis, gera descontinuidades e fraturamentos na rocha, podendo desencadear ou intensificar, através da percolação da água, a queda ou o tombamento de blocos rochosos.

Abaixo dos “degraus”, na meia encosta, ocorrem os despejos de “bota-fora” ou depósitos de rejeitos da pedreira. Esses depósitos compreendem os resíduos derivados do processo de beneficiamento do minério e de material de qualidade inferior provindo diretamente da lavra e que não possui valor econômico significativo. Sendo assim, são compostos de material inconsolidado, altamente instável, devido à heterogeneidade de seus constituintes, podendo apresentar desde porções de solo até blocos de rocha, oferecendo, deste modo, restrições ao estabelecimento da população.

A ocupação das proximidades destas áreas de mineração é recente e foi impulsionada a partir da década de 1970, com o adensamento das áreas periféricas ao centro. Em alguns locais, como na Vila Bela Vista, no Morro Cechella, o estabelecimento da população ocorreu, em parte, sobre os depósitos de rejeito da atividade mineradora.

Além das pedreiras, outra feição, que ocorre associada à mineração, corresponde às áreas de extração de argila para as olarias locais, que fazem parte da indústria da cerâmica vermelha. Estas indústrias, conforme Ripolli Filho (1997, p. 133), representam, para Santa Maria, um setor importante, sob o ponto de vista sócio-econômico, uma vez que, “a maioria das habitações é construída com tijolos e telhas supridos, em grande parte, pelas olarias locais de pequeno porte, funcionando em estrutura semi-artesanal”.

Em estudo enfocando o setor cerâmico de Santa Maria, Tavares (2002) identificou 19 olarias localizadas no perímetro urbano e seu entorno, cujos produtos fabricados compreendem tijolos maciços, blocos de vedação, blocos estruturais, tabelas e telhas. Constatou, ainda, uma redução considerável no número de indústrias cerâmicas do município, passando de 44, em 1999, para 19, em 2002, sendo que destas, 03 estão na iminência de abandonar as atividades em “função do

paradigma ‘elevado custo de produção X baixo valor agregado ao produto cerâmico’ (tijolo maciço)” (TAVARES, 2002, p. 82).

Os locais de extração de argila representam uma área de aproximadamente 60 ha e localizam-se, especialmente, na periferia da área urbanizada, próximos das empresas de transformação. Ocorrem, conforme classificação de Tavares (2002), de duas formas distintas: várzea ou morro, sendo que, para o referido autor, as argilas utilizadas pelas indústrias oleiras em sua grande maioria provêm de jazidas do primeiro tipo. Sendo assim, as jazidas ocorrem principalmente associadas às planícies aluviais de alguns rios, onde as áreas de extração mais significativas situam-se nos aluviões do Arroio Cadena, e, em menor quantidade, nos do Vacacaí Mirim e próximo a outros pequenos canais. Ocorrem, também, áreas de extração de argila associadas à Formação Santa Maria.

As jazidas, em estudo, são classificadas como “á céu aberto”, cuja extração, neste tipo de lavra, conforme Müller et al (1990, apud TAVARES, 2002), é precedida pela remoção das camadas de solo superficiais (solo vegetal e raízes) até atingir a camada de argila a ser extraída. Assim, a extração de argila é feita a partir de uma cava que é explorada até a exaustão, quando é abandonada e uma nova cava é explorada. Entretanto, nas cavas abandonadas, muitas com profundidades superiores a 5 metros, medidas de recuperação não foram adotadas, intensificando os problemas, quando do estabelecimento da população. Essa situação é verificada por Reckziegel et al (2006), que ao analisar as áreas de risco na Vila Urlândia¹⁸ (Figura 21.B), estabelece como sujeitas a inundação/alagamento as moradias, que estão localizadas próximas de antigas cavas que encontram-se constantemente alagadas e, em eventos pluviais intensos, transbordam alagando as moradias. Além disso, devido ao acúmulo de água, são áreas de proliferação de insetos.

Após a extração, a argila é transportada até a olaria onde é depositada a céu aberto (estocagem) ou destinada à utilização imediata. Para Tavares (2002, p. 35), o processo de estocagem (Figura 51. B), denominado sazonalidade, consiste na exposição das argilas “à ação dos agentes intempéris (sol, chuva e microrganismos) que promovem a lavagem dos sais solúveis, desagregação dos torrões e oxidação da pirita, com conseqüente melhora da plasticidade e homogeneização da umidade”. As argilas extraídas são distribuídas em camadas

¹⁸ A referida vila localiza-se na planície aluvial do arroio Cadena próxima a duas áreas de extração de argila.

durante um período de tempo, que varia de alguns meses até dois anos (TAVARES, 2002), quando o material passa a ser utilizado no processo produtivo.

Sendo assim, atrelado aos empreendimentos de extração de argila, ocorre à descaracterização da paisagem, especialmente pelas modificações na morfologia local. Assim, além da reconfiguração da superfície topográfica, decorrente da abertura das cavas, canais artificiais foram criados, ligando as áreas de extração ao canal principal e servindo para drenar as áreas com acúmulo de água, formadas pelo rebaixamento do terreno com a retirada de argila. As principais alterações na paisagem decorrentes da atividade oleira encontram-se ilustradas na Figura 21.

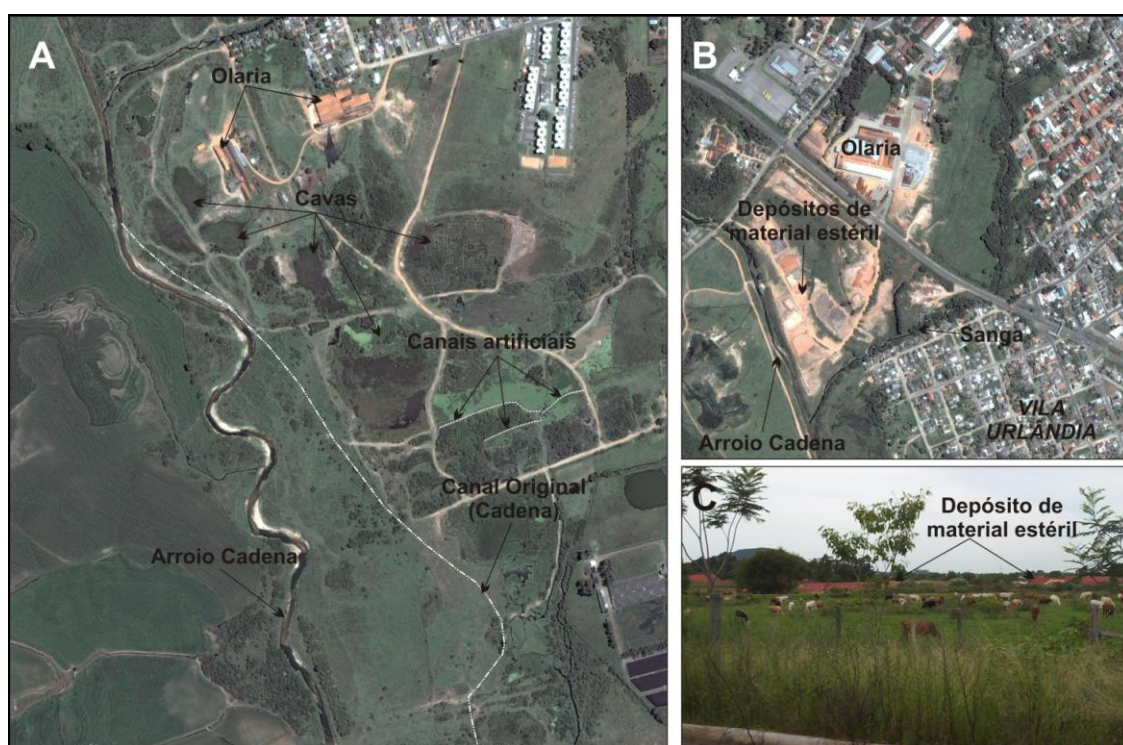


Figura 21 - Áreas de extração de argila para a indústria oleira. A) Alterações na topografia devido a atividade mineira: cavas, canais artificiais e cavas abandonadas com acúmulo de água; B) Olaria e depósito de material estéril; C) Perfil dos depósitos de material estéril.

Outra feição associada à obtenção de material para a construção civil, identificada na área de estudo, corresponde às lavras de material de empréstimo, de onde são extraídos agregados, principalmente areia e argila, das Formações Caturrita e Santa Maria, e piçarra. Tanno; Sintoni (2003) denominam material de empréstimo os materiais terrosos utilizados como base de estradas e na construção de aterros e, eventualmente, como insumo nas obras de infra-estrutura e nas edificações, extraídos de locais denominados “caixas de empréstimo”, em formações

superficiais de diversos tipos: solo arenoso-argiloso; colúvios “cascalhamentos”, saprolitos de rochas diversas.

As feições, associadas às lavras de material de empréstimo, são individualizadas pelas áreas planas e rebaixadas formadas pela remoção do material superficial. Resultam destas áreas, a mudança na topografia original do terreno e a intensificação dos processos erosivos, ao expor horizontes mais suscetíveis e desestruturar o solo, uma vez que, quando expostas a radiação solar e ao ar livre, as forças de coesão entre as partículas do solo, que estava em profundidade, são diminuídas, facilitando a desagregação e o transporte em eventos pluviométricos. Nesse sentido, Maciel Filho (1990, p. 18) salienta que, “se estas áreas não forem protegidas com vegetação ou outra cobertura, tornar-se-ão focos de erosão”.

As Figuras 22. A e B ilustram duas áreas de material de empréstimo localizadas na porção oeste da cidade. A retirada de seqüências arenosas da Formação Caturrita, para a construção da Rodovia 287, originou a feição ilustrada na Figura 22. A e expôs camadas impermeáveis da Formação Santa Maria, permitindo a acumulação de água na área. Já, a área de empréstimo ilustrada na Figura 22. B está ativa e fornece material de construção, extraído da Formação Santa Maria, para as obras civis.

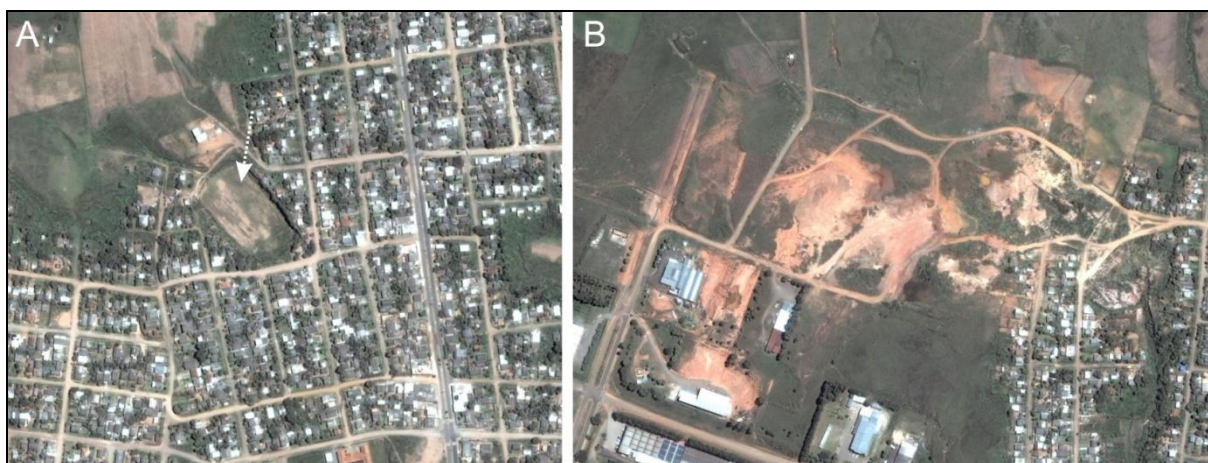


Figura 22 – Lavras de material de empréstimo: A) Área inativa (indicada pela seta), localizada na Nova Santa Marta; B) Área ativa próxima ao Distrito Industrial.

As feições identificadas e mapeadas correspondem as lavras de material de empréstimo, ativas ou não, de maior extensão que se sobressaem na paisagem, e ocorrem em locais com pouco adensamento populacional. Para Lacerda (2005, p. 8) a lavra de material de empréstimo “é um dos maiores problemas geoambientais

urbanos, pois a extração deste material é, muitas vezes, feita de modo irregular, em áreas espalhadas na periferia e mesmo no interior da mancha urbana”. Deve-se considerar que, em áreas urbanas não são as únicas áreas com movimentação de terra, haja vista que, a implantação da estrutura urbana implica em terraplanagens, cortes e aterros, que provocam profundas alterações nas vertentes, e são incorporadas as próprias edificações.

A retirada de material, seja ele solo ou rocha, constitui um incremento na capacidade erosiva, uma vez que expõem rochas mais suscetíveis a desagregação e aliado aos eventos pluviométricos, considerando que Santa Maria apresenta chuvas regulares e algumas de grande intensidade, facilita a instalação do processo erosivo e permite o transporte de uma carga maior de sedimentos até os canais fluviais, intensificando o processo de assoreamento. São, dessa forma, áreas que requerem a adoção de medidas para a sua recuperação, especialmente, através da proteção das áreas expostas.

Deve-se considerar que, as feições do modelado antrópico ocorrem relacionadas com a implantação da estrutura urbana, que ao criar novos espaços para habitar, introduz uma série de modificações no terreno e na dinâmica natural dos processos, nem sempre identificados na paisagem. Em relação a estas modificações, Casseti (1991) coloca que “deve-se entender que tudo começa a partir da necessidade da ocupação de determinada área, que se evidencia pelo relevo ou pelo elemento do relevo definido por vertente”.

No processo de urbanização do ambiente natural, primeiramente surgem as vias, que melhoram com o tempo, a partir das quais a cidade estabelece ligações com outras cidades e o campo, atravessando-o em várias direções e, já no interior da cidade, constituindo seus eixos viários principais. As vias secundárias e o arruamento local vão sendo implantados à medida que a demanda se expande, solicitando-os espontaneamente ou, no caso de planificação avançada, para gerar estímulo à ocupação e para orientá-la. Sendo assim, a construção da cidade demanda obras de terraplanagem, aporte de materiais de construção e manufaturados, implantação de serviços de água, esgotos e outros (CARVALHO; PRANDINI,1998).

4.6. Análise Geomorfológica

A síntese geomorfológica das informações referentes à morfometria, morfografia, morfocronologia e morfogênese, definiu, a partir da proposta de Ross (1992), diferentes níveis de compartimentação para o Perímetro Urbano de Santa Maria. Assim, num primeiro nível hierárquico foram individualizadas três Unidades Geomorfológicas, e as características do relevo, especialmente as morfométricas, e o substrato litológico definiram sete Subunidades (Figura 31 e Quadro 4).

As unidades geomorfológicas compreendem tipos distintos de relevos, cujas formas, variam entre as resultantes de processos erosivos (denudacionais) e as formas resultantes de processos acumulativos ou agradacionais. O perfil NNW-SSE (Figura 23) ilustra os distintos tipos de relevo associados às formações geológicas para o Perímetro Urbano de Santa Maria.

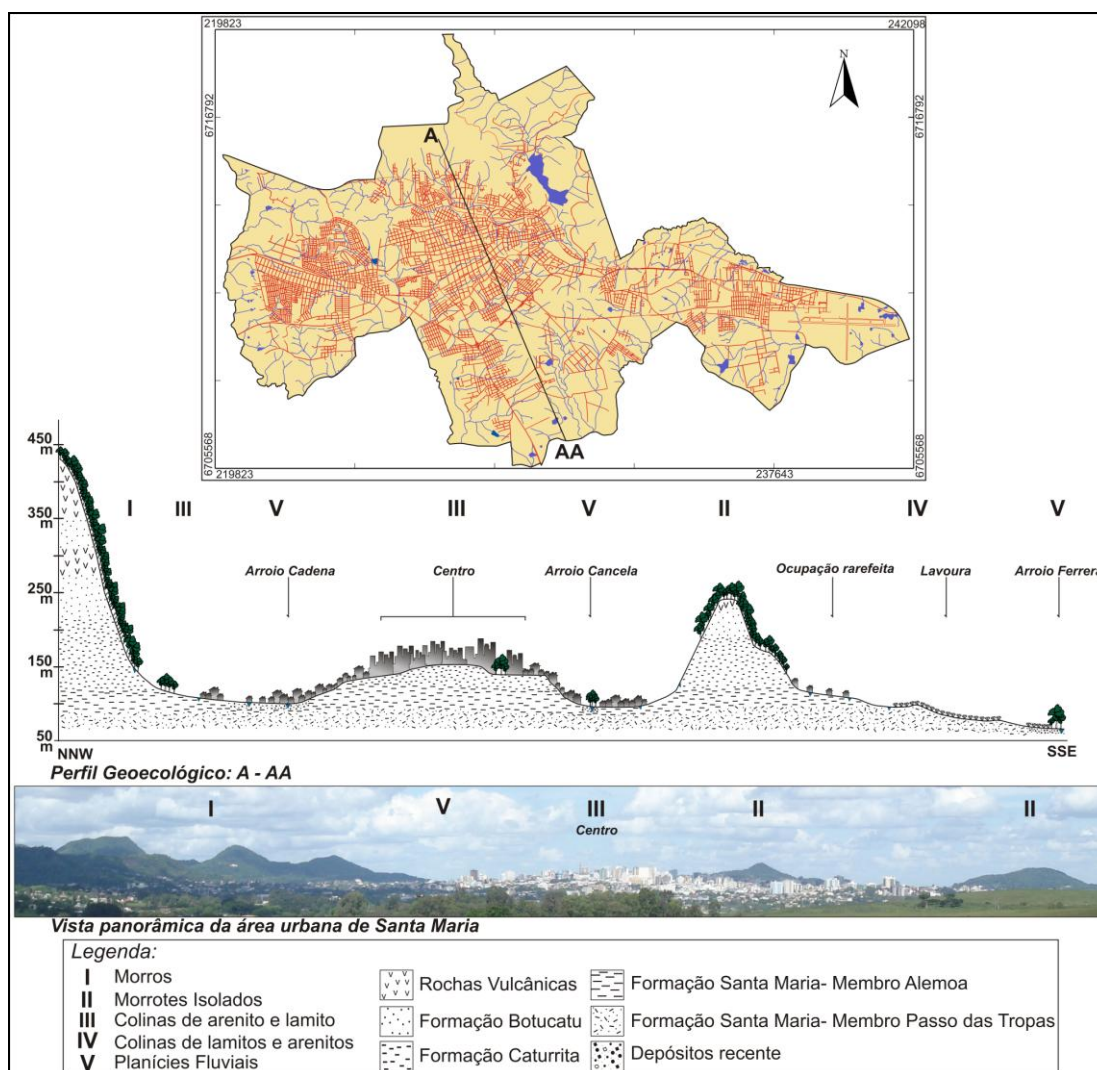


Figura 23 - Perfil Geocológico da cidade de Santa Maria.

Unidade I – Morros e Morrotes da Serra

Esta Unidade está associada ao Rebordo do Planalto e sua morfologia, caracterizada pela presença de vales e morros, resultou de processos morfogenéticos de clima seco (no passado) e clima úmido (no presente). Sendo assim, as características do clima atual determinaram intensa dissecação fluvial, que através do seccionamento da escarpa, provocou o seu recuo e a individualização de morros-testemunhos, os quais, por serem relevos residuais, atestam a antiga posição da frente do Rebordo (PEREIRA et al, 1989). No conjunto, esta unidade corresponde a áreas de divisor de águas, com grande número de canais de primeira ordem.

As características dessa unidade individualizaram duas subunidades: Subunidade de Morros e Subunidade de Morrotes Isolados.

Unidade I.i. Morros

Esta unidade compreende uma área de 1.554 ha em um relevo fortemente ondulado, com vertentes entalhadas, as quais formam vales encaixados em encostas íngremes (Figura 24 A e B), denominada de Serra. A análise morfométrica individualiza áreas com declividades superiores a 30% e formas com amplitudes entre 120 e 280 metros, em cotas altimétricas superiores a 150 metros.

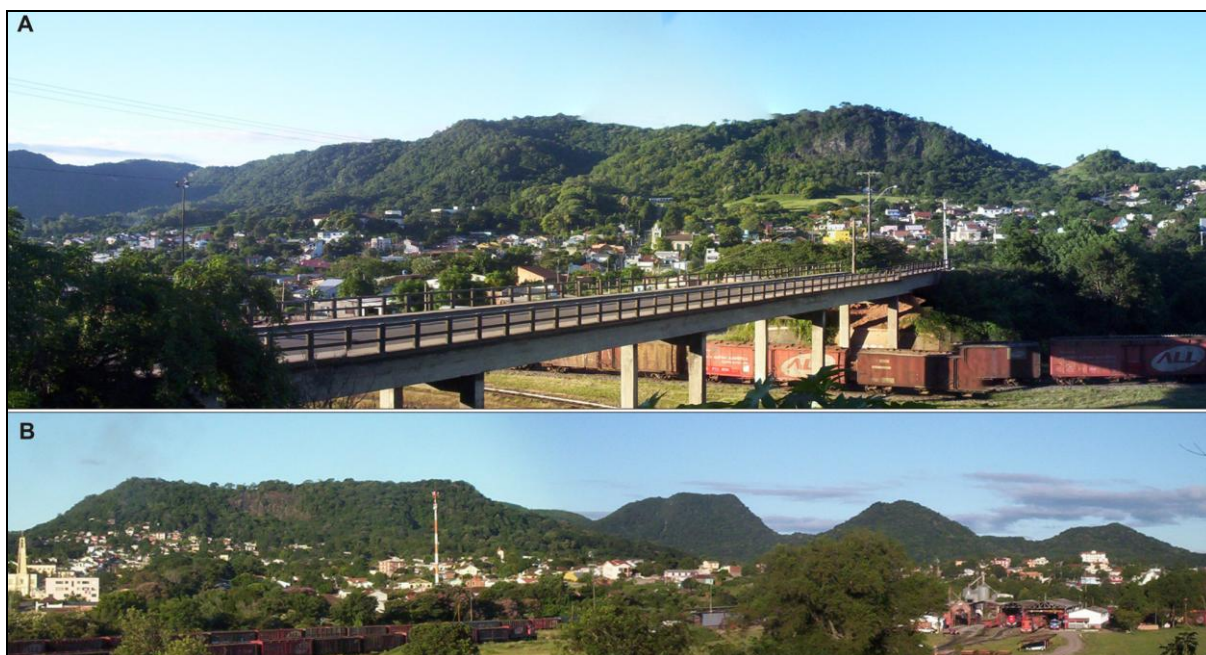


Figura 24 – Subunidade de Morros. A) Morro do Linck; B) Morro Cechela e outros morros localizados a leste da Barragem do DNOS.

O conjunto dessa unidade não é contínuo, apresentando uma endentação profunda no vale do Rio Vacacaí Mirim, resultante da erosão fluvial regressiva. Conforme Pereira et al (1989, p. 49), devido ao grande desequilíbrio do seu perfil longitudinal, esse rio, assim como o Ibicuí Mirim e o Arroio Grande¹⁹, “seccionaram a escarpa por erosão remontante, juntamente com seus afluentes, determinando seu alto grau de festoneamento, trabalho facilitado pela existência de falhas e fraturas”.

Faz parte dessa unidade o morro testemunho Cechella, definido, por Pereira et al (1989, p. 50), como engastado, uma vez que encontra-se “incrustado no alinhamento geral da frente do Planalto e ainda incorporado a área”. Apresenta topo plano associado a presença de camadas subhorizontais de rocha vulcânica (PEREIRA et al, 1989).

O substrato rochoso, desta unidade, é composto por rochas vulcânicas, da Formação Serra Geral, por arenitos silicificados, que por vezes ocorre como *intertrap*, representando a Formação Botucatu, e por arenitos fluviais, pertencentes a Formação Caturrita. Ocorrem associadas aos arenitos silicificados e as rochas vulcânicas, escarpas abruptas que culminam em morros com topos preferencialmente convexos.

Abaixo da zona de escarpa ocorrem depósitos de colúvio, que, conforme identificado por Maciel Filho (1990, p. 15), provêm geralmente das rochas vulcânicas e Arenito Botucatu, “encontrando-se freqüentemente uma mistura de blocos ou matacões de riólito principalmente, basalto e às vezes de arenito, imersos ou emergentes de uma massa de solo com matéria orgânica”. Devido a heterogeneidade do material, no qual as partículas constituintes possuem diferentes resistências e características estruturais, são bastantes suscetíveis aos processos erosivos e movimentos de massa.

Os solos formados nessas áreas íngremes, em geral, são rasos e com alta pedregosidade, classificados, conforme levantamento realizado por Pedron (2005), como Neossolos, com espessura do horizonte superficial entre 20 a 40 cm sobre a rocha sã ou intemperizada e com baixo potencial de uso.

Em função das características morfológicas, esse compartimento apresenta restrições ao uso e ocupação, o que reflete na baixa ocupação urbana, com a preservação da vegetação nativa, especialmente nas áreas mais íngremes. A

¹⁹ Esses dois cursos d'água, conforme aponta Pereira et al (1989), são os responsáveis pelas outras duas endentações do Rebordo no município de Santa Maria.

erosão e os movimentos de massa são os processos de dinâmica superficial característicos dessa unidade. Ressalta-se que, nas áreas de elevada declividade, ocorrem processos associados a movimentos de massa, desencadeados principalmente por intervenções (cortes para construção de moradias ou abertura de estradas, aterros, entre outros) que desestabilizam a encosta. Na Br 158, em direção a Itaara, estruturas de contenção, foram implantadas na margem da rodovia.

Feições associadas a extração de brita em rochas vulcânicas ocorrem ao longo da encosta, a qual apresenta, também, canais de primeira ordem que compõem as bacias dos Arroios Cadena e Vacacaí Mirim.

Unidade I.ii. Morrotes Isolados

Compreende a menor unidade da área de estudo com 335 ha, sendo definida pela ocorrência de formas isoladas de morrotes com topos convexizados, conhecidos como morros testemunhos (Figura 25), os quais regionalmente são denominados Cerrito e Mariano da Rocha. As altitudes variam de cotas entre 130 e 246 metros, com declividades maiores de 15% que aumentam em direção as áreas mais elevadas, apresentando significativas ocorrências de inclinações superiores a 30%.

As porções superiores dos morrotes ocorrem capeadas por rochas vulcânicas e arenitos eólicos, da Formação Botucatu, que, devido a maior resistência, correspondem a camada mantenedora responsável pela preservação da forma. Nas porções médias e basais ocorrem litologias sedimentares areníticas e lamíticas, das Formações Caturrita e Santa Maria. Os solos na porção superior correspondem aos neossolos e na porção basal aos argissolos (ROBAINA et al, 2002).

Os processos que ocorrem junto as vertentes estão associados a erosão e movimentos de massa. Entretanto, devido a ocupação extensiva e, em geral de alto poder aquisitivo, representam baixo risco para a população.



Figura 25 - Subunidade Morrotes.

Unidade II – Colinas

A unidade de colinas abrange 8.958 ha e representa as áreas com ondulações suaves, as quais, regionalmente, recebem a denominação de coxilhas (colinas côncavo-convexas e colinas tabuliformes). Nesta unidade ocorrem processos de dinâmica superficial em ravinas e voçorocas e assenta-se, grande parte da ocupação urbana, inclusive o centro.

Associados a unidade de colinas, ocorrem três Subunidades: Colinas de arenitos e lamitos, Colinas de arenito e Colinas de lamito e arenito.

Unidade II.i. Colinas de arenito e lamito

Representa o relevo de colinas mais próximas da encosta, com altitudes entre 90 e 200 metros e topografia suavemente ondulada, com declividades que variam entre 5 e 15% (Figura 26). Na base dos morros, na porção norte, essas colinas constituem os degraus formados abaixo do segmento íngreme da encosta, que decaem em direção a rede de drenagem. Cabe ressaltar que, a ocupação da cidade de Santa Maria teve início sobre a ampla colina de topo plano localizada na porção central.

A seqüência de rochas está representada por lamitos, da Formação Santa Maria, encobertos por arenitos, da Formação Caturrita, que mantém a estrutura mais elevada. Associam-se a essas áreas, especialmente onde afloram as litologias da Formação Santa Maria, processos de dinâmica superficial, com a erosão em sulcos, ravinas e voçorocas.



Figura 26 - Colinas situadas na porção noroeste do Perímetro Urbano de Santa Maria, com processos erosivos associados a rede de drenagem.

Unidade II.ii. Colinas de Arenito

Esta unidade abrange 1.425 ha e ocorre no extremo oeste da área de estudo. É definida pela presença de colinas suavemente onduladas, com declividades entre 5 e 15% e altitudes que não ultrapassam os 136 metros. As formas caracterizam-se como colinas côncavo-convexas com amplitudes de até 60 m (Figura 27).

O substrato é composto por rochas da Formação Rosário do Sul e da Formação Santa Maria membro Passo das Tropas. Ocorrem feições superficiais associadas a ravinas e voçorocas.

A ocupação desta unidade defronta com uma importante característica de ordem ambiental, o afloramento dos arenitos fluviais do Membro Passo das Tropas, que segundo Maciel Filho (1990), corresponde a área de maior recarga do aquífero que serve a cidade.



Figura 27- Morfologia das colinas de arenito e siltito.

Unidade II.ii. Colinas de lamito e arenito

Compreende a unidade mais significativa da área, com 4.117 ha, individualizada pela ocorrência de colinas suaves com substrato constituído por intercalações de lamitos e arenitos finos da Formação Santa Maria. Ocupa, predominantemente, as porções sul e leste.

Associam-se a essa unidade, colinas com vertentes alongadas de topos planos e amplitudes de até 40 metros (Figura 28). Ocorrem em cotas de até 130 metros e com declividades predominantes inferiores a 5%. A erosão é o processo característico, ocorrendo em forma de sulcos, ravinas e voçorocas.



Figura 28- Morfologia suave da subunidade colinas de lamito e arenito. Ao fundo Morro Cerrito e os morros da Serra.

Unidade III – Planícies e Terraços Fluviais

Esta unidade compreende 2.294 ha e representa as áreas cuja gênese está associada a deposição de sedimentos pelos canais fluviais. Engloba as áreas de deposição recente e os terraços fluviais.

Unidade III.i. Planícies Aluviais

As áreas planas com depósitos recentes, associados a rede de drenagem, definiram essa unidade, que abrange 1.488 ha e ocorre ao longo dos canais principais da área (Figura 29). Esses cursos d'água formam, em muitos trechos de sua planície de inundação, canais meandantes, com áreas assoreadas e intensa erosão de margem.

Os depósitos são constituídos por fragmentos de rochas vulcânicas e sedimentares e sua deposição ocorre durante os períodos de cheias, onde a carga em suspensão é sedimentada ao longo da planície de inundação (ROBAINA et al, 2002), na qual a declividade não ultrapassa 2%.

Esta unidade compreende áreas mal drenadas com o lençol freático próximo a superfície, resultando no acúmulo de água em muitos locais, e solos hidromórficos, apresentando problemas geotécnicos, relacionados, principalmente, ao escoamento e as fundações, que devem ser profundas. Além disso, são áreas sujeitas a inundações e a processos de erosão de margem. As feições identificadas nesta unidade ocorrem associadas a extração de argila para as indústrias da cerâmica vermelha.



Figura 29 - Planície aluvial do Arroio Ferrera.

Unidade III.ii. Terraços Fluviais

Os terraços fluviais abrangem uma área de 1.206 ha e sua gênese está relacionada com os depósitos dos arroios Cadena, Passo das Tropas e, principalmente, Vacacaí Mirim. Diferem das planícies aluviais por estarem em cotas mais altas, não apresentarem risco a inundação e constituírem atualmente áreas de degradação (MACIEL FILHO, 1990) (Figura 30).

Encontram-se em cotas entre 70 a 110 metros e ocorrem isolados, refletindo um deslocamento lateral do canal durante o processo de entalhamento. A morfologia é caracterizada pela presença de colinas suaves a suavemente ondulada e declividades inferiores a 15%, com predomínio de inclinações inferiores a 2%.

A erosão, embora pouco expressiva, é o processo característico dessa unidade.



Figura 30 - Em primeiro plano a planície aluvial do Arroio Cadena, e, ao fundo num nível topográfico mais elevado, terraço fluvial associado ao Arroio Cadena.

O Quadro 4 apresenta a síntese das informações geomorfológicas da área de estudo, com as características que individualizam cada unidade.

Unidade Geomorfológica	Subunidade	Morfometria	Morfologia	Litologia	Dinâmica superficial
Morros e morrotes da Serra	<i>Morros</i>	Declividade: >30%; Altitudes: > 150 m Amplitude: entre 120 a 280 m	Relevo fortemente ondulado com a presença de vertentes escarpadas; Drenagem encaixada. Predomínio de topos convexos.	Rochas vulcânicas com intercalações de arenitos eólicos; na base arenito da Formação Caturrita.	Erosão e movimentos de massa, através de queda de blocos e escorregamentos;
	Morrotes isolados	Declividade: > 15% Altitudes: entre 130 e 246 m	Relevo ondulado; Forma de morrotes com topos convexos	Rochas vulcânicas, arenitos e lamitos.	Erosão e movimentos de massa.
Colinas	<i>Colinas de arenito e lamito</i>	Declividade: entre 5 e 15% Altitudes: entre 90 e 200 m Amplitude entre 20 e 80 m	Relevo suave ondulado; Colinas com predomínio de topos planos	Arenitos e lamitos da formação Caturrita e Santa Maria	Erosão.
	<i>Colinas de arenitos</i>	Declividade: entre 5 e 15% Altitudes: entre 70 e 136 m Amplitudes: entre 30 e 60 m	Relevo suave ondulado; Colinas côncavo-convexas	Arenitos finos da Formação Rosário do Sul e arenitos médios do Membro Passo das Tropas da Formação Santa Maria.	Erosão
	<i>Colinas de lamito e arenito</i>	Declividades: inferiores a 15%. Altitudes: entre 70 e 130 m Amplitudes: até 40 m	Relevo suave; Colinas com topos planos e vertentes alongadas.	Litologias da Formação Santa Maria	Erosão
Planícies e Terraços Fluviais	<i>Planícies Aluviais</i>	Declividades: > 2% Altitudes: < 130 m	Relevo plano associado à rede de drenagem	Depósitos recentes	Áreas de acumulação sujeitas a inundações. Processos erosivos nos canais fluviais
	<i>Terraços fluviais</i>	Declividades: < 15%, predomínio < 2% Altitudes: entre 70 e 110 metros	Relevo suave a suave ondulado	Depósitos variados	Erosão

Quadro 5 - Síntese das informações geomorfológicas da área de estudo.

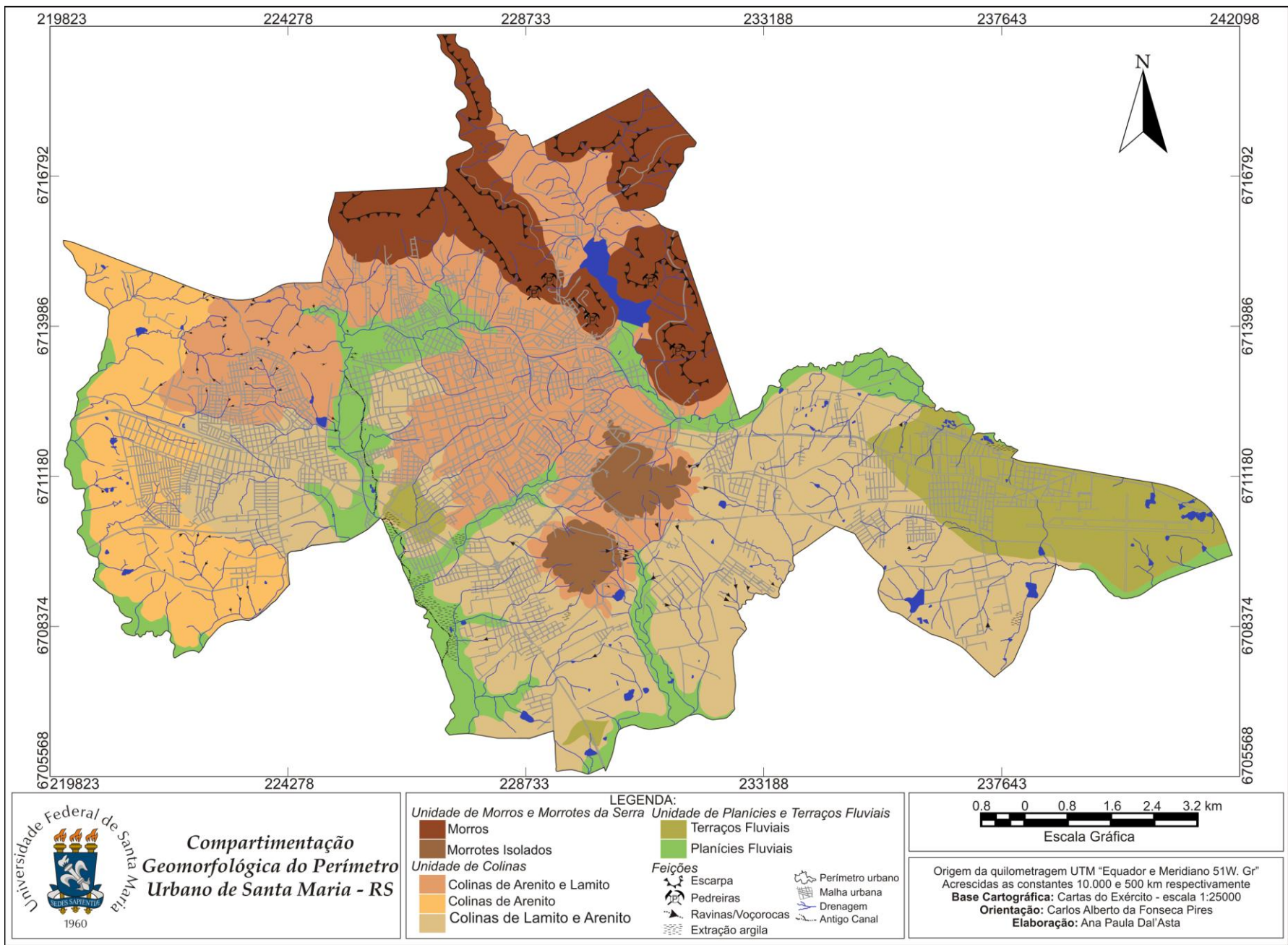


Figura 31 - Compartimentação Geomorfológica do Perímetro Urbano de Santa Maria.

4.6. Ocupação e formação do espaço urbano Santamariense

A ocupação humana ao longo da história, em uma área fisicamente tão diversificada, como Santa Maria, também apresentou formas, ritmos e tempos bastante diferentes, permitindo que se descortinasse um jogo de relações tão peculiar desta região, e ao mesmo tempo, inserido em um contexto de transformação mais amplo, pelo qual passaram as demais áreas do Estado (FIGUEIRÓ, 1997). Sendo assim, resgatar a história da paisagem, é antes de mais nada, desvelar as bases sobre as quais se erigiram, no espaço, as relações da sociedade com a natureza (FIGUEIRÓ, 1997). A partir do exposto, busca-se neste item mostrar como ocorreu o processo de ocupação e a conseqüente transformação da paisagem, entre o início do povoamento e o período atual, na cidade de Santa Maria e seu entorno.

A cidade de Santa Maria tem suas origens, em fins do século XVIII, associado às disputas geopolíticas entre Portugal e Espanha. O marco histórico da povoação de Santa Maria é o ano de 1797 com o surgimento de um acampamento militar, com a Segunda Comissão Demarcadora dos limites entre Portugal e Espanha. A referida comissão se assentou sobre a ampla colina no pé da Serra, na atual Rua do Acampamento, antiga Rua São Paulo. É a partir desse povoamento que evolui o núcleo urbano de Santa Maria.

Em relação ao surgimento de Santa Maria, Belém (2000, p.32) destaca que “ordens foram dadas para a derrubada da floresta no cimo do outeiro, levantando-se em seguida o quartel para a tropa, o escritório para a comissão técnica, os ranchos para os oficiais, e a indispensável capela”. A partir deste relato fica claro que a formação do espaço urbano santamariense inicia-se pela apropriação atrelada a degradação do ambiente natural.

A Segunda Subdivisão Demarcadora permaneceu em Santa Maria até 1801, ano em que Santa Maria deixa de ser acampamento para ser povoação (BELÉM, 2000; RECHIA, 1999). É também no ano de 1801, conforme aponta Bolfe (2003), que têm-se o primeiro traçado de arruamento urbano, formado pelas ruas Dr.

Bozzano e do Acampamento. Em 1812, a povoação é elevada a curado, sob a denominação de Capela Curada de Santa Maria da Boca do Monte²⁰.

No ano de 1835, Santa Maria apresentava grande progresso, possuindo 357 habitações e uma população em torno de 2.290 habitantes. Para Belém (2000), a prosperidade do curato decorria da posição geográfica que facilitava o intercâmbio comercial com centros populosos da fronteira com Buenos Aires e Montevidéu, e da operosidade de seus habitantes, dedicados a criação de gado bovino e cavalari e ao cultivo de cereais.

No período da Revolução Farroupilha, Santa Maria enfrenta a crise provocada pelo confronto, que deixou, conforme relatos de Belém (2000), a igreja abandonada, mas com o comércio prosperando. Em 1837, o Curado é elevado a categoria de Freguesia de Santa Maria da Boca do Monte e em 1857, acontece a emancipação administrativa, quando o território de Santa Maria é desmembrado de Cachoeira do Sul. A população, no ano seguinte, girava em torno de 5.110 habitantes, estando incluso, nesse número, “20 libertos e 966 escravos” (BELÉM, 2000).

Em 1861, o agrimensor Otto Brinckman elaborou a primeira planta de Santa Maria. Como consequência deste trabalho, tem-se em 1865 uma iniciativa do poder público de acelerar o desenvolvimento da cidade, como destacado por Belém (2000, p. 134) no relato abaixo.

Tendo sido concluída e aprovada a planta da vila, foram demarcados os quarteirões e numerados os respectivos terrenos urbanos, os quais eram cedidos, em aforamento perpétuo, a quem os requeria, sob a condição de edificá-los no prazo de um ano (BELÉM, 2000, p.134).

Assim, é a partir da segunda metade do século XIX, que a cidade de Santa Maria vai se estruturando, com o início efetivo de sua construção, pois, conforme relata Belém (2000, p. 134 - 135) “todos os terrenos foram ocupados, e as ruas, pouco a pouco, foram se enchendo de casas (...) desaparecendo das ruas centrais, completamente, os ranchos, dando lugar a prédios de alvenaria”. Oliveira (2004) enfatiza que desde esse momento o processo de apropriação inadequada do solo urbano começa a se consolidar, pois, de acordo com Belém (2000, p. 134):

²⁰ Boca do Monte, conforme Marchiori (2000), vem do espanhol e significa boca do mato, em referência a ocupação se assentar próximo a densa vegetação que se estendia da base em direção ao topo da serra.

Naquele tempo havia egoístas como há hoje e haverá sempre. Estes requereram dois, três e até quatro terrenos e edificaram um só, burlando, deste modo a finalidade da Câmara. Ainda, hoje, há terrenos aforados na cidade, sem edificação.

Em 1870, tem início o calçamento das ruas da vila e, em 1876, Santa Maria é elevada a categoria de cidade, com o nome de Santa Maria da Boca do Monte.

Com a construção e implantação da estrutura urbana, muitas intervenções, significativas, começam a ser efetuadas no ambiente. Essas intervenções podem ser constatadas, quando Belém (2000, p. 144) destaca que, em 1876, “todas as ruas projetadas na planta levantada em 1865, estavam niveladas e entregues ao trânsito público (...). As duas praças – a da Matriz e da Constituição – aplainadas convenientemente, eram magníficos logradouros públicos”.

Nas últimas décadas do século XIX²¹, a expansão da mancha urbana é promovida pela implantação do sistema ferroviário, da Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA, onde a cidade de Santa Maria atua como nó ferroviário no centro do estado. A linha férrea impulsionou o avanço da modernização na cidade, transformando o espaço urbano de Santa Maria, a fim de atender a nova demanda de circulação de pessoas e mercadorias. Dessa forma, tem-se, conforme menciona Bolfe (2003), a melhoria dos serviços urbanos, com a energia elétrica, correios, telefone e pavimentação de ruas. Além disso, ocorre o desenvolvimento, nas proximidades da estação férrea, na Avenida Rio Branco, de um centro comercial, com hotéis, restaurantes e um pequeno comércio para atender os viajantes. Essa avenida, hoje, simboliza o “centro velho” que conserva as edificações mais antigas, representativas dessa fase de crescimento de Santa Maria (BOLFE, 2003).

Nesse período, o espaço urbano se expande a partir da área que compreende a Avenida Rio Branco, no Bairro Centro e suas proximidades, com a existência do entroncamento ferroviário, em direção ao sul e ao leste, conforme a Figura 32. De acordo com levantamento realizado por Bolfe (2003), na década de 1920 tem início o crescimento vertical da cidade de Santa Maria, com a construção do Edifício João Fontoura Borges, situado na Avenida Rio Branco. Até a metade do século XX, a ocupação urbana limitou-se ao entorno do centro, expandindo-se, no setor norte, para além dos trilhos da ferrovia.

²¹ Especialmente, a partir de 1885 quando ocorre a inauguração da linha férrea Cachoeira-Santa Maria, trecho este que mais tarde a ligaria a Porto Alegre (RECHIA, 1999).

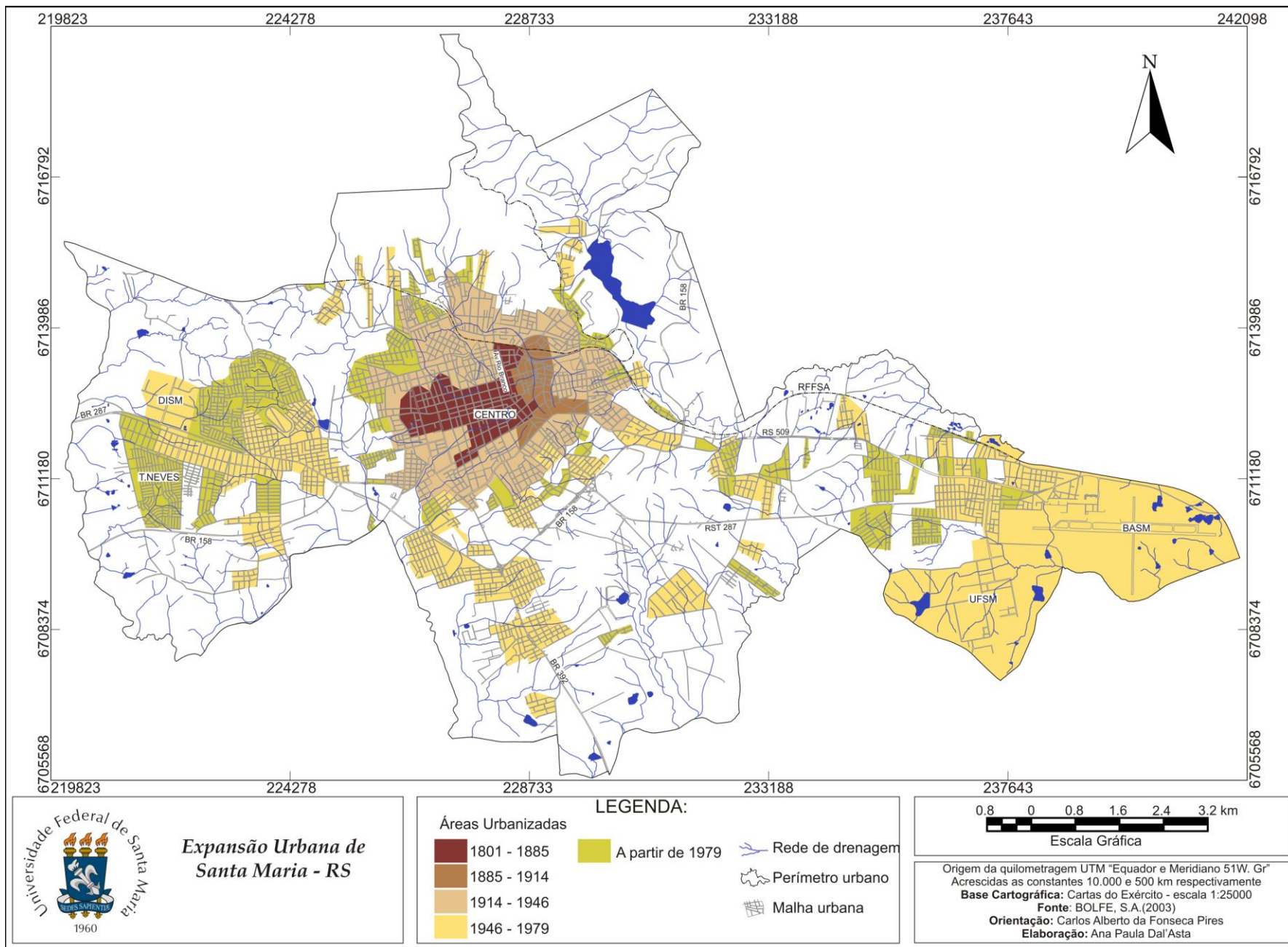


Figura 32- Expansão urbana de Santa Maria.

A urbanização no setor leste teve início com a implementação, na década de 1960, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a primeira do interior do país. A partir de então, e aliado a inauguração da Base Aérea de Santa Maria (BASM) na década seguinte, este setor, da cidade, apresentou efetivo crescimento. Além disso, com a Universidade Federal a cidade de Santa Maria adquire novas funções, que “como equipamento urbano, a UFSM continua sendo fundamental para o crescimento da cidade, influenciando nos investimentos feitos pelos proprietários imobiliários” (BOLFE, 2003).

Na direção oeste, a expansão urbana foi impulsionada pela instalação do Distrito Industrial de Santa Maria (DISM). Pinheiro (2002) salienta que, com a instalação do distrito industrial, durante a década de 1970, a porção oeste da cidade foi pensada como um espaço para a expansão do setor produtivo, o que necessariamente demandaria a alocação de uma mão-de-obra nas suas proximidades. É nesse cenário que ocorre a construção das Cohab Santa Marta e Tancredo Neves, nos anos 1980, levando a infra-estrutura básica para esta porção do espaço urbano.

Como alternativa industrial de fato não prosperou e na década de 1990 acabou assistindo dois processos concorrentes: de um lado, a ocupação deste espaço ocioso pela “cidade ilegal” e, por outro lado, a transferência de uma classe média cada vez mais pauperizada e expulsa das áreas valorizadas (PINHEIRO, 2002, p. 31).

Desse modo, no período entre 1950 até finais dos anos 1970, conforme ilustrado na Figura 32, as áreas de expansão urbana se distribuíram além do Bairro-Centro, obedecendo aos obstáculos que impedem a ocupação contínua do espaço físico-territorial urbano (BOLFE, 2003). Esses obstáculos geram espaços não ocupados que compreendem áreas com uso rural, áreas institucionais e de serviços, como as áreas militares e as da UFSM, e aquelas geradas pelos limitantes naturais, como as áreas de alta declividade junto ao Rebordo e aos Morros Testemunhos (Figura 33). Em relação às instalações militares, que ocupam grandes extensões de terras à sudoeste, Moraes (1982) coloca que, estas possibilitaram pequenos aglomerados urbanos, que por um lado, constituem fatores de urbanização e, por outro, impedem o crescimento da cidade naquela direção.



Figura 33 - Vista panorâmica tomada de leste para oeste. Em primeiro plano o Bairro Camobi e a RST 287 e Avenida Prefeito Evandro Behr (RS 509). Ao fundo os morros testemunhos, os morros da Serra e o núcleo central da cidade de Santa Maria. Observa-se, os vazios urbanos que impedem a ocupação contínua do espaço.

Fonte: Marchiori et al, 2008.

A partir da década de 1960, a cidade de Santa Maria apresenta um grande crescimento populacional, quase triplicando o número de habitantes até o ano 2000, quando a população urbana passa de 85.014 habitantes, em 1960, para 230.464, em 2000, conforme a Tabela 3. Esse crescimento refletiu não somente na expansão horizontal da cidade, mas também na verticalização do uso do solo e no adensamento populacional das áreas já instituídas. Conforme constatado por Bolfe (2003), a partir de 1970 têm-se um crescimento contínuo das edificações com mais de dez andares e, a partir dos anos 1990, verifica-se a expansão desses edifícios além do Bairro-Centro. É, também, do início dos anos de 1990, que ocorre a construção do Viaduto Prefeito Evandro Behr, existente à Rua do Acampamento, entre as Ruas Venâncio Aires e Alberto Pasqualini, uma das maiores alterações estruturais realizadas no centro de Santa Maria.

Tabela 3 - Distribuição da População de Santa Maria-RS de 1950 a 1990.

Ano	População urbana	%	População Rural	%	Total
1950	47.904	57	35.097	43	83.001
1960	85.014	69	36.961	31	120.975
1970	124.288	79	32.641	21	156.929
1980	154.619	85	27.066	15	181.685
1990	196.347	90	21.237	10	217.584
2000	230.464	95	12.419	5	243.392

Fonte: IBGE, censos demográficos.

Este crescimento populacional contribuiu, também, para a existência de assentamentos em áreas carentes de serviços básicos e oportunidades de trabalho. Conforme Urrutia (2000), é especialmente a partir das décadas de 1960 e de 1970, que consolidou-se a prática da construção irregular, caracterizada pela

ilegalidade jurídica a qual refere-se a inexistência de registro em cartório imobiliário e ilegalidade urbanística referente a inexistência de saneamento básico e equipamentos comunitários. Essas ocupações acabam privilegiando áreas públicas e privadas que se apresentam “ociosas”, e são ocupadas de forma irregular, sem planejamento, com pouca ou nenhuma infra-estrutura. (PINHEIRO, 2002, p.33).

As ocupações irregulares em Santa Maria iniciaram em 1960, com a ocupação da Vila Nossa Senhora do Trabalho, na porção norte do Perímetro Urbano, onde de forma espontânea e desordenada, várias famílias foram montando suas casas no local próximo ao Matadouro Municipal (PINHEIRO, 2002). A partir de então, as ocupações irregulares tornaram-se uma constante.

Nesse sentido, a ocupação urbana de Santa Maria e seu processo de urbanização “possui um histórico complexo quanto à ausência de ordenação territorial, implicando diversas irregularidades de uso e ocupação do espaço urbano, as quais dificultam a gerência desse espaço” (BOLFE, 2003, p. 78). Ressalta-se, que durante quase trinta anos, entre 1979 e 2005, o instrumento de normatização ou de planejamento do espaço urbano, representado pelo Plano Diretor Municipal, não sofreu revisões ou atualizações, mantendo-se a tolerância com a expansão desordenada, “enquanto a municipalidade ainda discutia um novo Plano Diretor” (URRUTIA, 2000).

Decorre dessa ocupação desordenada a conversão dos espaços livres, de interesse puramente especulativos, em solo urbano, tornando os disponíveis às pressões de uso e ocupação, mesmo que nem sempre, sejam passíveis de tal conversão. Como exemplo, cita-se as ocupações nas margens do Arroio Cadena e na encosta da Serra.

Dessa forma, pode-se dizer que, num primeiro momento, a expansão urbana de Santa Maria ocorreu em todas as direções, porém com o passar do tempo, começou a sofrer limitações, em alguns setores. Atualmente, a ocupação territorial da cidade ocorre preferencialmente nos vetores leste, oeste e sul, através da incorporação de novas áreas para a função urbana (Figura 34). Esses eixos de expansão polarizam a ocupação urbana, especialmente, na direção dos eixos rodoviários (BOLFE, 2003).

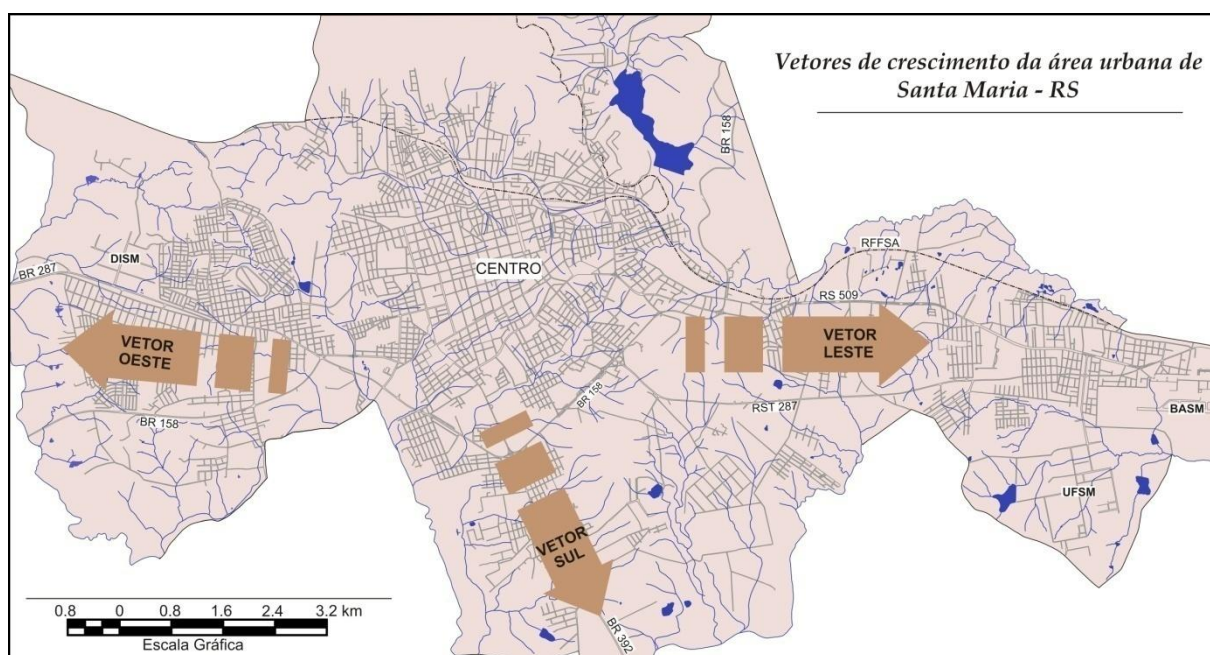


Figura 34 - Vetores principais de crescimento da cidade de Santa Maria.

O vetor leste da cidade teve impulso com a criação da UFSM e da BASM e, hoje, encontra-se em pleno desenvolvimento. Nas áreas intermediárias entre o bairro Camobi e o centro, os vazios urbanos estão sendo gradualmente ocupados, pois, conforme Bolfe (2003), existe uma forte valorização do solo urbano, vista pelos loteamentos de residências unifamiliares de classe média a alta, que predominam nessa área. Ressalta-se, utilizando-se da referida autora, que, os condomínios fechados de residências unifamiliares são recentes, e representam uma nova forma

de morar em habitações mais distantes do centro. Essas são residências mais distantes do centro.

Ao sul, a expansão urbana se estrutura, principalmente, ao longo da BR 392 para São Sepé. Neste vetor o crescimento urbano está representado por pequenas indústrias, frigoríficos e comércio atacadista, destacando-se o da construção civil e as revendedoras de automóveis (BOLFE, 2003). Nesta porção ocorrem grandes espaços vazios, que gradualmente estão sendo ocupados.

No vetor oeste, a expansão ocorre com o adensamento das áreas de baixa ocupação, estruturado, especialmente, pelo sistema viário da Rodovia 287, para São Pedro, e BR 158, para Cacequi.

Notadamente, o crescimento urbano de Santa Maria tem influência decisiva na sua forma de expansão, uma vez que, a aglomeração urbana, distribui-se segundo sua geomorfologia e segue direções de expansão, determinada pelas formas de relevo locais, bem como, pelas principais rodovias que circundam a cidade.

Em linhas gerais, pode-se dizer que o espaço urbano de Santa Maria apresenta uma malha urbana que reflete o jogo antagônico da disputa pelas classes sociais por uma localização dentro da cidade (OLIVEIRA, 2004). E, conforme Bolfe (2003), seu crescimento tem como responsáveis os agentes produtores e reprodutores do espaço, que são os empresários imobiliários, proprietários fundiários e os promotores imobiliários.

4.6.2. Características do Uso e Ocupação do Perímetro Urbano

O processo de urbanização extremamente rápido, associado ao dinamismo das atividades econômicas, impõem um ritmo acelerado na transformação dos padrões de ocupação do espaço. Assim, a ação contínua de valorização de determinadas áreas em detrimento de outras configura o espaço urbano e o seu entorno, como um mosaico de diferentes tipos de uso e apropriação do seu território, com formas, criadas socialmente, que representam sua evolução.

O Perímetro Urbano de Santa Maria, cujos limites foram definidos pela municipalidade, engloba o espaço urbano e as áreas, em torno deste, passíveis de

urbanização. Sendo assim, compreende as áreas com fins urbanos, cujo parcelamento do solo é determinado pelo poder público, nos termos fixados pelo plano diretor (PDDUA). Em termos práticos, no perímetro urbano, distinguem-se as áreas urbanizadas das não urbanizadas, que em termos de apropriação do espaço, apresentam dinâmicas bastante diferenciadas.

As áreas urbanizadas correspondem às porções com ocupação estritamente urbana. Essas áreas, conforme o mapa de uso e ocupação e cobertura vegetal da terra e o da distribuição das densidades demográficas, apresentados nas Figuras 36 e 35 respectivamente, não ocorrem de forma contínua no perímetro urbano, e podem ser representadas por três núcleos principais de ocupação e adensamento populacional, a saber, centro, oeste e leste.

Contornando as áreas urbanizadas, ocorrem as áreas não urbanizadas, caracterizadas pela baixa densidade populacional, inferior a 1.000 hab./Km², e pela ausência de áreas com concentração de edificações.

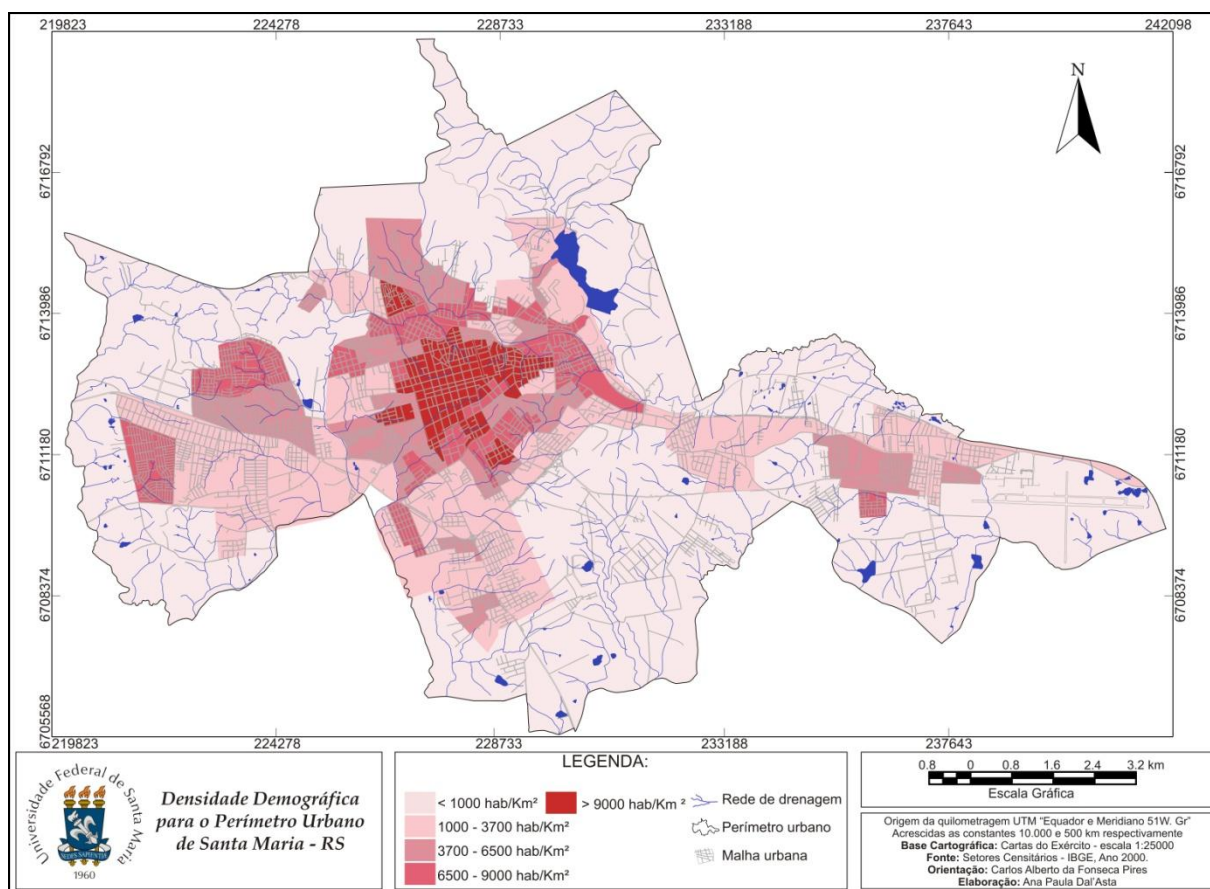


Figura 35 - Mapa de Densidade Demográfica para o Perímetro Urbano de Santa Maria.

Conforme o Quadro 5, a mancha urbana representa 34,82%, do Perímetro Urbano, e as áreas com campos, cultivos agrícolas e reflorestamento, que representam futuras regiões de ocupação urbana, especialmente as localizadas no sentido leste-sudeste-sul, perfazem 49,34%. As áreas com cobertura florestal representam 14,81% do perímetro urbano.

Tipo de Uso	Área (há)	Porcentagem (%)
Áreas urbanizadas	4.422,27	33,82
Áreas Industriais	66,24	0,5
Mineração/Áreas de empréstimo	79,57	0,60
Vegetação arbórea nativa	1.939,09	14,81
Reflorestamento	198, 89	1,51
Campos	4.814,66	36,77
Áreas agrícolas	1448,9	11.06
Corpos d'Água	122,38	0,93

Quadro 6 - Distribuição das áreas e porcentagem por tipo de uso do solo.

✓ **Áreas urbanizadas**

Esta classe de uso do solo foi definida pelas áreas ocupadas por construções e loteamentos, abrangendo 4.428,29 ha. Correspondem as áreas em que o ambiente natural encontra-se completamente descaracterizado, em função das intervenções realizadas para a implantação da estrutura urbana.

Nestas áreas, a ocupação não ocorre de maneira homogênea, apresentando características distintas, nos espaços construídos. Assim, em virtude das características da ocupação, esta classe foi dividida em centro urbano, áreas adensadas e áreas pouco adensadas.

Centro Urbano

A área definida como Centro Urbano abrange 362,97 ha e caracteriza-se pelo forte adensamento populacional e de construções, com predomínio da verticalização do uso do solo (Figura 37). Abrange os Bairros Centro, Bonfim, Nossa Senhora do Rosário, Nossa Senhora de Fátima, Medianeira e Nossa Senhora de Lourdes. O centro urbano coincide com o núcleo inicial de ocupação, sendo, portanto, o local onde, ao longo do tempo, têm sido feito os maiores investimentos infra-estruturais e intervenções no ambiente natural.

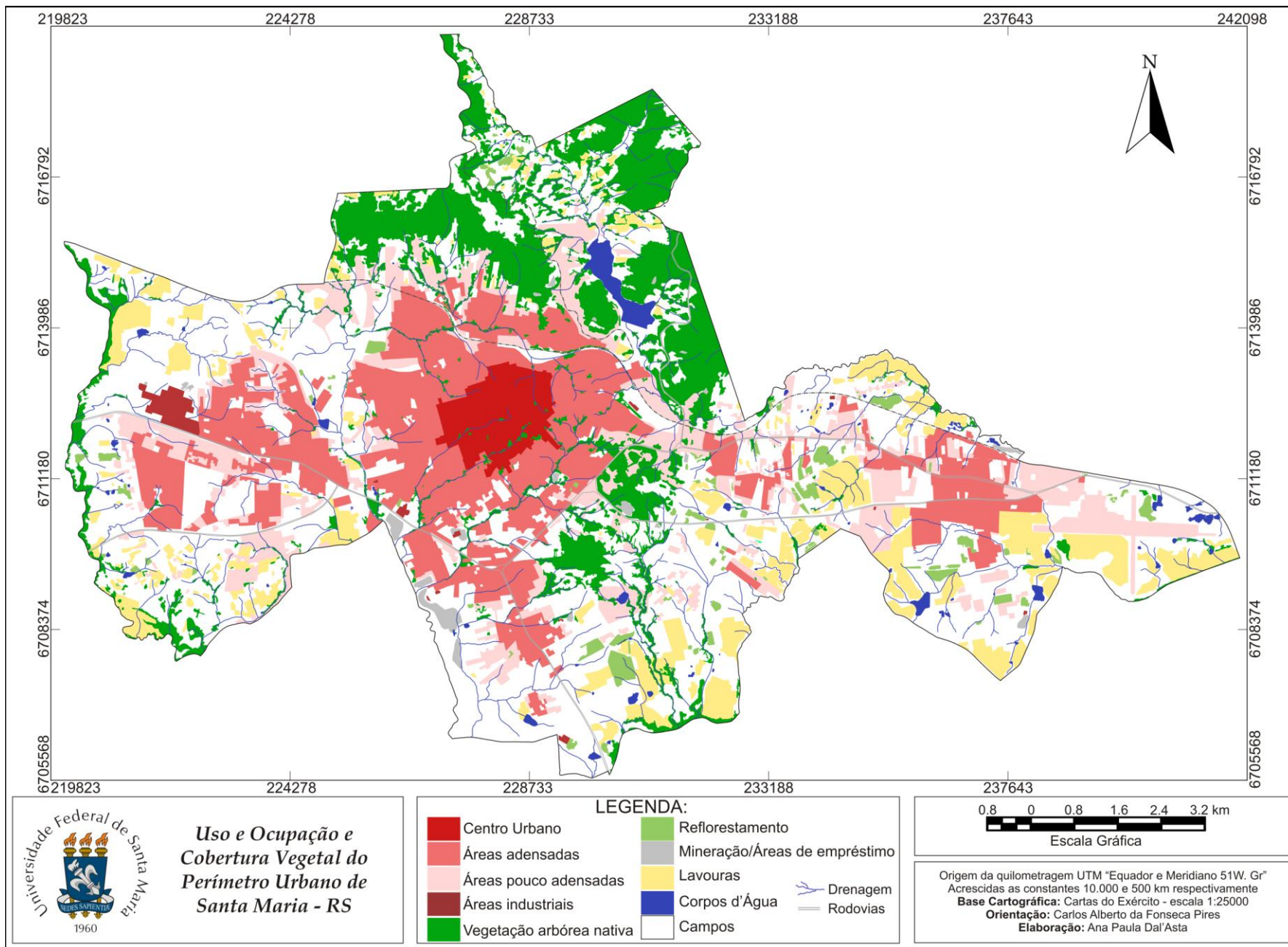


Figura 36 – Uso e ocupação e cobertura vegetal do Perímetro Urbano de Santa Maria.

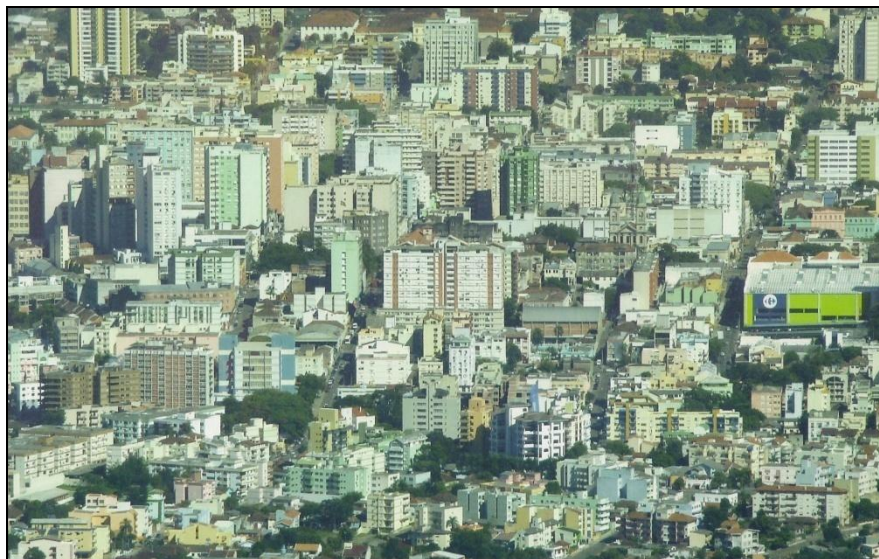


Figura 37 - Detalhe do centro urbano visto de leste para oeste.
Fonte: Marchiori et al (2008).

De acordo com Bolfe (2003), a infra-estrutura do centro possui uma “valorização diferencial” diante das outras áreas urbanas, facilitando os deslocamentos das pessoas na busca de bens e serviços. Assim, a concentração de edifícios altos na área central deve-se ao aproveitamento do solo urbano e “à sua valorização como renda do imóvel, pois o seu uso comercial e/ou residencial permite maior capital e rentabilidade aos proprietários e especuladores imobiliários” (BOLFE, 2003, p.119). Ressalta-se, que o antigo plano diretor, vigente até 2005, normatizava, conforme ressalta Bolfe (2003), o processo de verticalização, de acordo com os interesses dos incorporadores/construtores imobiliários, favorecendo o adensamento comercial e residencial no Centro de Santa Maria, ou seja, propiciando a concentração dessas atividades numa única zona.

Em virtude disso, nesta área tem-se uso residencial associado à grande concentração do uso comercial, cuja tendência, constatada pelas obras de construção civil, é a substituição das residências ou prédios de até dois andares por edifícios, devido a alta valorização dos terrenos. Arelada a concentração de edifícios, ocorre, nesta porção, a concentração populacional, onde as densidades ultrapassam os 9.000 hab/Km². Apresentam, também, melhor infra-estrutura e equipamentos urbanos²² e população de poder aquisitivo mais elevado, que,

²² Conforme a NBR 9284 os equipamentos urbanos correspondem a todos os bens públicos ou privados, de utilidade pública, destinados à prestação de serviços necessários ao funcionamento da cidade, mediante autorização do poder público, em espaços públicos e privados. A norma define categorias para os equipamentos urbanos, a saber: a) circulação e transporte; b) cultura e religião; c) esporte e lazer; d) infra-estrutura (sistemas de energia, comunicação, iluminação pública e

conforme constata Bolfe (2003), os edifícios de melhor padrão compreendem aqueles localizados próximos ao centro.

Ressalta-se que, embora a área central apresente uma dinâmica muito rápida na transformação das formas criadas socialmente, ainda conserva edificações mais antigas, as quais representam uma fase do auge do crescimento de Santa Maria. Essas edificações situam-se especialmente na Avenida Rio Branco e simbolizam o “centro velho”, o qual surgiu com a instalação da Estação Ferroviária e teve seu enfraquecimento, a partir dos anos 1950, com a estagnação da ferrovia devido à substituição quase total pelo transporte rodoviário. Nesse sentido, a Lei Complementar 033 (Artigo 23) define os bens imóveis, os conjuntos de prédios e os micros espaços abertos de relevância histórico - cultural como Patrimônio Histórico Construído, onde as intervenções estão condicionadas aos termos constantes na referida lei.

Outra característica marcante do centro urbano refere-se a elevada impermeabilização do solo, sendo que as áreas sem concreto limitam-se, geralmente, a pequenas porções localizadas nos fundos dos terrenos ou no meio das quadras. Entretanto, devido a especulação imobiliária, estas áreas tendem a ser convertidas em edificações. Nesta porção, os cursos d’água encontram-se, em sua maioria, canalizados, sendo raros os trechos onde não sofreram intervenções diretas. Nos segmentos em que escoam naturalmente, apresentam-se bastante deteriorados, tanto em relação a qualidade da água, que encontra-se poluída devido a presença de esgotos, bem como em relação as características do próprio canal, com processos erosivos associados as margens e ausência de mata ciliar.

Áreas Adensadas

Abrangendo 2.511 ha, cerca de 20% do perímetro urbano, as áreas adensadas ocorrem na porção central, contornando o Centro Urbano, e nas porções leste e oeste, onde representam núcleos de urbanização (Figura38.A). Correspondem as áreas cuja ocupação caracteriza-se pela considerável concentração populacional e de edificações, com uso, predominantemente, horizontal do solo.

Nestas áreas a construção de edifícios é recente e predominam edificações de até cinco andares, geralmente, associados a condomínios residenciais de uso

saneamento); e) segurança pública e proteção; f) abastecimento; g) administração pública; h) assistência social; i) educação; e j) saúde.

multifamiliar, com destaque para os blocos residenciais do Programa de Arrendamento Residencial (PAR)²³ (Figura 38.B). As edificações com mais de cinco andares ocorrem geralmente no entorno do centro. Outra forma de habitação, atrelada a edificações, são os condomínios fechados de residências com dois pavimentos, unifamiliares, que para Bolfe (2003) representam uma nova forma de morar, mais distante do centro, que incide numa adaptação de moradia motivada pela segurança, devido ao agravamento da violência nas cidades. Um empreendimento que ilustra esse quadro é o Residencial Arco Verde (Figura 38.C), localizado próximo a BR 158, que dispõem de uma série de equipamentos, como quadras poliesportivas, churrasqueiras e áreas de lazer para os moradores. Na direção sudeste - leste, eixo principal de expansão urbana, dois condomínios unifamiliares, voltados para a classe média alta, estão em fase de implementação – o Santa Maria Providence e o Terra Nova Santa Maria, este composto por residências de um pavimento.

Em termos de ocupação, as áreas definidas nesta classe apresentam densidades demográficas predominantes entre 2000 e 9000 hab./Km², abrangendo áreas de ocupações mais antigas, no entorno do centro, e áreas de ocupações recentes. Nessas áreas de ocupações mais recentes, destacam-se alguns conjuntos habitacionais, no caso as Cohab's Tancredo Neves (ver Figura 39), Santa Marta e Fernando Ferrari.

Esses loteamentos populares foram construídos pela Cohab-RS e o Governo do Estado a partir da década de 1980, sendo a Cohab Santa Marta construída em 1981 com 872 unidades, a Cohab Fernando Ferrari, em 1984 com 353 unidades, e a a Cohab Tancredo Neves, em 1986 com 3166 unidades. Com os loteamentos ocorreu a implantação de infra-estrutura básica, atraindo contingente populacional, que promoveu o adensamento tanto na área do loteamento quanto no seu entorno. Atualmente, essas áreas apresentam uma grande concentração populacional com densidades superiores a 6000 hab/Km².

²³ O Programa de Arrendamento Residencial (PAR), do Ministério das Cidades, é financiado pelo FAR – Fundo de Arrendamento Residencial – e executado pela CAIXA. O PAR foi criado para ajudar estados e municípios, com mais de 100.000 habitantes, a atenderem à necessidade de moradia, especificamente para aquelas famílias que recebem até R\$ 1.800,00 e vivem em centros urbanos. Funciona mediante construção e arrendamento de unidades residenciais, com opção de compra do imóvel ao final do período contratado (PAR, 2009. Disponível em: http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/estadual/programas_habitacao/par/index.asp).

Cabe salientar que, os loteamentos populares instituídos pelo poder público, a partir da década de 1960, visam suprir o déficit habitacional²⁴, que em Santa Maria, devido ao alto índice de carência de habitações populares, gira em torno de 30 mil unidades (URRUTIA, 2000).

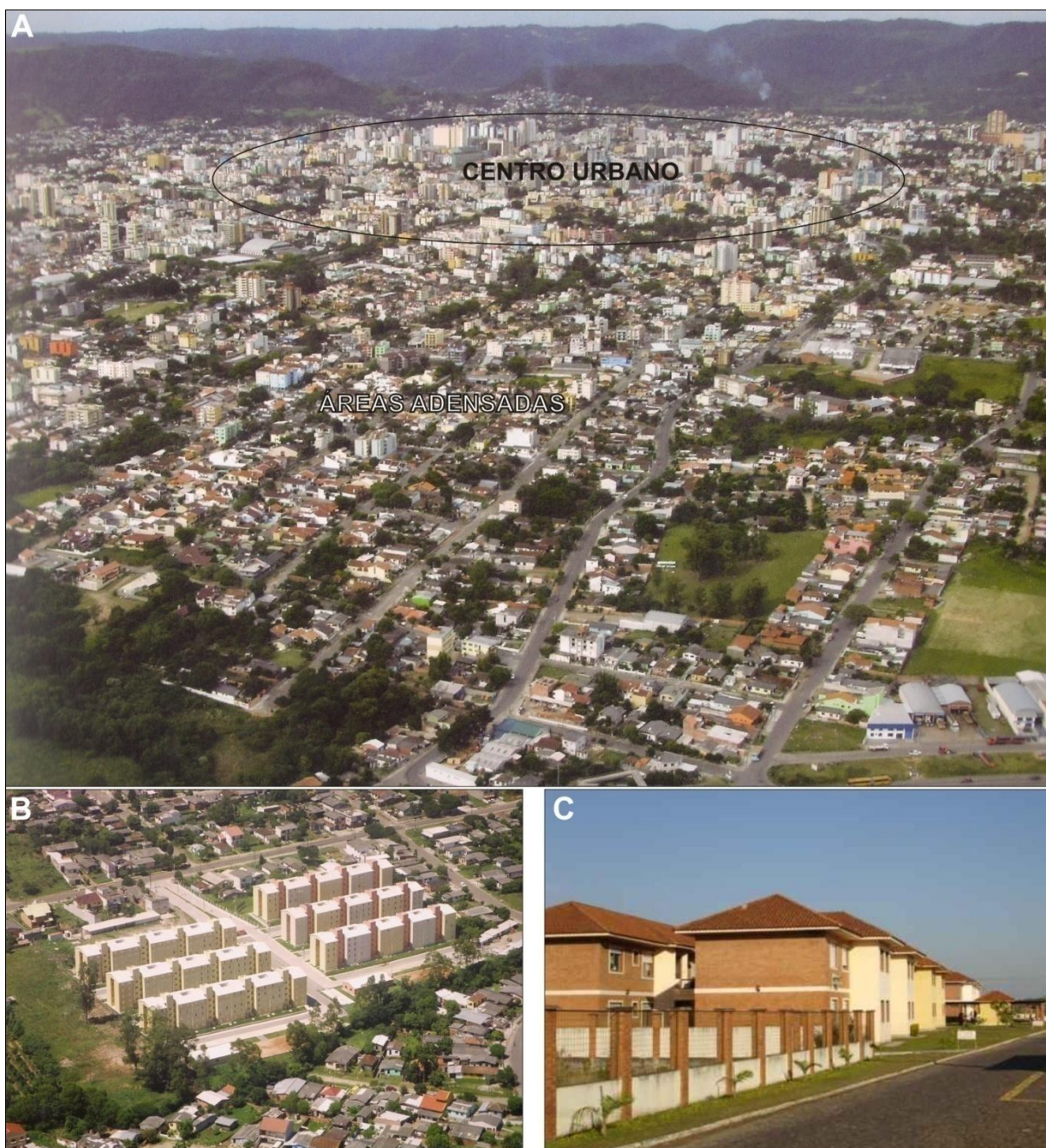


Figura 38 - Áreas com ocupação adensada. A) Em primeiro plano, ocupação adensada no entorno do centro; B) Conjuntos residenciais Morada do Parque I e II, localizados entre as Vilas Jóquei Clube Caramelo, no Bairro Santa Marta; C) Residencial Arco Verde, Boi Morto.

Fonte: A -B: Marchiori et al, 2008;C: <http://visitacaovirtual.suprisoft.com.br/Ftp/nee/img/IM110901.JPG>

²⁴ O déficit habitacional engloba as deficiências habitacionais do estoque de moradias (número de casas) e a preocupação com as condições das moradias e da qualidade de vida de seus moradores, ou seja, engloba também as moradias sem condições de habitabilidade devido a precariedade das construções ou em virtude de terem sofrido desgastes da estrutura física (URRUTIA, 2000).

As áreas dotadas de melhor infra-estrutura são aquelas localizadas no entorno do centro urbano, constituindo áreas valorizadas, que receberam investimentos infra-estruturais ao longo do processo de ocupação. Nessas áreas, ocupadas por uma população de melhor poder aquisitivo, verifica-se a significativa ocorrência de edifícios, sendo que os prédios localizados além do centro urbano, praticamente concentram-se nessa porção e no Bairro Camobi. Neste bairro, os edifícios, que se multiplicaram nos últimos anos, geralmente situam-se próximos a UFSM e ao longo da Avenida Prefeito Evandro Behr (Antiga RS 509, Faixa Velha), e visam atender a demanda residencial da população flutuante²⁵. Destaca-se que, devido a presença da UFSM, o Bairro Camobi sofreu valorização imobiliária, resultando no estabelecimento, especialmente no entorno das avenidas principais, Avenida Prefeito Evandro Behr ou RS 509 e da RST 287 (Faixa Nova), de população de classe média e alta.

À medida que se afasta do centro e se aproxima das áreas menos valorizadas, tem-se o aumento dos problemas ambientais e a diminuição gradativa da presença de equipamentos urbanos, onde as ruas pavimentadas, a iluminação pública e a coleta de lixo vão se restringindo apenas as avenidas principais. Essa análise corrobora com Mota (2003), quando coloca que, o aumento da população e a conseqüente ampliação das cidades nem sempre é acompanhado de adequada infra-estrutura. Sendo assim, nessas áreas, o processo de ocupação não foi seguido de um adequado planejamento e ordenamento territorial, resultando em inúmeras áreas de ocupação irregular, especialmente em locais desfavoráveis a urbanização. Áreas como a Nova Santa Marta²⁶, que atualmente possui aproximadamente 25.000 habitantes²⁷, podem ser consideradas como “cidades clandestinas, dentro da cidade ‘legal’” (PINHEIRO, 2002, p.76). De acordo com dados da Sehab – SM (2001, apud PINHEIRO, 2002) existem na cidade cerca de 100 áreas irregulares, muitas, das quais, “não possuem condições mínimas de infra-estrutura básica de habitação, de

²⁵ Essa população flutuante está relacionada com os estudantes e servidores da UFSM, bem como o contingente atraído pela BASM. Estima-se que população flutuante em Santa Maria corresponda a aproximadamente 30.000 habitantes.

²⁶ A Nova Santa Marta surgiu da invasão da Fazenda Santa Marta de posse da Cohab – RS. As áreas de campo dessa fazenda foram convertidas em uso urbano, a partir de 1991, quando cerca de 34 famílias, organizadas pelo Movimento Nacional de Luta pela Moradia – MNLM, e com o apoio da igreja católica, ocuparam a área. As famílias, conforme Pinheiro (2002), eram oriundas de diversas vilas da cidade e reivindicavam a redução do nível salarial exigido pela Cohab-RS para aquisição de casas populares e o início das obras de expansão das Cohab's Fernando Ferrari, Tancredo Neves e Santa Marta.

²⁷ Conforme dados apresentados pela Prefeitura Municipal, em 2008.

água potável, de esgoto pluvial e cloacal, de segurança, de vias de acesso, de escolas e unidades de saúde” (MELO, 2004, p. 11-12).

Desse modo, o baixo padrão urbano está relacionado aos conjuntos habitacionais, vários destes associados a cidade “ilegal”, que surgiram a partir dos anos 1960 e 1970 e intensificados nos dias de hoje. Alguns desses conjuntos residenciais estão localizados em áreas devolutas ou pertencentes ao poder público ou loteamentos privados que surgiram sem nenhuma infra-estrutura, como as vilas Urlândia, Oliveira, Lídia, Renascença, Conceição, Arco-Íris e Santos (OLIVEIRA, 2004). Nesse sentido, Pinheiro (2002, p. 35) destaca que, a maioria desses loteamentos foi construída com “problemas de regularização fundiária, deficiências na infra-estrutura e inexistência de projetos sociais”.

Essas áreas representam manchas de expansão urbana para lugares desprezados pelas classes mais altas, como as margens dos rios e as áreas íngremes do Rebordo. Nesses locais a infra-estrutura é extremamente deficitária, especialmente em relação ao saneamento básico. Além disso, apresentam elevada degradação ambiental, com a ocorrência de processos erosivos acelerados, e a precariedade de muitas residências, especialmente as situadas próximas as áreas de risco.

No conjunto, nas áreas adensadas, apesar da elevada concentração de áreas construídas, ocorrem muitos vazios urbanos, que são mantidos a espera de valorização. Sendo assim, os setores de planejamento da cidade devem priorizar a ocupação desses vazios, a fim de evitar que novas áreas sejam destinadas a urbanização, acarretando gastos para atender os serviços urbanos à população e degradação ambiental.

Áreas pouco adensadas

As áreas definidas como pouco adensadas representam 12% do Perímetro Urbano e localizam-se geralmente na periferia urbana, contornando as áreas adensadas (Figura 39). Correspondem as porções com baixa urbanização, ou seja, baixa concentração de edificações, com densidades demográficas inferiores a 3.700 hab/Km². Sendo assim, representam as áreas, que em curto prazo de tempo, são passíveis de adensamento populacional, uma vez que já possuem uma estrutura instalada, embora, em muitos locais, bastante deficitária.

Os principais problemas identificados nesta classe estão relacionados com a falta de infra-estrutura adequada em muitas áreas, especialmente as resultantes de ocupações espontâneas.



Figura 39 - Ocupação na porção oeste. Contornando as áreas adensadas ocorrem áreas de pouco adensamento, como o setor oeste do Parque Residencial Pinheiro Machado e as Vilas Ecologia e São Serafim. No canto superior esquerdo, o Distrito Industrial e colado a Cohab Tancredo Neves o Loteamento Cipriano da Rocha, em fase de implementação.

Fonte: Marchiori et al, 2008.

Também, fazem parte desta classe, alguns loteamentos e condomínios fechados destinados para a classe média e alta, como é o caso do Loteamento Novo Horizonte, do Condomínio Bela Vista, do Parque Residencial Santa Lúcia, do Loteamento da Paróquia Dores e do Condomínio Fechado do Cerrito, junto ao Morro Cerrito. Cabe ressaltar que, esses condomínios ocorrem preferencialmente na direção centro-leste, especialmente no entorno das principais avenidas, evidenciando a valorização dessa porção no espaço urbano santa-mariense.

Além dos loteamentos já instituídos, observa-se que novos loteamentos estão sendo implantados, apresentando as áreas com terraplanagem e a delimitação das quadras, com alguns lotes já ocupados por construções.

✓ Áreas de forte contribuição industrial

Santa Maria constitui-se numa cidade pólo regional, com uma estrutura firmada nos setores de comércio e de prestação de serviços, especialmente na área educacional e de saúde, que sustentam o seu crescimento e desenvolvimento. Conforme dados do IBGE (2006), o valor adicionado²⁸ na Indústria corresponde a 358.174 mil reais, enquanto que o valor adicionado no Serviço é de 1.956.071 mil reais. Dessa forma, o setor industrial é pouco expressivo, e concentra-se, principalmente, no Distrito Industrial de Santa Maria – DISM, na porção oeste, com cerca de vinte indústrias (Figura 39). Além destas, outras indústrias ocorrem espalhadas pelo Perímetro urbano, localizadas especialmente ao longo das rodovias.

Os principais setores de atividade das indústrias instaladas em Santa Maria, são o metal-mecânico, com destaque para a Santa Fé Vagões, a Thor Máquinas e Montagens e a Idema, o alimentício, com a CVI Refrigerantes, a Corrieri Alimentos e a Fábrica Cyrilla de Bebidas, o da construção civil, como exemplo a Zootec e a Reitex Indústria e Comércio de Artefatos de Concreto, além das olarias, e o setor elétrico, a exemplo da Pólo Electro e Uniluz²⁹. Ocorrem, ainda, indústrias químicas, moveleiras e de vestuário. Ressalta-se que, o setor da construção civil apresenta um forte crescimento, pois há um incentivo da economia nessa área de edificações (BOLFE, 2003). Para fazer tal constatação, basta percorrer o trajeto entre a UFSM e o centro.

Esta classe ocupa 0,5% da área do perímetro urbano, entretanto representa uma área de grande preocupação ambiental, devido à geração de efluentes com metais pesados e altas cargas orgânicas, além de outros, que, muitas vezes, apesar das leis e da fiscalização, são lançados diretamente no ambiente, junto aos cursos d'água e no solo. Um agravante para a agressão ambiental, gerada por

²⁸ Valor adicionado representa o valor que cada atividade acrescenta aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. Representa a contribuição ao Produto Interno Bruto – PIB, pelas diversas atividades econômicas, obtidas pela diferença entre o Valor Bruto da produção e o Consumo Intermediário absorvido por essas atividades.

²⁹ As indústrias citadas estão assim distribuídas pelo Perímetro Urbano de Santa Maria: Santa Fé Vagões, vinculada ao setor ferroviário é uma das mais importantes indústrias de Santa Maria, atuante desde 2005, está localizada no Bairro KM 3; Thor Máquinas e Montagens, localiza-se no Bairro Lorenzi, próxima a BR 392; Idema situa-se no bairro Pé de Plátano, próxima a Avenida Prefeito Evandro Behr; Fábrica Cyrilla de Bebidas está localizada no Bairro Perpétuo Socorro; Uniluz, no Bairro Camobi, próxima a RST 287; Reitex situa-se no Bairro Urlândia, junto a Br 392; e no DISM localizam-se a CVI Refrigerantes, a Corrieri, a Zootec e a Pólo Electro.

procedimentos inadequados das empresas, é a geração de empregos por estes estabelecimentos, que acaba inibindo a ação fiscalizadora do governo.

✓ **Vegetação Arbórea Nativa**

As áreas com vegetação arbórea nativa ocorrem recobrando as áreas de alta declividade, junto aos Morros Testemunhos e ao Rebordo do Planalto, e, em menor quantidade, como mata ciliar, ao longo de alguns canais (Figura 40). Devido ao processo de alteração antrópica, em circunstâncias do uso agrícola e desenvolvimento urbano, a estrutura natural dessas coberturas florestais encontra-se bastante descaracterizada, exceto nas porções de maior altitude e declividade. Nessas porções, a mata nativa apresenta-se um pouco menos alterada, apresentando fragmentos de floresta com vegetação nativa em vários estágios de sucessão (LONGHI et al, 2000).

Em termos de área, a vegetação arbórea nativa representa 14,81% ressaltando a baixa cobertura florestal do perímetro urbano. Deve-se destacar que, as coberturas florestais naturais de Santa Maria são as matas galerias e os capões, os quais estão associados aos campos sulinos (MARCHIORI, 2004), e a Floresta Estacional Decidual, junto as áreas declivosas.

Partindo-se do princípio que os cursos d'água, das bacias inseridas no Perímetro Urbano, possuíam, originalmente, uma mata ciliar, devido aos resquícios desta, observa-se que atualmente essa vegetação encontra-se bastante reduzida, ocorrendo de forma descontínua e desigual nos diferentes setores da área. Esta desigualdade resulta do desmatamento que ocorreu em ritmos, períodos e, até mesmo, espaços diferenciados, conforme constatado por Figueiró (1997).

Sendo assim, verifica-se que os cursos d'água que ainda conservam, em maiores extensões, sua mata ciliar, ocorrem, principalmente, no extremo oeste e nas porções norte e sul, estando associados à áreas de menor adensamento populacional, cuja urbanização ainda não é efetiva. Nos demais canais, a mata ciliar, quando ocorre, se resume a pequenos fragmentos, intercalados por áreas concretadas, geralmente com a presença de indivíduos de bambu, que, introduzidos pela própria população, atuam como obstáculos à intensificação do processo erosivo nos canais.

Cabe ressaltar, que legalmente não são permitidas edificações no entorno de cursos d'água e nascentes, onde a vegetação natural deve ser mantida a fim de proteger o recurso hídrico e evitar problemas com inundações. A Lei nº 6.766/79 (Lei de Parcelamento do Solo Urbano) prevê a reserva de faixa *non aedificandi* de 15 metros ao longo das águas correntes e dormentes, enquanto que para a Lei nº 4.771/65 (Código Florestal Brasileiro) o limite mínimo dessas áreas é de 30 metros, para canais com largura inferior a 10 metros, caso que se encontram os cursos d'água do perímetro urbano. Nesse sentido, as leis de uso e ocupação do solo para o Perímetro Urbano de Santa Maria adotam os limites estabelecidos pelo Código Florestal, entretanto, observa-se que, a ausência do poder público na ordenação territorial associada aos interesses imobiliários, relegaram a questão ambiental a um segundo plano. Ou seja, independente do limite a ser preservado, as margens de canais são áreas inadequadas para a ocupação e o Poder Público, ao mesmo tempo em que proíbe, legaliza a ocupação dessas áreas, especialmente pela pressão dos ocupantes.

Além de associada a rede de drenagem, a vegetação arbórea nativa também ocorre recobrando as encostas acidentadas dos morros e morros testemunhos, correspondendo a Floresta Estacional Decidual. Longhi (1993, apud FARIAS et al, 1994), considerando os elementos arbóreos de diâmetro à altura do peito (CAP) maior ou igual a 45 cm, cita, para algumas formações florestais localizadas em morros próximos a cidade de Santa Maria, as seguintes espécies, como as mais representativas na totalidade da floresta: **Cupania vernalis** (Grápia), **Helietta longifoliata** (Canela-de-veado), **Nectandra megapotamica** (Canela-preta), **Luehea divaricata** (Açoita – cavalo), **Trichilia claussenii** (Catiguá-vermelho), **Enterolobium contortisiliquum** (Timbaúva) e **Parapiptadenia rígida** (Angico-vermelho). Ainda de acordo com este autor, no estrato inferior destacam-se **Cupania vernalis**, **Trichilia claussenii**, **Casearia sylvestris** (Chá-de-bugre), **Urera baccifera** e **Chrysophyllum gonocarpum** (Aguai-da-serra). No estrato médio sobressaem **Cupania vernalis**, **Helietta longifoliata**, **Nectandra megapotamica**, **Luehea divaricata** e **Trichilia claussenii** e no estrato superior **Helietta longifoliata**, **Nectandra megapotamica**, **Enterolobium contortisiliquum**, **Parapiptadenia rígida** e **Luehea divaricata**.

Em relação a esta cobertura florestal, Rambo (2005, p. 258) em suas observações nas primeiras décadas do século XX, coloca que “num golpe de vista

geral, vemos, portanto, que a mata da fralda da serra se limita com a planície do pé e o planalto do topo: sua largura variável é uma função da variabilidade da subida”. Neste relato, o autor descreve a cobertura original da Floresta Estacional Decidual, na encosta da Serra Geral, que com o processo de ocupação sofreu considerável redução. Porém, ainda mantém uma área significativa em função da declividade, que constitui um condicionante para sua preservação. O desmatamento nessa formação vegetal é motivado para fins de exploração agrícola e de interesse imobiliário, o qual é caracterizado, por um lado, pelas ocupações espontâneas, e por outro, pela presença de condomínios fechados, voltados para a população de alto poder aquisitivo.

O Plano Diretor (PDDUA), utilizando-se de zoneamento elaborado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental, do Estado do Rio Grande do Sul (Fepam), define as áreas localizadas ao norte da cidade, onde encontra-se a Floresta Estacional Decidual, como Área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, prevendo a sustentabilidade no uso do solo. Entretanto, a ocupação, embora pouco adensada, apresenta carência em infra-estrutura e, em muitos locais, é irregular, o que motiva a insustentabilidade do sistema.



Figura 40 - Vegetação arbórea nativa. A) Vegetação associada a Floresta Estacional Decidual nas áreas íngremes; B) Em primeiro plano lavoura de soja e ao fundo, vegetação ciliar associada a um afluente do Arroio Passo das Tropas, na porção sul.

✓ Campos

Esta classe é a mais expressiva no perímetro urbano, abrangendo 4.814,66 ha. É definida pelas áreas com cobertura vegetal herbácea, que, por vezes, apresenta alguns elementos arbóreos, os quais podem formar pequenos bosques, com espécies nativas ou exóticas. O tapete herbáceo é baixo em geral até 1 m e, a primeira vista, mostra uma aparente uniformidade (Figura 41). A principal atividade, relacionada com estas áreas de campo, é a criação de gado, em geral, de modo extensivo, sem melhorias de pastagens.

A vegetação campestre constitui uma formação natural típica da Depressão Periférica, cuja fisionomia resulta, conforme Porto (2002), dos fatores edáficos locais (do próprio solo), com predomínio de gramíneas, compostas e leguminosas. Cabe ressaltar que, com a expansão urbana os campos representam as principais áreas a serem convertidas em uso urbano, corroborando com o constatado por Pedron (2005), para o período de 1975 a 2002, onde as áreas de campo sofreram uma redução superior a 30%.



Figura 41 - Área de campo localizada na porção sudeste.

✓ Áreas agrícolas

Esta classe corresponde a 11,06% da área total do perímetro urbano e engloba as áreas com lavouras de arroz, soja e milho, bem como as pequenas áreas agrícolas com cultivos de subsistência (Figura 42).

As lavouras de maior extensão correspondem aos cultivos anuais de soja e arroz. Ocorrem principalmente nas porções sul e leste, no caso da soja, e

associadas às várzeas dos rios Vacacaí Mirim, Passo das Tropas e Ferrera, para as plantações de arroz. No período após a colheita, ocorre, nessas áreas, o plantio de pastagens de inverno, como a aveia (*Avena sativa*, para a aveia branca, e *Avena strigosa*, no caso de aveia preta) e o azevém (*Lolium multiflorum*), destinados para a criação de gado. Devido a valorização, essas áreas tendem a diminuir, especialmente as localizadas nas porções leste e sudeste, e ceder espaço para as edificações, notadamente as voltadas para a habitação, conforme constatado a partir do estabelecimento de loteamentos, alguns em fase de implementação.

As demais áreas com cultivos agrícolas, em geral, são de pequenas extensões, a exceção de algumas lavouras de milho, e são destinadas para a subsistência ou para a comercialização dos produtos, em pequena escala, na cidade. Nessas áreas, relacionadas à agricultura familiar, além do milho, são cultivados feijão, hortaliças, frutas, mandioca, batata, entre outros, e, complementarmente aos cultivos, têm-se a criação de animais para a produção de alimentos, como o leite e seus derivados, ovos, carne, mel, etc. Salienta-se que, as áreas de agricultura familiar geralmente ocorrem muito próximas as áreas ocupadas pela urbanização.

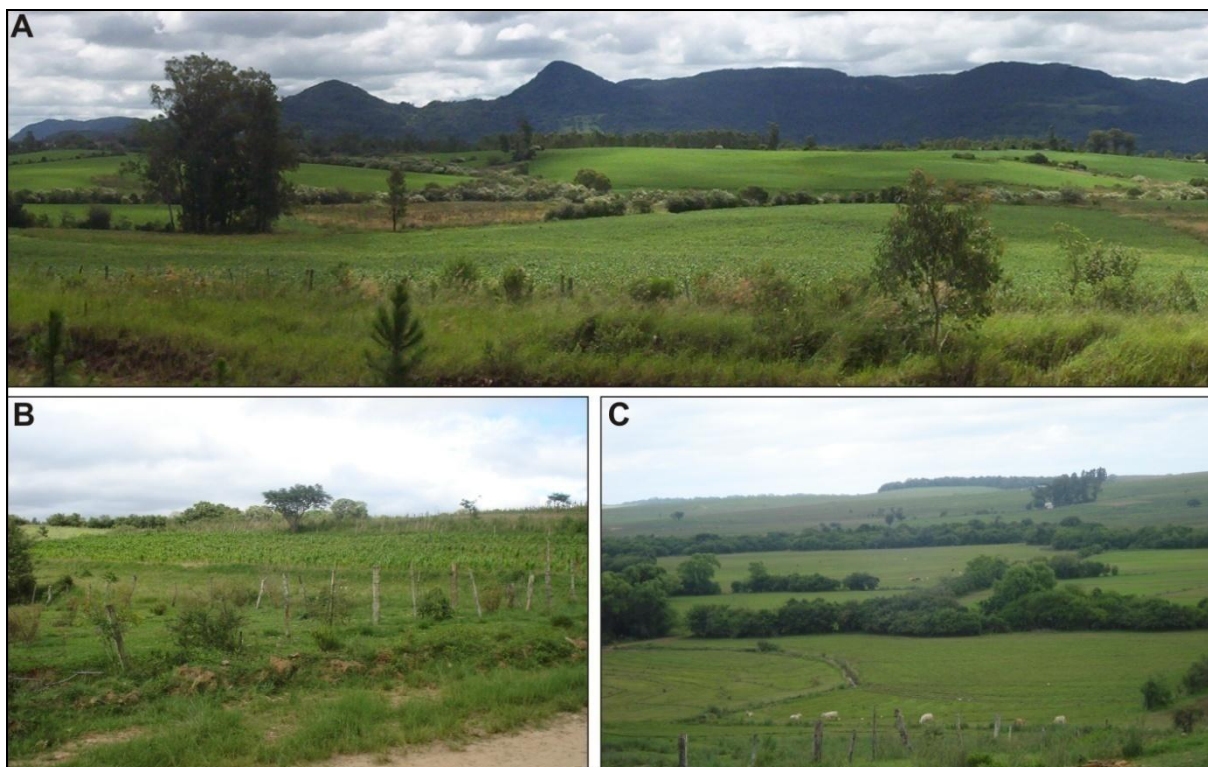


Figura 42 - Áreas com uso agrícola. A) Lavoura de soja - Bairro Camobi; B) Pequena lavoura com cultivo de milho e área para criação de gado – Porção oeste; C) Área destinada ao cultivo de arroz, com pastagem para o gado – Arroio Ferrera.

✓ Reflorestamento

As áreas com reflorestamento são pouco expressivas, representando cerca de 1,5% do perímetro urbano, e compreendem as áreas com plantios de espécies exóticas. Os principais tipos de árvores utilizados para o reflorestamento são o Pinus (especialmente o *Pinus elliotti*) e, principalmente, o Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), devido ao rápido crescimento apresentado por essas espécies.

As áreas reflorestadas geralmente são de pequena extensão, as mais significativas ocorrem na porção sul e visam o fornecimento de madeira para as indústrias oleiras. Na porção leste, mais precisamente nas imediações da Avenida Prefeito Evandro Behr e a RST 287 até a BR 158, as áreas com plantio de espécies exóticas, assim como as lavouras de soja e de campo, são mantidas a espera de especulação.

✓ Corpos d'água

Essa classe é definida pelas áreas com acumulação de água e abrange 122,38 ha no perímetro urbano. Esses reservatórios d'água geralmente são formados pelo represamento de canais, em especial os de primeira e segunda ordem, estando associados mais as áreas com atividades voltadas para as práticas agrícolas.

O maior reservatório de água ocorre na porção norte e corresponde a Barragem do DNOS (Departamento Nacional de Obras e Sanidade). Esse reservatório, no rio Vacacaí Mirim, serve para o abastecimento de cerca de 40% da água potável consumida no município de Santa Maria (DILL, 2002). Devido ao incremento na urbanização, próxima ao reservatório, associada a remoção da mata ciliar e aos cultivos agrícolas, nas áreas de contribuição, provocaram o assoreamento do reservatório, que teve sua capacidade de armazenamento reduzida, conforme constatado por Dill (2002) em 29,45%, no período de 1972 e 2001.

✓ Áreas de mineração e de empréstimo de material

Esta classe é definida pelas feições resultantes da extração de material utilizado na construção civil. Corresponde as pedreiras e as áreas de retirada de argila e de material de empréstimo, perfazendo 0,6% do perímetro urbano.

Essas áreas podem ser consideradas como de “superfícies expostas”, uma vez que há o afloramento induzido do maciço, no caso das pedreiras, ou de camadas de solo ou até mesmo da rocha, nas demais áreas. Isso favorece a ação dos processos erosivos, uma vez que, camadas mais suscetíveis são expostas, facilitando o intemperismo e a desagregação de partículas, bem como o assoreamento dos canais. Nas áreas de extração de argila, ocorre ainda, acúmulo de água, devido ao rebaixamento do terreno.

Por constituírem áreas bastante degradadas requerem recuperação, assim como as áreas com ravinas e voçorocas, conforme menciona Maciel Filho (1990).

5. Zoneamento Geoambiental

A análise integrada dos principais elementos constituintes da paisagem, abordados no capítulo anterior, permitiu a compartimentação da área de estudo em unidades territoriais, que apresentam características semelhantes e alto grau de associação em seu interior.

A definição das unidades segue critérios que buscam a individualização de áreas constituídas de parâmetros naturais ou antrópicos distintos e característicos, levando em consideração um único atributo ou um grupo deles. Assim, os aspectos referentes à geologia, hidrogeologia e geomorfologia, mais relacionados com a forma e a estrutura da paisagem, individualizaram áreas homogêneas. As características físicas, que associadas às análises relativas a apropriação do espaço pela sociedade e as relações que se estabelecem a partir do uso e ocupação, mais vinculados aos aspectos funcionais e, numa perspectiva histórica, dinâmicos da paisagem, definiram o zoneamento geoambiental. Deste modo, as unidades geoambientais representam áreas com heterogeneidade mínima, cuja articulação entre os diferentes elementos da paisagem, define potencialidades, fragilidades e problemas ambientais característicos.

As condições climáticas da área demonstram que as precipitações médias anuais são superiores a 1600 mm, caracterizando uma área com grande contribuição das chuvas, que se tornam importantes agentes erosivos. A partir disso, entende-se que as precipitações, associadas a urbanização, afetam as unidades geoambientais, especialmente as naturalmente mais frágeis. Nesse sentido, as precipitações contribuem significativamente no desenvolvimento dos processos erosivos, especialmente nos locais onde há exposição de camadas de solo ou rocha, bem como, no desenvolvimento dos demais processos geológicos/geomorfológicos, relacionados, principalmente, as inundações e os movimentos de massa.

O mapa geoambiental, apresentado na Figura 43, ilustra a espacialização hierárquica, das unidades homogêneas, distribuída em Unidade, Subunidade e Feição. Sendo assim, a partir de uma representação de síntese foram definidas nove Unidades, seis Subunidades e quatro Feições, que caracterizam a paisagem geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria. A síntese das características que individualizaram cada unidade são apresentadas no Quadro 7.

Unidade Geoambiental	Características	Subunidade Geoambiental	Características	Aspectos marcantes
Vacacaí – Vacacaí Mirim	Topografia plana com depósitos recentes associados a rede de drenagem; Solos mal drenados; Restrições a ocupação.	<i>Cadena</i>	Ocupações ou atividades vinculadas à dinâmica urbana	Problemas relacionados a dinâmica fluvial; Presença de cavas de extração de argila.
		<i>Ferrera</i>	Várzeas ocupadas com atividades agrícolas, especialmente a rizicultura	Redução da mata ciliar
Rincão dos Bentos	Ocorrência da área, definida por Maciel Filho (1990), de recarga do principal aquífero; Colinas com declividades entre 5 e 15%.	<i>Agro-Industrial</i>	Distrito Industrial	Concentração industrial.
		<i>Tancredo Neves</i>	Variadas formas de ocupação	Erosão linear nas cabeceiras de drenagem.
Minuano	Colinas com declividades inferiores a 15%; ocupação mediamente adensada a pouco adensada de grande interesse imobiliário	<i>Camobi</i>	Depósitos de terraços fluviais; Topografia suave	Disponibilidade de bens e serviços; Rede fluvial bastante degradada.
		<i>Lorenzi</i>	Litologias da Formação Santa Maria; Topografia suave a suave ondulada.	Disponibilidade de bens e serviços; Rede fluvial bastante degradada
Unidade Geoambiental	Características		Aspectos Marcantes	
Passo das Tropas	Topografia suave; declives inferiores a 5% e grande quantidade de inclinações entre 5 e 15%; Litologias da Formação Santa Maria; Núcleos urbanos se entremeiam com áreas de campo, cultivos agrícolas e reflorestamento; Grande interesse imobiliário.		Feições erosivas.	
Sanga da Aldeia	Relevo suave ondulado, com declives entre 5 e 15%; litologias da Formação Caturrita e Membro Alemoa da Formação Santa Maria. Grande concentração de edificações e impermeabilização de praticamente todo o terreno; Profundas mudanças nas características originais da paisagem.		Disponibilidades de bens e serviços.	
Nova Santa Marta	Colinas convexas com declividades entre 5 e 15%; Litologias da Formação Caturrita e Membro Alemoa; Ocupação irregular; áreas de campo com criação de gado e pequenos lavouras.		Feições erosivas; degradação ambiental; Carência de serviços essenciais.	
Rincão do Soturno	Colinas de arenito com declividades entre 5 e 15%, com significativas ocorrências de declives superiores a 15%. Usos vinculados a atividades agrícolas, com a presença de lavouras, campo com gado; População concentrada em pequenos núcleos.		Redução da vegetação nativa.	
Itararé	Colinas de arenitos e lamitos, com declives entre 5 e 15%; Área com uso predominante urbano.		Remoção da cobertura vegetal; Representa o avanço da ocupação em direção as áreas de maior declividade.	
Campestre Menino Deus	Morros e morrotes associados a um relevo escarpado em altitudes elevadas; Substrato constituído de arenitos das Formações Caturrita e Botucatu e rochas vulcânicas da Formação Serra Geral; Baixa ocupação urbana; Áreas residenciais.		Vegetação nativa preservada nas áreas mais íngremes; Pedreiras; Movimentos de Massa.	

Quadro 7 - Síntese da compartimentação Geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria.

5.1. Unidade Vacacaí - Vacacaí Mirim

Esta unidade é definida pela topografia plana com declividades inferiores a 2% e depósitos recentes associados a rede de drenagem, que propiciam o desenvolvimento, de solos mal drenados, com alto grau de hidromorfismo. Sendo assim, compreende áreas que apresentam restrições a ocupação urbana e, utilizando como referência as formas de uso e ocupação do solo, individualizaram-se duas unidades inferiores e uma feição do modelado antrópico.

A Unidade Vacacaí – Vacacaí Mirim recebe esta denominação, pois, regionalmente, a rede hidrográfica do Perímetro Urbano de Santa Maria insere-se na bacia hidrográfica de mesmo nome.

5.1.1. Subunidade Ferrera

Esta subunidade representa as áreas de várzea, distribuídas ao longo dos canais principais dos Arroios Passo das Tropas, Vacacaí Mirim e Ferrera, ocupadas por atividades agrícolas, especialmente as voltadas ao cultivo de arroz. Este cultivo associa-se a disponibilidade hídrica e as próprias características do solo, presentes nestes locais. Também, ocorrem áreas com campos voltadas para a criação de gado, sendo que, as próprias lavouras de arroz são substituídas, após a colheita, pelas pastagens.

A maior fragilidade desta unidade está associada à mata ciliar, que, para o desenvolvimento da agricultura, vem sofrendo progressiva redução, agravando o processo de degradação e assoreamento dos canais, já bastante intensos. Outro agravante relaciona-se com a captação de água, através de bombas, para as lavouras de arroz. Ressalta-se que, a Lei 033/2005 define como Áreas Especiais de Conservação Natural as áreas contíguas ao Arroio Ferrera e Vacacaí Mirim, onde está previsto o uso sustentável.

5.1.2. Subunidade Cadena

As áreas de planície aluvial com ocupações ou atividades vinculadas a dinâmica urbana individualizam esta subunidade, que ocorre associada aos Arroios Cadena e Vacacaí Mirim. Conforme Maciel Filho (1990), constituem áreas

desfavoráveis que exigem algumas precauções para a ocupação, representando, assim, espaços desvalorizados no contexto urbano, fato esse que impulsionou a ocupação espontânea e pela população de baixo poder aquisitivo.

Nesse sentido, Figueiró (1997, p. 179), referindo-se a ocupação da planície aluvial do Arroio Cadena, destaca que esta área é historicamente um obstáculo à expansão urbana, e nos “últimos quarenta anos, vem desempenhando um novo papel na dinâmica urbana”, qual seja, o de abrigar uma parcela social e economicamente segregada da população. Embora, o autor dê enfoque ao Arroio Cadena, este processo também se verifica, porém em menor proporção, no Arroio Vacacaí Mirim.

A ocupação dessas áreas produz uma urbanização tipicamente marginal, desprovida de critérios técnicos adequados, onde se sobressai a alta concentração de moradias aliada a falta de infra-estrutura e os conflitos ambientais. Apenas na porção norte, onde o canal tem direção leste-oeste, predominam as áreas com moradias de bom padrão construtivo e adequada infra-estrutura.

Os principais problemas identificados nesta unidade estão relacionados com a ocorrência dos processos de dinâmica superficial, manifestados pelos eventos de inundação, alagamento, assoreamento e erosão, decorrentes, especialmente, das alterações provocadas pela urbanização no escoamento superficial. Estes problemas são mais significativos ao longo do Arroio Cadena, nas ocupações junto às margens e várzeas, que, de acordo com Oliveira (2005); Robaina et al (2001), é justamente onde se desenvolvem os principais ambientes de risco, associados à dinâmica fluvial, em Santa Maria. Os referidos autores ainda colocam que, o processo que mais tem causado perdas e danos está relacionado as inundações e aos alagamentos.

Os alagamentos ocorrem associados com as características da própria planície aluvial, que, devido à baixa capacidade de drenagem natural e o lençol freático próximo à superfície, provoca o acúmulo de água, mesmo em períodos de pouca pluviosidade. Estas áreas ocorrem principalmente nas proximidades do antigo leito do Arroio Cadena e afetam as ocupações ali estabelecidas. Oliveira (2005) identificou, apenas na Vila Oliveira, cerca de 100 residências em situação de risco associadas a ocorrência de alagamentos.

As inundações, por sua vez, estão relacionadas ao extravasamento das águas da calha fluvial para as áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior a capacidade de descarga da calha (ROBAINA et al, 2001). Sendo assim, as inundações comprometem as ocupações nas áreas marginais e várzeas, e tem como fator potencializador a impermeabilização do terreno, que ao diminuir a infiltração, aumenta o volume e a velocidade do escoamento superficial que chega as calhas pluviais. Este processo intensifica, também, os processos erosivos nos canais, tanto verticalmente quanto lateralmente, que, atrelada a ausência de mata ciliar, provoca desmoronamentos nas margens côncavas.

Outro problema diz respeito ao acúmulo de lixo, tanto nos terrenos como junto aos canais, o que está relacionado com a ausência de coleta em algumas ruas e a presença de catadores de material reciclável, os quais descartam o lixo que não tem valor comercial no “quintal”. Este fato aliado ao lançamento do esgoto sem tratamento no ambiente tem como conseqüências diretas, conforme constatado por Figueiró (1997), a contaminação da água por agentes patógenos e a proliferação de vetores de contaminação como ratos e mosquitos. Maciel Filho (1990, p. 15) destaca que “pela existência de depósitos de lixo³⁰ sobre os aluviões do Cadena e no seu leito seco, admite-se que aquele aquífero esteja poluído em toda a área e redondeza desse lixo”. Além disso, a deposição de lixo nas drenagens intensifica o assoreamento, provocando conseqüentemente a diminuição da profundidade do canal, e pode provocar barramentos, constituindo, dessa forma, um incremento para o processo de inundação.

Cabe ressaltar que, no médio curso do Arroio Cadena, as obras do PAC, visam, além de construir a perimetral, resolver alguns problemas a ele atrelado, um dos quais é a realocação das famílias que residem nos locais de maior risco. O Loteamento Cipriano da Rocha, localizado na zona oeste, próximo ao bairro Tancredo Neves, em fase de construção, será destinado a esse fim.

Desta forma, corroborando com o observado por Oliveira (2004), fica claro que, quando relata-se os problemas ambientais urbanos, estes eclodem com maior evidência nas áreas mais carentes da cidade.

Embora nessa subunidade, as áreas com ocupação urbana apresentam-se adensadas, ocorrem vários espaços livres, que representam locais de futuro

³⁰ Refere-se também as antigas áreas de depósito de lixo, localizadas na vila Oliveira, Lídia e Bairro Renascença.

adensamento, especialmente pela população mais carente, intensificando os problemas ambientais. Além da ocupação urbana, nesta unidade, ocorre vegetação campestre, especialmente na porção sul, e alguns resquícios de mata ciliar.

Nessa porção, também foram individualizadas feições originadas pela extração de argila, as quais constituem áreas que devem ser recuperadas, em especial, as cavas abandonadas.

5.2. Unidade Rincão dos Bentos

Nesta unidade o atributo individualizante é a ocorrência da área definida por Maciel Filho (1990) como de recarga do principal aquífero, em virtude do afloramento de arenitos grosseiros e porosos, associados ao Membro Passo das Tropas. A geomorfologia é caracterizada pela presença de colinas com declividades entre 5 e 15% e processos erosivos associados a rede de drenagem. Além dos arenitos fluviais ocorrem, como litologias, os siltitos ou arenitos muito finos da Formação Rosário do Sul.

Sendo assim, a ocupação, nesta unidade, defronta com uma importante característica de ordem ambiental, onde, conforme previsto no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental, deve-se priorizar o uso sustentável, já que esta área é definida como de Conservação Natural. Em função disso, individualizou-se duas subunidades e uma feição erosiva.

5.2.1. Subunidade Agro-Industrial

A localização, de grande parte, do Distrito Industrial de Santa Maria sobre a área de recarga do aquífero individualiza esta subunidade, cuja principal preocupação é a possibilidade de contaminação por produtos utilizados nas indústrias, requerendo assim a fiscalização constante. Ressalta-se que, a tendência para esta subunidade é a instalação de novas indústrias, haja vista os benefícios concedidos pela Prefeitura Municipal.

5.2.1. Subunidade Tancredo Neves

As colinas apresentam-se bastante, diversificadas quanto às formas de ocupação, ocorrendo, de um lado, áreas de forte concentração de edificações, no Bairro Tancredo Neves, e áreas pouco adensadas, e de outro, áreas com lavouras, de pequena extensão associadas à agricultura de subsistência, e presença de campos com criação de gado. A vegetação arbórea é quase inexistente e a rede de drenagem corresponde aos tributários do Arroio Ferrera, os quais encontram-se bastante degradados, com o desenvolvimento de processos erosivos. As cabeceiras de drenagem, em sua grande maioria, sem proteção vegetal, desenvolvem erosão linear nos banhados.

Sendo assim, a principal preocupação está relacionada com a proteção da área de recarga do aquífero, no sentido de evitar uma excessiva redução da infiltração, devido o aumento das áreas impermeabilizadas.

5.3. Unidade Minuano

As colinas, com declividades inferiores a 15%, com ocupação mediamente adensada e em algumas porções pouco adensada, de grande interesse imobiliário, definem essa unidade, a qual foi dividida em duas subunidades. A denominação desta unidade faz referência a Estância do Minuano localizada ao sul do Perímetro Urbano.

5.3.1. Subunidade Camobi

Abrange as áreas localizadas na porção leste do Perímetro Urbano de Santa Maria. As litologias correspondem aos depósitos de terraço associados ao Arroio Vacacaí Mirim, e a topografia é suave, apresentando declividades inferiores a 5%, com predomínio das inclinações menores que 2%.

A expansão urbana é condicionada pela presença da UFSM, com grande valorização dos terrenos e edificações que visam atender a demanda residencial, caracterizada pela concentração de prédios, notadamente no entorno da UFSM e entre a RS 509 e BR 287, de até quatro andares. Próximo a linha férrea, localizam-se áreas com população de baixo poder aquisitivo, geralmente resultantes de ocupação irregular.

Esta unidade apresenta grande crescimento urbano, cuja tendência é o adensamento, com a ocupação dos muitos vazios urbanos existentes, e o aumento do número de prédios, especialmente nas áreas adjacentes a UFSM. Deve-se considerar que, as áreas institucionais da BASM, no extremo leste, estão inseridas nesta unidade, e constituem um limitante para a expansão nesta direção. Associada a BASM ocorrem lavouras com plantio de soja.

A vegetação nativa praticamente inexistente nesta unidade e os cursos d'água encontram-se bastante degradados.

5.3.2. Subunidade Lorenzi

Esta subunidade representa as colinas, com declividades inferiores a 15%, especialmente as menores que 5% e substrato composto pelas rochas da Formação Santa Maria, localizadas nas porções sul, próxima a BR 392, e oeste, junto a BR 158 e BR 287. Associam-se a esta subunidade as formas de uso vinculadas a função urbana e áreas com vegetação campestre, cuja tendência é a transformação em áreas de uso urbano. Ressalta-se que, alguns loteamentos estão em fase de implantação, onde observa-se a preparação do terreno e o traçado das quadras.

Os canais de drenagem apresentam-se bastante degradados, especialmente nas áreas mais carentes, e identificou-se feições associadas a ravinas e voçorocas.

5.4. Unidade Passo das Tropas

Esta unidade compreende as colinas suaves, com declividades inferiores a 5% e grande quantidade de inclinações entre 5% e 15%, que ocorrem em litologias da Formação Santa Maria, com grande quantidade de processos erosivos em cabeceiras de drenagem, devido à fragilidade natural.

Em termos de uso, corresponde a uma área de transição entre a ocupação estritamente urbana e a rural, sendo que os núcleos urbanos se entremeiam com as áreas de campos, de cultivos agrícolas e de reflorestamento. A ocupação é recente e predomina o baixo adensamento, com densidades demográficas inferiores a 3.000 hab/km².

Na dinâmica urbana, esta unidade, apresenta grande interesse imobiliário, especialmente em sua porção centro-norte, onde concentra-se o principal vetor de

crescimento urbano de Santa Maria (vetor leste). Em função disso, grandes vazios urbanos, com lavouras de soja, áreas reflorestadas e campos, são mantidos a espera de valorização, para então serem convertidos em uso urbano.

Na porção sul, os usos caracterizam uma área estritamente agrícola com extensas lavouras e campos com criação de gado, além da presença de mata ciliar em alguns canais. Nessa porção, os reflorestamentos são destinados como combustível para indústrias oleiras. Ressalta-se que, no extremo sul, associado aos arenitos fluviais do Membro Passo das Tropas, também ocorre, conforme identificado por Maciel Filho (1990), área de recarga do aquífero.

Como um todo, a tendência observada para esta unidade, corroborando com o constatado por Bolfe (2003), além do adensamento das áreas já urbanizadas ou em fase de urbanização, é a implantação de novos loteamentos residenciais, voltados em geral para a classe média e alta. Sendo assim, a movimentação do solo nessa unidade é constante, e, em alguns locais, após a realização de terraplanagem e implantação do arruamento, os lotes ficam sem qualquer proteção, facilitando, em eventos pluviométricos, o processo de desagregação das partículas e o carreamento até a rede de drenagem, além de desenvolver sulcos no terreno. Ressalta-se que, o substrato litológico, com o afloramento das litologias da Formação Santa Maria, é bastante suscetível a desenvolver processos erosivos, especialmente quando desprovido de cobertura vegetal. Dessa forma, a morfologia define áreas propícias tanto para a ocupação quanto para as atividades agrícolas, no entanto, em função das características do substrato, necessitam de medidas de proteção e conservação dos solos.

5.5. Unidade Sanga da Aldeia

O processo de formação do espaço urbano de Santa Maria individualiza essa unidade, sendo o local onde, ao longo do tempo, têm sido feito os maiores investimentos infra-estruturais e intervenções no ambiente natural. Dessa forma, caracteriza-se pela grande concentração de edificações e a impermeabilização de praticamente todo o terreno, com profundas mudanças nas características originais da paisagem. Ou seja, é a unidade com maiores alterações no ambiente natural, onde o elemento antrópico se sobressai na paisagem.

O relevo é suave ondulado composto por colinas, cujos declives variam entre 5 e 15%, e substrato composto pelas litologias da Formação Caturrita e do Membro Alemoa, da Formação Santa Maria. Embora, essas litologias sejam altamente suscetíveis a desenvolver processos erosivos, especialmente na Formação Santa Maria, não foram identificadas feições nessa unidade, haja vista que a melhor infraestrutura aliada a capacidade econômica de seus habitantes, provocou a, quase, total impermeabilização desta área. Ressalta-se que, a elevada impermeabilização nesta unidade provoca o aumento do escoamento superficial, desencadeando problemas que afetam especialmente as áreas mais carentes e periféricas.

A vegetação nativa se restringe a pequenos fragmentos, isolados na matriz urbana, completamente alterada quanto as suas características originais, assim como os cursos d'água, que, em sua grande maioria, apresentam-se canalizados ou com intervenções no leito e/ou nas margens. Os poucos setores em que os canais escoam naturalmente representam um problema para as residências localizadas no entorno, pois, as obras a montante e/ou a jusante provocaram o aumento na velocidade da água, intensificando a atividade erosiva, bem como pela possibilidade de proliferação de doenças, devido o lançamento de esgotos, e de inundação, em eventos de grande pluviometria. Outra intervenção significativa no ambiente natural, refere-se a alteração no perfil da vertente, em função de cortes, aterros e escavações, especialmente para a implantação das obras de maior porte. Essas intervenções nem sempre são visíveis na paisagem, visto que são incorporadas às próprias edificações.

Em função de concentrar o centro comercial e boa parte dos serviços públicos e da população urbana, esta unidade apresenta intenso fluxo de pessoas e veículos, e influencia na circulação urbana, devido à grande concentração de prédios. Em termos de equipamentos e infra-estrutura urbana, esta unidade é a mais bem dotada. Ressalta-se que, as edificações que fazem parte do patrimônio histórico construído (LC 033/05), as quais representam os diferentes momentos da história de Santa Maria, localizam-se nesta unidade. Entretanto, devido a dinâmica urbana, são poucas as formas que mantêm as características originais preservadas.

Apesar da elevada concentração de construções ocorre muitos terrenos ociosos, a espera de valorização. Sendo assim, as políticas de ordenamento territorial devem incentivar a ocupação desses vazios urbanos, a fim de evitar que

novas áreas sejam convertidas em uso urbano, gerando maior ônus para o poder público ao implantar infra-estrutura básica, e degradação ambiental.

5.6. Unidade Nova Santa Marta

As características genéticas atribuem grande fragilidade natural a esta unidade, que aliada à ação antrópica, desenvolveram intensos processos erosivos em ravinas e voçorocas, preferencialmente, associados a rede de drenagem. Sendo assim, nesta unidade foi identificado o maior número de ocorrências de feições erosivas.

As litologias são os arenitos da Formação Caturrita, que ocorrem no topo das colinas, e os lamitos do Membro Alemoa, da Formação Santa Maria, os quais mantêm uma topografia suave ondulada, composta por colinas convexas com declividades entre 5 e 15%. Estas colinas correspondem ao divisor de águas dos afluentes do Arroio Cadena e do Arroio Ferrera, com grande quantidade de banhados associados às nascentes, onde geralmente desenvolve-se a erosão linear.

Em relação ao uso, as diferentes formas de apropriação do espaço, no decorrer do tempo, impuseram modificações na paisagem, intensificando a ocorrência de processos erosivos, condicionados pelas características naturais da área. Ao elencar as principais ações no desenvolvimento destes processos, Reckziegel et al (2005) destaca que, as primeiras alterações na área ocorreram associadas as atividades agrícolas, através da remoção da cobertura vegetal, notadamente, ao longo dos cursos d'água e nas áreas de cabeceiras de drenagem. A partir da década de 1980, as transformações ocorrem relacionadas com a ocupação urbana, que primeiramente assenta-se na porção sul da área, na Cohab Santa Marta, e depois se estende em direção ao norte, com a ocupação da Nova Santa Marta. Nesse sentido, para os referidos autores, a ação mais relevante no desenvolvimento dos processos erosivos está relacionada com a movimentação de solo, a fim de obter material de empréstimo no topo da colina, junto ao divisor de águas, resultando na desestruturação do solo e exposição de seus horizontes mais suscetíveis a erosão.

Porém, com o estabelecimento da ocupação irregular na Nova Santa Marta, a partir de 1991, ocorre o agravamento dos processos erosivos e a intensificação da degradação ambiental. O traçado urbano, aliado a falta de saneamento básico, leva a concentração do escoamento superficial e das águas servidas diretamente na rede de drenagem, provocando o incremento na capacidade erosiva. Cabe destacar que, a erosão linear, nas áreas de banhados com residências no entorno, teve grande contribuição o lançamento de esgotos e águas servidas, jogados diretamente nestas áreas.

Embora, notadamente as transformações e a ocorrência de processos erosivos nesta unidade, tiveram como principal fator a ocupação urbana, e a sua dinâmica, o uso urbano não prevalece em toda a área. Ocorre apenas na porção centro-sul, sobre o divisor de águas, onde a densidade demográfica é superior a 8.000 hab/km², exercendo, dessa maneira, influência na ocorrência dos processos erosivos nas áreas não urbanizadas, haja vista que a erosão nas áreas a montante desencadeia processos a jusante dos canais. Sendo assim, os intensos processos de erosão acompanham a rede de drenagem da área.

Como um todo, esta porção associada a ocupação urbana apresenta elevada degradação ambiental, com depósitos de lixo e esgoto a céu aberto, especialmente nas áreas marginais aos cursos d'água, onde, a ocupação em geral é rarefeita. Ressalta-se que, através do PAC uma série de investimentos está previsto para esta área, os quais, conforme informações da Prefeitura Municipal de Santa Maria (2007), incluem a regularização fundiária da área, instalações de esgotamento sanitário e de rede elétrica, drenagem, pavimentação das vias onde circulam ônibus e preparação de demais vias, além da construção de habitações. Estes investimentos, tendem a promover uma revalorização deste espaço e, conseqüentemente, uma mudança no valor do solo.

As demais formas de uso, relacionadas a esta unidade, correspondem a presença de áreas com vegetação campestre utilizadas para a criação de gado e pequenas lavouras, com plantios de subsistência. Na porção leste desta unidade ocorrem áreas institucionais, vinculadas ao exército, que inviabilizam a ocupação contínua do espaço urbano.

Além das feições erosivas, que desvalorizam e inutilizam áreas, também ocorrem nesta unidade feições associadas a obtenção de material de empréstimo.

Ambas as feições, bem como os cursos d'água, representam locais onde as políticas devem priorizar a recuperação.

5.7. Unidade Rincão do Soturno

Esta unidade representa as colinas de arenito, da Formação Caturrita, com usos vinculados a atividade agrícola, localizadas no extremo norte da área, na base dos morros. São áreas com declividades entre 5 e 15% e significativas ocorrências de inclinações superiores a 15%, drenadas pelos afluentes do Arroio Vacacaí Mirim.

A presença de lavouras, áreas de reflorestamento, mata ciliar ao longo de alguns canais e campos com pastagens para a criação de gado definem as principais formas de uso da área. Apresenta baixa densidade demográfica com a população concentrada em pequenos núcleos. No contexto urbano, representa uma área com pouca valorização imobiliária, sendo que apenas a porção sul, próximo a Unidade Itararé, constitui uma área com possibilidades concretas de adensamento populacional e crescimento das áreas com ocupação urbana, para os próximos anos.

Dentre as principais preocupações para esta unidade, destacam-se as relacionadas com a deterioração do Arroio Vacacaí Mirim, haja vista que este contribui para o abastecimento de água potável à uma parcela significativa da população de Santa Maria. Além desta, deve-se considerar as relativas ao substrato, pois, conforme Maciel Filho (1990, p. 11), os solos da Formação Caturrita apresentam resistência a erosão normalmente baixa, a qual é ainda menor no solo saprolítico, de tal forma “que quando o solo superficial é retirado, seja pela erosão natural, seja pela ação humana (...) a erosão progride rapidamente”. Embora, na área não tenham sido identificadas feições erosivas significativas, associadas a ravinas e voçorocas, a ocorrência de áreas com cultivos agrícolas e pastagens, que em determinados períodos o solo, além de ser revolvido, fica desprotegido ou com baixa cobertura vegetal, representa uma preocupação, uma vez que constatou-se a presença de sulcos em vários pontos, associados a essas atividades. Sendo assim, as atividades agrícolas requerem a adoção de práticas de conservação do solo.

5.8. Unidade Itararé

Em termos de morfologia e morfometria, esta unidade apresenta as mesmas características que a Unidade Rincão do Soturno. Difere-se em termos de função, já que representa uma área com uso urbano, e de litologias, apresentando além dos arenitos da Formação Caturrita, as rochas do Membro Alemoa da Formação Santa Maria.

Em seu conjunto, corresponde uma área de interesse, uma vez que representa o avanço da ocupação em direção as áreas de maior declividade. Nesse sentido, a ocupação é mais densa nas áreas mais planas e próximas ao centro e vai se tornando mais rarefeita, à medida que se aproxima das áreas íngremes. Esse avanço da ocupação vai convertendo espaços com vegetação nativa em áreas com uso urbano ou com vegetação campestre, à espera de novas ocupações. A vegetação arbórea ora ocorre associada a alguns cursos d'água, ora apresenta-se em fragmentos ligada as áreas de maior altitude.

5.9. Unidade Campestre Menino Deus

Esta unidade compreende as áreas de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto, sendo formada por morros e morrotes associados a um relevo escarpado em altitudes elevadas. O substrato é constituído por arenitos, das Formações Caturrita e Botucatu, e rochas vulcânicas, da Formação Serra Geral, sendo que nas áreas de escarpa, as paredes verticalizadas expõem a rocha sã. Apresenta as áreas de maior altitude do Perímetro Urbano, que variam entre 140 e superiores a 400 metros.

Nestas áreas, a topografia, em função da elevada inclinação das vertentes, geralmente superiores a 15% e com significativa ocorrência de declividades maiores que 30%, impõem restrições quanto ao uso e ocupação, sendo consideradas, por Maciel Filho (1990), em termos geotécnicos, como não adequadas. Como conseqüência, é nesta unidade onde a vegetação arbórea se mantém mais preservada, embora, conforme constatado por Figueiró (1997), presente, no conjunto, uma dinâmica regressiva, face os desmatamentos que vem ocorrendo nas áreas de menor declividade. Sendo assim, a mata nativa vem cedendo espaço,

especialmente nas porções médias e basais das formas de relevo, para a ocupação urbana e para as atividades vinculadas a agricultura no extremo norte, através da implantação de pequenas lavouras e com a criação de gado.

Em termos de ocupação, apresenta pouco adensamento e ocupação recente, sendo caracterizada pela presença de áreas residenciais, tanto de alto como de baixo poder aquisitivo. Nas áreas cuja ocupação não obedeceu critérios técnicos, resultantes em muitos locais da ilegalidade, ocorrem, além da precariedade da infraestrutura, problemas relacionados com a dinâmica de encosta, especialmente processos relacionados a ocorrência de movimentos de massa. Robaina et al (2001) destaca que os movimentos de massa associados ao Rebordo, são eventos de menor significado, em função de ainda a ocupação não ter avançado para esta porção.

Sendo assim, a principal preocupação, para esta unidade, está justamente relacionada com o adensamento das áreas de ocupação urbana, especialmente pela população desprovida de recursos, visto que, conforme salienta Maciel Filho (1990) o estabelecimento da população nesta unidade requer a utilização de soluções técnicas não convencionais, como fundações adequadas e obras de suporte.

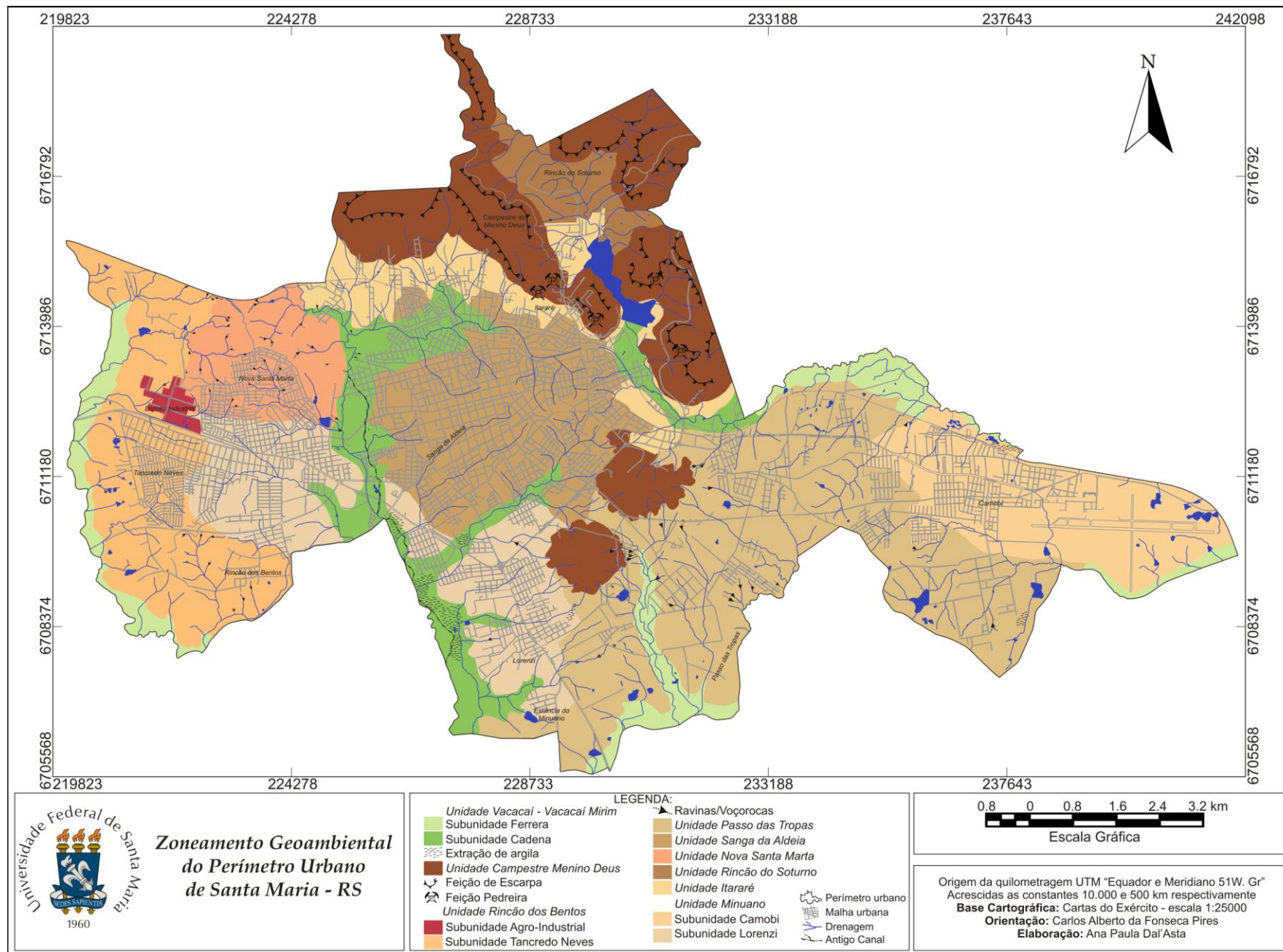


Figura 43 - Compartimentação Geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria

6. Considerações Finais e Recomendações

A dinâmica envolvida nas áreas urbanas, promovida, principalmente, pela contínua valorização de determinadas áreas em detrimento de outras, faz com que este espaço esteja em constante transformação. Nesse sentido, o crescimento e expansão das cidades seguem a lógica capitalista, observando os interesses dos agentes produtores e reprodutores do espaço, notadamente os imobiliários. Em contrapartida, a questão ambiental é relegada a um segundo plano, refletindo um quadro de degradação generalizada com perda da qualidade de vida, no qual a deterioração da paisagem ocorre paralelamente a expansão das malhas urbanas.

Este cenário caracteriza a cidade de Santa Maria, onde a ausência de adequado ordenamento territorial associado ao grande crescimento, a partir da década de 1960, resultou na conversão em uso urbano de áreas desfavoráveis, desencadeando uma série de problemas ambientais e sociais, além das inúmeras alterações no ambiente natural, com profundas modificações na fisiologia e fisiografia da paisagem. Dessa forma, Santa Maria, assim como as demais cidades brasileiras, necessita de estudos de toda ordem, principalmente os voltados à compreensão das derivações ambientais que considerem as inúmeras possibilidades e conseqüências das intervenções humanas, a partir de uma abordagem integrativa do espaço.

Nesse contexto, a proposta metodológica desenvolvida pelo LAGEOLAM (UFSM), para mapeamentos geoambientais, empregada no presente trabalho de pesquisa, apresentou-se satisfatória, pois permitiu identificar as diferentes configurações espaciais da área de estudo, através da individualização de unidades geoambientais, obtendo um diagnóstico das características marcantes e problemas ambientais de cada unidade.

No sentido de desenvolver estas análises integradas do espaço local, o emprego de SIGs constituiu uma ferramenta fundamental, pois possibilitou a representação dos fatos e fenômenos geográficos, viabilizando o processo de

síntese das informações e auxiliando na compreensão acerca dos diferentes cenários de intervenções humanas. Sendo assim, a análise sistêmica dos principais elementos, naturais e antrópicos, constituintes da paisagem, permitiu a compartimentação do Perímetro Urbano de Santa Maria em unidades territoriais hierarquizadas, onde foram definidas nove Unidades Geoambientais, seis Subunidades Geoambientais e quatro Feições Superficiais, alcançando, desse modo, os objetivos propostos.

Ressalta-se que, a adoção do Perímetro Urbano, como recorte espacial, foi fundamental, uma vez que seus limites são definidos pela municipalidade e engloba não só as áreas urbanizadas, mas as de expansão urbana, condicionadas as leis de uso e ocupação do solo urbano. Assim sendo, o desenvolvimento destas áreas como um todo é atrelado a dinâmica da cidade, onde as intervenções são pensadas na otimização deste espaço, enquanto forma de habitar e consumir, onde o valor do solo condiciona as diferentes formas de ocupação.

A partir destas considerações, o zoneamento geoambiental constitui mais do que uma representação espacial, corresponde a síntese da paisagem, onde as inter-relações entre os diferentes elementos integrativos do ambiente, ao longo do tempo, determinaram as distintas organizações espaciais da área. Dessa forma, a definição das unidades geoambientais está atrelada a uma cartografia que apresenta conjuntos espaciais, com identidade peculiar e marcante, caracterizados por agrupamentos de atributos, que a pesquisa individualizou.

A individualização das unidades geoambientais, as quais representam áreas com características homogêneas, com a identificação de potencialidades e limitações, contribui para subsidiar os órgãos gestores municipal, na tomada de decisão e na priorização de iniciativas que apontam para o desenvolvimento equilibrado do espaço, entre a apropriação do ambiente pelo homem e a conservação dos recursos naturais. Ressalta-se que, o Poder Público tem papel fundamental, uma vez que é o responsável pelo ordenamento territorial, de modo que, se intervisse de forma efetiva em ações preventivas, muitos problemas seriam evitados, mas, conforme Oliveira (2004, p. 136), “infelizmente o que é implementado são medidas assistencialistas e clientelistas quando algum evento provoca danos para a população inserida em áreas sujeitas a processos geológicos/geomorfológicos”.

Nesse sentido, as unidades que apresentam maiores limitações estão relacionadas as áreas cuja gênese determina fragilidade natural, como as áreas definidas pela ocorrência de processos erosivos desenvolvendo ravinas e voçorocas, as planícies aluviais e as áreas íngremes, que no contexto urbano apresentam baixa valorização. Estas unidades merecem atenção especial, no sentido da adoção de medidas de proteção do solo e de recuperação das áreas degradadas, bem como de medidas estruturais quando do estabelecimento da população, pois é fato que a ocupação, sem critérios técnicos adequados, induz ou acelera a ocorrência dos processos de dinâmica superficial.

Sendo assim, deve-se priorizar o adensamento, através da ocupação dos vazios urbanos, das áreas que já dispõem de infra-estrutura adequada, com disponibilidade de bens e serviços, a fim de evitar que novas áreas sejam convertidas em uso urbano, e, conseqüentemente, maior ônus para o poder público ao disponibilizar os serviços essenciais a estes locais, além de evitar o desencadeamento de novos problemas ambientais.

Por fim, recomenda-se que estudos mais específicos e detalhados sejam realizados, especialmente nas unidades de maior fragilidade, a fim de melhor caracterizá-las e propor ações mais pontuais de controle ambiental.

7. Referências Bibliográficas

ABREU, A. A. de. **A Teoria Geomorfológica e sua Edificação**: Análise Crítica. In: Revista do Instituto de Geografia da USP – IG. São Paulo. N° 4. 1983. p. 5 – 23.

AB’SABER, A.N. Um Conceito de Geomorfologia a serviço das Pesquisas do Quaternário. **Geomorfologia**. N° 18. IG –USP, São Paulo.1969

ALBRECHT, A. H.; BARROS SARTORI, M. G - Causas físicas e genéticas dos nevoeiros na região central do Rio Grande do Sul. **Geografia - Ensino & Pesquisa**. Santa Maria: Ed. da UFSM, (5) 1991. p. 108-150.

ALMEIDA, J. R.de; TERTULIANO, M. F. Diagnose dos sistemas ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002, 294 p.

BARBOSA, A. M.; SOARES, J.V.;MEDEIROS, J.S. Subsídio para o planejamento em ecoturismo na região do médio Rio Grande (MG) utilizando Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Goiânia, 2005 **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.20.07/doc/2035.pay>

BAZZAN, T.; ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R.; DE NARDIN, D. Atlas Geoambiental de São Borja. In: XII SIMPOSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Geotecnologias, Ética e Gestão do Território. Natal, 2007 **Anais...** Natal, 2007. s/p.

BELÉM, J. **História do Município de Santa Maria**: 1797-1983. 3 ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2000. 309 p.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña**: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global**: Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra. N. 13, p. 1-27, 1972.

BOLFE, 2003. **Transformações do espaço urbano de Santa Maria - RS - e sua região**: tendências e condicionantes. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BOLÓS i CAPDEVILA, M. **Manual de ciencia del paisaje: teoria métodos y aplicaciones.** Barcelons: Masson S.A. 1992. 236 p.

BOTEGA, L. da R. **Ocupação da Fazenda Santa Marta em Santa Maria – RS (1991 – 1993).** Monografia (Especialização em História do Brasil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004. 77 p.

BRASIL. **Lei nº 4771, de 15 de Setembro de 1965:** Código Florestal Brasileiro.

BRASIL. **Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979:** Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** 2. ed. Brasília: Embrapa, 1998.

CAPRA, F. **A teia da vida:** uma nova contribuição científica dos sistemas vivos. São Paulo: Pensamento Cultrix Ltda, 1996. 256 p.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações:** Fundamentos. 4 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 1988. 219 p.

CARLOS, A. F. A. **A cidade.** (Repensando a Geografia). 4 ed. São Paulo: Contexto, 1999.

CARVALHO; E. T. de.; PRANDINI, F. L. Áreas Urbanas. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 487-497.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto, 1991.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia.** Goiânia: Editora da UFG, 1994. 137 p.

CARVALHO, J. A. R.; SILVA, A. P. da.; CAVALEIRO, V. M. M. Cartografia Geotécnica e ambiental em Portugal. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL. São Carlos, 2004. **Anais....** São Carlos, 2004, p. 566 – 582.

CENDRERO, A. Environmental quality indices; a tool for assessing and monitoring geoenvironmental map units. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: **Anais...** 2004. p. 525 – 564.

CERRI, L. E. S. **Riscos Geológicos Urbanos.** In: CHASSOT, A. & CAMPOS, H. (Orgs.) Ciências da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (inter) ações no Planeta. São Leopoldo: UNISINOS, 1999. p. 133- 146.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia.** São Paulo: Hucitec: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. p. 106.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Editora Blücher, 1980,

313 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical. In: SOUZA, M. A. de.; SANTOS, M.; SCARLATO, F. C.; ARROYO, M. (Orgs.). **Natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1997. p. 127 - 138.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Sistemas dinâmicos: As Abordagens da Teoria do caos e da geometria fractal em Geografia. In: VITTE, A. C. & GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas**: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari – SP. Tese (Doutorado em Geotecnia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

CÔRREA, R. L. **Trajetórias geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997, 304p.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 4 ed. São Paulo: Editora Ática, 2004.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

DA ROSA, A. A. S. Sítios fossilíferos de Santa Maria. **Ciência e Natura**, v. 26, n. 2, p. 75 – 90, 2004.

DE NARDIN, D. **Estudos geoambientais no Oeste do Rio Grande do Sul**: mapeamento na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

DE NARDIN, D.; ROBAINA, L. E. de S. Zoneamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul: Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu. In: V SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO & I SEMINÁRIO IBERO – AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. Santa Maria, 2008. **Anais...** Santa Maria, 2008.

DILL, P. R. J. **Assoreamento do Reservatório do Vacacaí-Mirim e sua relação com a deterioração da bacia hidrográfica contribuinte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L.; ALVAREZ FILHO, A. Estrutura fitossociológica de uma floresta Estacional Decidual na região de Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v.4, n.1, p. 109-128, 1994

FIGUEIRÓ, A. S. **Aplicação do zoneamento ambiental no estudo da paisagem: uma proposta metodológica**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1997.

FIORI, A. P. Metodologias de cartografia Geoambiental. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL. São Carlos, 2004. **Anais...** São Carlos, 2004, p. 287 – 290.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na Geografia Aplicada: difusão e acesso**. Revista do Departamento de Geografia, n. 17, p. 24-29, 2005. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/geu_teresa.htm. Acesso em: 28 maio 2007.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n. 1, p. 127 – 132, 1997.

FREITAS, M. W.D. de. CUNHA, S. B. Geossistemas e Gestão ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João – RJ. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL São Carlos, 2004. **Anais...** São Carlos, 2004.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; SCHMITZ, C. Mapeamento geomorfológico aplicado a análise ambiental do município de Viamão – RS. **Revista Ciência e Natura**, Edição especial, p.219 – 234, 2004.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 16, p. 76-80, 2005.

FUJIMOTO, N. S. V. M. . A Urbanização Brasileira e a Questão Ambiental. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Org.). **Ambiente e Lugar no Urbano: a Grande Porto Alegre**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2000, p. 47-63.

GANDOLFI, N. A cartografia geotécnica no planejamento de uso e ocupação do solo. In: CHASSOT, A.; CAMPOS, H. (Org.) **Ciências da terra e meio ambiente: diálogos para (inter)ações no planeta**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1999.

GASPARETO, N. V. L.; MEDEIROS, E. R.; VEIGA, P.; MACIEL FILHO, C. L.; SARTORI, P. L. P.; MENEGOTO, E. **Mapa geológico da folha de Santa Maria – RS (1:50000)**. Santa Maria: Finep – UFSM, 1988.

GRANELL-PÉREZ, M. D. C. **Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas**. Ijuí: Editora Unijuí, 2001

GREGORY, K.J. **A natureza da Geografia Física**. Tradução: Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1985.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 394 p.

JOLY, F. **A Cartografia**. São Paulo: Papyrus, 1990. 136 p.

KEGLER, L. L. **Análise da pluviometria em Santa Maria no período de 1913 a 2000**. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

KOWARICK, L. **A espolição Urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979, 205 p.

LACERDA, H. Notas de Geomorfologia Urbana. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA – EREGEO, Porto Nacional, 2005. **Anais...** Porto Nacional. Disponível em:

http://www.unucseh.ueg.br/downloads/graduacao/geografia/docsgrupodeestudogeografia/Eregeo_GeoUrbana_2005.pdf

LEITE, M. A. F. P. A natureza e a cidade: discutindo suas relações. In: SOUZA, M. A. de.; SANTOS, M.; SCARLATO, F. C.; ARROYO, M. (Orgs.). **Natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1997. p. 139 – 145.

LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLERS, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 10, n 2, p. 59 – 74, 2000.

MACIEL FILHO, C. L. **Caracterização Geotécnica das formações sedimentares de Santa Maria, RS**. Dissertação (Mestrado em Geologia de Engenharia) – Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 1977.

MACIEL FILHO, C. L. (Coord.) **Mapa Geológico da Folha de Camobi - RS**. (1:50000). Santa Maria: Finep - UFSM, 1988.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitária: UFSM, 1990.

MARCHIORI, J.N.C. A paisagem de Santa Maria: Subsídios para uma política patrimonial. In: REMPEL, W. (Org.) **Pensamentos Políticos**. Santa Maria: Pallotti, 2000. P. 39 – 44.

MARCHIORI, J. N. C.; MACHADO, P. F. dos S.; NOAL FILHO, V. A. (Org.) **Do céu de Santa Maria**. Santa Maria: Prefeitura Municipal de Santa Maria, 2008.

MARCHIORI, J.N.C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: EST, 2004. 110 p.

MARICATO, E. **Brasil, cidades:** alternativas para a crise urbana. 2 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2001. 204 p.

MARINS, A. P. **Simulação hidrológica do reservatório do Vacacaí-Mirim / Santa Maria-RS utilizando o sistema IPHS1.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

MARTINELLI, M. Cartografia Ambiental: que cartografia é essa? In: SOUZA, M. A. de.; SANTOS, M.; SCARLATO, F. C.; ARROYO, M. (Orgs.). **Natureza e sociedade de hoje:** uma leitura geográfica. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec, p.232 – 242,1997.

MARTINELLI, M. A Cartografia de Síntese na Geografia Física. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, São Paulo, 2005. **Anais...** São Paulo, 2005.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. M. et al. **Análise da paisagem como base para uma estratégia de organização geoambiental:** Corumbataí (SP). Geografia, Rio Claro, v. 20, n. 1, p. 81-129, 1995.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RA'E GA**, n. 8, p. 83 – 91, 2004.

MEDEIROS, E. R. **Estratigrafia do Grupo São Bento na região de Santa Maria e paleocorrentes da Formação Botucatu.** Dissertação. (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

MEDINA, A. S.; LIMA, E. de C. de.; BRISKI, S. J. Geotecnologias aplicadas em estudos ambientais: estudo de caso no Parque Estadual de Campinhos – Pr. In: III COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS. **Anais...** Disponível em: www.geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/GeoColog_2003/artigos. Acesso em: 08 dez. 2006.

MELO, I. M. **Plano Municipal de Saúde 2004-2006.** Prefeitura Municipal de Santa Maria – RS, Secretaria de Município da Saúde. 2004

MENEZES, B. B.; ZUQUETE, L. V. Avaliações metodológicas em estudos geoambientais de bacias hidrográficas: a Bacia do Rio Pardo. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, São Carlos, 2004. **Anais...** São Carlos , 2004.

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

MORAES, A. S. **Evolução Urbana de Santa Maria.** Universidade Federal de Santa Maria: Santa Maria, 1982.

MOREIRA, C. V. R.; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevo. OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, p. 69 – 85,1998.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003, 356 p.

MOURA OLIVEIRA, J. H.; CHAVES, J. M. Uso de Geotecnologias na modelagem Geomorfológica nas terras indígenas Pankararé – BA. In: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Aracaju, 2006. **Anais....** Aracaju, 2006.

OLIVEIRA, E. L. de A. **Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS**: Zoneamento e Hierarquização. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

OLIVEIRA, E. L. de A.; ROBAINA, L. E. de S.; RECKZIEGEL, B. W. Modificações antropogênicas nos canais de drenagem em área urbana na bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria – RS. In V SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E I ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, Santa Maria, 2004. **Anais...** Santa Maria, 2004.

OLIVEIRA, E. L. de A.; RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. de S. Áreas de Risco Geomorfológico na bacia hidrográfica do Passo da Areia, Santa Maria/RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, n. 30, p. 23 – 35, 2006.

OLIVEIRA, M. A. T. de. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. p.57 – 100.

PAULA, G. M. de. **O fenômeno El Nino Oscilação Sul e a erosividade das chuvas em Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PEDRON, F.de A. **Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, 2005.

PELLOGIA, A. U. G. **A ação do homem enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno**: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n.3. p. 257-268, 1997.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. IBGE. Rio de Janeiro. 1983.

PENTEADO, A. de F. **Análise ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Kruze - Região Metropolitana de Porto Alegre – RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PINHEIRO, A. do C. **Levantamento e análise do processo irregular do solo urbano nos últimos 30 anos (1970 – 2000) em Santa Maria – RS**. Trabalho de

Graduação (Curso de Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Lei complementar municipal nº 033 de 29 de dezembro de 2005**: institui a Lei de Uso e Ocupação do Solo, Parcelamento, Perímetro Urbano e Sistema Viário do Município de Santa Maria. Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/_secretarias/pdf/ArqSec33.pdf>

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Lei complementar municipal nº034 de 29 de dezembro de 2005**: dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano Ambiental do Município de Santa Maria. Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/_secretarias/pdf/ArqSec44.pdf>

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Lei complementar municipal nº 042 de 29 de dezembro de 2006**: cria unidades urbanas, altera a divisão urbana de Santa Maria, dá nova denominação aos bairros e revoga a Lei Municipal nº 2770/86, de 02-07-86, Artigos 2º a 25 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/_secretarias/pdf/ArqSec60.pdf>

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA) de Santa Maria – RS**. 2006. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **PAC - Sonho de quase 16 anos começa a virar realidade**. Notícia – 06 de abril de 2008. Disponível em: <<http://www.santamaria.rs.gov.br/index.php?secao=noticias&id=15619>>

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**: ensaio de monografia natural. 3 ed. 2 reimpressão. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 2005.

RAUBER, A. C. C. **Diagnóstico ambiental urbano do meio físico de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

RECHIA, A. **Santa Maria**: Panorama Histórico-Cultural. Santa Maria: Associação Santa-Mariense de Letras, 1999. 312 p.

RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. de S.; MENGUE, V. P. Urbanization and acceleration the erosion process in Santa Marta city – RS – Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LAND DEGRADATION AND DESERTIFICATION, Uberlândia, 2005. **Anais...** Uberlândia, 2005.

RECKZIEGEL, B. W.; CRISTO, S. S. V. de; ROBAINA, L. E. de S. Hierarquização das moradias em situação de Risco Geomorfológico associado à dinâmica fluvial na Vila Urlândia, Santa Maria – Rio Grande do Sul. In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Goiânia, 2006. **Anais...** Goiânia, 2006

RECKZIEGEL, B. W. **Áreas de Risco Geomorfológico**: um estudo na Vila Laranjeiras, Porto Alegre – RS. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

RECKZIEGEL, E. W.; ROBAINA, L. E. de S. Estudo de parâmetros morfométricos do relevo e da rede de drenagem da área situada entre os rios Jaguari e Ibicuí no município de São Vicente do Sul – RS. In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Goiânia, 2006. **Anais...** Goiânia, 2006

RIPOLI FILHO, F. A utilização do rejeito industrial cerâmico - chamote - como fator de qualidade na fabricação de elementos cerâmicos: um estudo experimental. In: **Cerâmica**. Santa Maria, v. 43, p. 281-282, 1997

ROBAINA, L. E. S.; BERGER, M.; CRISTO, S. S. V. de; PAULA, P. M. de. Análise dos ambientes urbanos de risco do município de Santa Maria – RS. **Ciência & Natura**, v. 23. p 139-152, 2001.

ROBAINA, L. E. de S.; CASSOL, R.; MEDEIROS, E. R. Unidades de Landforms na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria – RS. **Ciência & Natura**, v. 24, p. 117 – 138, 2002.

ROMERO, A. G.; JIMÉNEZ, J. M. **El paisaje em el ámbito de la Geografía**. México: Instituto de Geografía – Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v 16, p. 81 – 90, 2005.

ROSS J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. Editora da USP, n.08, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. (Repensando a Geografia). 7 ed. São Paulo: Contexto, 2003.

ROSS, J. L. S. (Org.) **Geografia do Brasil**. 5 ed. Rev. Ampl. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

SANCHEZ, M. C. Conteúdo e eficácia da Imagem Gráfica. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, v. 11, n. 22, p.74-81, 1981.

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

SAYDELLES, A. P. **Estudo do campo térmico e das ilhas De calor urbano em Santa Maria-RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SARTORI, M. da G. B. **O Clima de Santa Maria, RS: do Regional ao Urbano.** 1979. 166f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

SARTORI, M. da G. B. A circulação atmosférica regional e os principais tipos de sucessão do tempo no inverno do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 15, p. 69-93, 1993.

SILVA, A. D. **Zoneamento Ambiental de um setor do Parque Estadual da Cantareira e entorno seccionado pela Rodovia Fernão Dias (Br 381).** Tese (Programa de Pós Graduação em Geografia Física) - Universidade de São Paulo São Paulo, São Paulo, 2005.

SOARES FILHO, B. S. **Análise de paisagens:** Fragmentação e mudanças. Dissertação de Mestrado. Minas Gerais: Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, 1998. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/relacionadas/dinamica.pdf>

SOUZA, L. A. de.; SOBREIRA, F.G.; PRADO FILHO, J. F. do. Cartografia e diagnóstico geoambiental aplicados ao ordenamento territorial do município de Mariana – MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 03, n. 57, p. 189-203, 2005.

SOUZA PINTO, C. de. Curso básico de Mecânica dos Solos. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 355 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia Física e Geomorfologia:** uma (re)leitura. Ijuí: Editora Unijuí, 2002. 112 p.

TANNO, L. C.; SINTONI, A. (Coord.). **Mineração & Município:** bases para planejamento e gestão dos recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

TAVARES, I. S. **Estudo das matérias-primas utilizadas na produção de cerâmica vermelha em Santa Maria – RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

TEIXEIRA, A. L. de A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de informação geográfica.** Dicionário ilustrado. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005.

TRENTIN, R. **Definição de unidades geoambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Itu.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

TRICART, J. L. **Paisagem e ecologia.** Tradução: Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. São Paulo: Textos básicos, 1981.

TROPPEMAIR, H. **Sistemas, Geossistemas, Geossistemas Paulistas, Ecologia da Paisagem**. São Paulo – Rio Claro, 2004.

URRUTIA, R. A. **Urbanização: crescimento da área urbana, espaços ociosos e especulação imobiliária no município de Santa Maria – 1980/2000**. Monografia (Curso de Especialização em História do Brasil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

VEDOVELLO, R. **Aplicações da Cartografia Geoambiental**. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 2004, São Carlos: **Anais...** São Carlos, 2004.

VEIGA, P. **Estudo dos arenitos “intertrapps” da Formação Serra Geral na Região de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.

VERDUM, R. Os geógrafos frente as dinâmicas sócio-ambientais no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 16, p. 91-94, 2005.

VICENTE; L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica. **Geografia**, v. 28, n. 3, p. 323-344, 2003.

VITTE, A. C. Mapeamento das Unidades de Paisagem nos Municípios de Sumaré e Valinhos, Região Metropolitana de Campinas (SP), Por Meio da Morfometria de Bacias de Drenagem. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, São Paulo, 2005. **Anais...**São Paulo, 2005. P.349-365.