

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

Tania Cristina Gomes

**CRESCIMENTO URBANO SOBRE OS COMPARTIMENTOS
DE RELEVO NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS**

Porto Alegre

2013

TANIA CRISTINA GOMES

**CRESCIMENTO URBANO SOBRE OS COMPARTIMENTOS
DE RELEVO NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

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

PORTO ALEGRE
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Gomes, Tania Cristina

Crescimento urbano sobre os compartimentos de relevo no município de Santa Maria, RS . / Tania Cristina Gomes. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2013.

[157 f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2013.

Orientador: Nina Simone Vilaverde Moura
Coorientador:

1. Urbanização .2. Antropogeomorfologia.3. Expansão Urbana.4. Cartografia Geomorfológica. I. Título.

CDU 911

Catálogo na Publicação
Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS
Alexandre Ribas Semeler CRB 10/1900

TANIA CRISTINA GOMES

**CRESCIMENTO URBANO SOBRE OS COMPARTIMENTOS
DE RELEVO NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental

Aprovado em: 24 de setembro de 2013

Banca Examinadora:

Profª Drª. Nina Simone Vilaverde Moura (Orientadora)
Instituição: Departamento de Geociências – PPGEA/UFRGS

Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
Instituição: Departamento de Geografia – UNESP/PP

Prof Dr. Francisco Eliseu Aquino
Instituição: Departamento de Geociências – PPGEA/UFRGS

Profª Drª. Tânia Marques Strohaecker
Instituição: Departamento de Geociências – PPGEA/UFRGS

À minha família, mãe Helena Gomes, namorado Ígor Gonçalves dos Santos, amiga Lígia Bernardi, por todo amor, dedicação e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Professora Nina Simone Vilaverde Moura por acolher-me como orientanda.

Aos professores, Roberto Verdum e Tânia Marques Strohaecker pela contribuição na etapa de Qualificação.

À Secretária Alynny Kist e a Bolsistas, Rosa Oliveira dos Santos e Rafaela Antunes Nunes do PPGEA pela eficiência e auxílio no trabalho burocrático.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa.

À Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia.

Àquelas Pessoas que de um modo ou de outro me apoiaram quando da realização deste trabalho.

Santa Maria

Meu monumento estradas e trilhos
Minha saudade este tempo que vai
Este cerrito
Estes montes me guardam
E ainda guardam se um dia eu voltar pra ti
Santa Maria me guarde estes montes
Que em suas fontes há som de oração
Santa Maria da boca do monte
Pra ti meu canto, acalanto e canção...
Sol na praça presidente, quente é teu calor
Muita banda na varanda e na orelha um cobertor
Tanta vida diferente, tanta gente vem e vai
Incerteza de quem entra, mas saudade de quem sai...
Tchau na estação quem ainda não deu
Não entendeu quem lá vai quem já vem
Triste é sentir virar som de saudade quando vai longe o apito do trem
Santa Maria, Maria da graça, doce menina, maria fumaça
Verde tão verde tão cheia de si
Que dá vontade de cantar pra ti
Beto Pires

RESUMO

GOMES, T. C. **Crescimento Urbano Sobre os Compartimentos de Relevo no Município de Santa Maria, RS.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2013, 157 p.

A história do desenvolvimento das sociedades humanas produziu um espaço diferenciado a partir das relações conflitantes entre sociedade e natureza. O resultado dessa relação é o espaço geográfico, ou seja, o meio natural ocupado, organizado, modificado e transformado pelas sociedades humanas, através ação antrópica, sendo nas cidades, onde essas modificações se mostram de maneira mais visível. A ocupação e a conseqüente expansão urbana deixa relatos concretos que permitem a compreensão das preferências pretéritas de ocupação, favorecendo o entendimento da atual ocupação das populações sobre as formas de relevo. Essas evidências vão ao encontro do intento deste trabalho, que busca respostas para explicar a morfologia contemporânea urbana da cidade a partir das alterações impostas na morfologia original, perturbada pela ação antrópica. Desta maneira, este estudo tem como objetivo caracterizar o processo de ocupação do espaço urbano da cidade de Santa Maria – RS, avaliando o desenvolvimento da mancha urbana sobre os distintos compartimentos, evidenciando as alterações e derivações ocorridas na morfologia original, decorrentes do processo de urbanização. No sentido metodológico apostou-se na adoção de propostas metodológicas distintas que resultou no refinamento do aparelhamento deste trabalho, sobretudo com vistas à máxima integração dos fatos geomorfológicos. Deste modo, propôs-se a organização da pesquisa a partir da associação dos trabalhos realizados por Ab'Sáber (1969), como base conceitual, e os trabalhos realizados por Rodrigues (2005) no sentido investigativo na Antropogeomorfologia, para fins de satisfazer a orientação metodológica para a pesquisa geográfica recomendada por Libault (1971) e adaptada por Ross (2010). Ainda no sentido metodológico destaca-se a importância do uso das técnicas de geoprocessamento, as quais se mostraram como uma ferramenta indispensável na análise integrada da representação dos fatos e fenômenos geográficos, possibilitando o processo de síntese das informações. A urbanização desenvolveu-se, fundamentalmente, sobre as formas de relevo que compõe a Depressão Periférica, inclusive nas planícies aluviais e cabeceiras de drenagem que, atrelado à fragilidade natural do substrato, composição dos solos, condições climáticas locais e tipo de cobertura vegetal, produzem derivações ambientais distintas das originais, intensificando e alterando a dinâmica dos processos superficial. As alterações significativas no modelado do relevo, decorrentes do processo de ocupação urbana, ocorreram principalmente a partir de intervenções estruturais realizadas sobretudo após os anos de 1960. Dentre as intervenções destacam-se as relacionadas à canalização e retificação do Arroio Cadena, corte e aterro, mineração, terraplanagem, pedreiras, lavras de material de empréstimo, as quais modificaram e originaram diferentes feições no modelado do relevo. Santa Maria, não sofreu grandes alterações como os grandes centros urbanos, no entanto, se analisadas em escala de detalhe é possível verificar que as alterações já concretizadas são inúmeras e devem ser consideradas. Observa-se um contrassenso estabelecido, de um lado, pelos investimentos públicos em habitação e saneamento e, de outro, pela falta de controle do uso do solo, conforme preconizam os planos diretores e a regularização da atividade imobiliária, os quais propendem o interesse social, orientados por normas como o Estatuto da Cidade, o Código Estadual do Meio Ambiente, o Código de Posturas do Município e o Código de Obras e Edificações.

PALAVRAS-CHAVES: Expansão urbana, urbanização, antropogeomorfologia, cartografia geomorfológica

ABSTRACT

GOMES, T. C. **Urban sprawl over the Relief compartments in the Municipality of Santa Maria, RS.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2013, 157 p.

The history of the development of human society produced a differentiated space based on conflicting relations between society and nature. The result of this relationship is the geographic space, meaning the natural environment, organized, modified and transformed by human societies, through anthropic action. Such modifications are more visible in the cities. The occupation process and the consequent urban sprawl produce concrete reports that allow us to understand the priorities on occupation in the past, promoting the understanding of the current occupation of populations over the landforms. These evidences converge to the purpose of this work, which looks for answers to explain the contemporary urban morphology of the city, starting from the changes imposed on the original morphology, disturbed by anthropic action. Thus, this study aims to characterize the urban space occupation process of the city of Santa Maria, in the Brazilian State of Rio Grande do Sul, analyzing the urban sprawl development over distinct compartments, evidencing the changes and derivations that occurred with the original morphology, stemming from the urbanization process. In the methodological aspect, different methodological approaches were employed and their combination has refined the operationalization of this work, mainly aiming the maximum integration of geomorphological facts. Therefore, the research was organized from the association of the work of Ab'Sáber (1969) as a conceptual basis, and the work carried by Rodrigues (2005) in the investigative aspect in Anthropogeomorphology, for achieving the methodological guidance to geographic search as recommended by Libault (1971) and adapted by Ross (2010). Still regarding the methodological aspect, this dissertation highlights the importance of using geoprocessing, which revealed itself an indispensable tool in the integrated analysis of the representation of geographic facts and phenomena, allowing the synthesis of information. The urbanization evolved, basically, on the landforms that compose the Depressão Periférica, including the floodplains and the headwater, that - associated with natural substrate fragility, soil composition, climatic conditions and the kind of vegetation cover - produce environmental derivations that differs from the original characteristics, which intensifies and changes the dynamic of the processes on the surface . Significant changes in the landforms, resulting from urban occupation process, occurred mainly because of structural interventions performed especially after the 1960s. Among the interventions, one group stands out: those related to Arroio Cadena's plumbing and rectification, cut and fill, mining, earthmoving, quarrying, mining of borrow material, which modified and created different features in relief patterned. Santa Maria has not suffered significant changes as in the case of bigger urban centers, however it is possible to verify that the changes already made are numerous and must be considered, if analyzed in detail scale. There is an incongruity established, on the one hand, by public investment in housing and sanitation services, and on the other, by the lack of control of the use of the lands, as advocated in the urban plans and the regulation of real estate activity, which are focused on social interest, guided by laws such as the City Statute, the State Environmental Code, the Municipal Code and the and Building Code.

KEY-WORDS: Urban sprawl, urbanization, anthropogeomorphology, geomorphological mapping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Organograma Metodológico.....	39
Figura 2: Diagrama dos níveis taxonômicos de relevo	44
Figura 3: Relação solo-paisagem de Santa Maria – RS	57
Figura 4: A: Unidade de Morros da Serra Geral integrada ao Rebordo do Planalto. B: Morrotes Isolados.....	83
Figura 5: A: Unidade de Colinas de Arenito e Lamito; B: Unidade de Colina de Arenito; C: Unidade de Colinas de Lamito e Arenito; D: Colina associada a processos erosivos (voçorocas) e degraus de abatimento Unidade de.....	85
Figura 6: Em primeiro plano a planície aluvial do Arroio Cadena, e, ao fundo num nível topográfico mais elevado, terraço fluvial associado ao Arroio Cadena.	87
Figura 7: Rua do Acampamento – 1890	95
Figura 8: Freguesia de Santa Maria da Boca do Monte	96
Figura 9: Croqui do núcleo urbano – acampamento militar do Rincão de Santa Maria em 1797	97
Figura 10: Planta de Santa Maria, organizada por Otto Brinckmann, 1861	99
Figura 11: Croqui reproduzido por Salamoni (2008) sobre a evolução urbana de Santa Maria no período entre 1861 e 1885.	100
Figura 12: Estação Ferroviária em 1914	102
Figura 13: Croqui reproduzido por Salamoni (2008) sobre a evolução urbana de Santa Maria no período entre 1885 e 1902.	103
Figura 14: Praça Saldanha Marinho em 1905. À direita, Rua do Acampamento	104
Figura 15: Imagem panorâmica atual da Vila Belga.....	105
Figura 16: A: construção da ponte sobre o Vale Menino Deus, B: Ponte atualmente	115
Figura 17: Vista panorâmica	117
Figura 18: Parque Itaimbé em 1994.....	118
Figura 19: Imagem capturada na BR-158. Imagem capturada na BR-158. Vista tomado de NE para SO	119

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Quadro 1: Regiões administrativas (R.A.) e suas respectivas Unidades de Vizinhança ou Bairros (U.V.).....	17
Quadro 2: Coluna Estratigráfica do Perímetro Urbano de Santa Maria	50
Quadro 3: Classes de declividades e distribuição percentual	79

Quadro 4: Tipos de Modelados e Padrões de Formas Semelhantes do Relevo	82
Quadro 5: Períodos propostos para a análise evolutiva da urbanização e alterações antropogênicas.....	90
Quadro 6: Primeiros Loteamentos por bairros e Região Administrativa (1914 – 1945)	108
Quadro 7: Loteamentos por Bairro e Região Admirativa (1946 – 1979)	113
Quadro 8: Loteamentos por bairro e Região Administrativa (1980 a 2003)	123
Quadro 9: Relação Área Ocupada sobre os Compartimentos Geomorfológicos e Área Ocupada sobre o Período Urbano (1801 – 2012)	134
Tabela 1: Classificação das formas de relevo	43
Tabela 2: Parâmetros Morfométricos das Bacias Hidrográficas do Perímetro Urbano de Santa Maria	60
Tabela 3: Grupos de Classes Altimétricas.....	75
Tabela 4: Frequência de classes de comprimento de rampa.....	81
Tabela 5: Períodos de Evolução Urbana e relação de área urbanizada	126
Gráfico 1: População dos Censos Demográficos por situação no domicílio - Santa Maria/RS..	111
Gráfico 2: Expansão da Ocupação Urbano de Santa Maria, área ocupada em relação ao Perímetro Urbano	129
Gráfico 3: Área Ocupada em Relação ao Padrão e Tipos de Forma de Relevo	130

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS	18
Mapa 2: Litologia do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS	48
Mapa 3: Mapa de solo semidetalhado do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS	59
Mapa 4: Rede Hidrográfica do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS	62
Mapa 5: Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, com o contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino. Fonte: Milani, 1997	68
Mapa 6: Unidades morfoesculturais do relevo do Estado do Rio Grande do Sul	69
Mapa 7: Modelo Altimétrico do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS.....	76
Mapa 8: Clinográfico do Perímetro Urbano de Santa Maria –	78
Mapa 9: Compartimentação Geomorfológica do Perímetro Urbano de Santa Maria – R.....	88
Mapa 10: Expansão Urbana de Santa Maria – RS	91
Mapa 11: Evolução Urbana sobre as Formas Semelhantes do Relevo do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS.....	128

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1.1 Apresentação do Tema, Objetivo e Justificativa.....	13
1.2 Apresentação da Área de Estudo.....	16
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	21
2.1 Compreensões Sobre o Estudo do Relevo	21
2.2 Urbanização como Fato Geomorfológico.....	22
2.3 Geomorfologia Urbana e os Processos Antrópicos	25
2.4 Morfologia Original e Morfologia Antropogênica	26
2.5 Cartografia Geomorfológica	28
2.6 Geoprocessamento e Geomorfologia	33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO-OPERACIONAIS.....	37
3.1 Nível Compilatório	40
3.2 Nível Correlativo	43
3.3 Níveis: Semântico e Normativo:.....	46
4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	47
4.1 Geologia	47
4.1.1 Unidades Litoestratigráficas do Perímetro Urbano	47
4.1.1.1 Formação Rosário do Sul	49
4.1.1.2 A Formação Santa Maria (FSM) – Membro Alemoa e Membro Passo das Tropas	49
4.1.1.3 Formação Caturrita.....	52
4.1.1.4 Formação Botucatu.....	53
4.1.1.5 Formação Serra Geral.....	54
4.1.1.6 Terraços Fluviais.....	55
4.1.1.7 Depósitos recentes, sedimentos recentes ou depósitos fluviais de várzea	56
4.2 Solos Perímetro Urbano	56
4.3 Rede de Drenagem do Perímetro Urbano	60
4.4 Caracterização Climática	63
5 COMPARTIMENTAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA – RS.....	67
5.1 Na Situação da Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná ..	67
5.2 Na Situação das Unidades Morfoesculturais	69

5.2.1	Na morfoescultura Rebordo do Planalto Meridional em Santa Maria	70
5.2.2	Na morfoescultura Planalto Meridional – planaltos e chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná	71
5.2.3	Na morfoescultura Depressão Central (Periférica)	72
5.3	Individualização dos Padrões e Formas Semelhantes do Relevo do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS	74
5.3.1	Caracterização Morfométrica do Perímetro Urbano	74
5.3.1.1	Hipsometria	74
5.3.1.2	Clinografia	77
5.3.1.3	Comprimento de vertente (rampa).....	80
5.3.2	Individualização das Unidades Geomorfológicas identificadas no Perímetro Urbano	81
5.3.2.1	Morros e morrotes da Serra Geral.....	82
5.3.2.2	Colinas.....	84
5.3.2.3	Planícies e Terraços Fluviais.....	86
6	PROCESSO HISTÓRICO DAS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO	89
6.1	A Natureza Embrionária do Sítio Urbano de Santa Maria – Do Tratado de Santo Idelfonso a Emancipação Político-Admirativa (1801 A 1885).....	92
6.2	A Implantação da Via Férrea e da Estação Ferroviária (1885 a 1914).....	101
6.3	Surgimento dos Primeiros Loteamentos em Santa Maria (1914 a 1946).....	106
6.4	Implantação da Universidade Federal de Santa Maria e Composição de Novos Vetores de Expansão Urbana (1946 a 1979).....	110
6.5	Urbanização Consolidada – A Partir De 1979.....	120
7	A EXPANÇÃO URBANA DE SANTA MARIA E SUAS DERIVAÇÕES SOBRE OS COMPARTIMENTOS GEOMOFOLÓGICAS.....	127
7.1	A Ocupação Urbana sobre os Compartimentos do Relevo	127
7.2	Derivações Ambientais decorrentes da Ocupação Urbana sobre os Compartimentos do Relevo	134
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143

"Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a VONTADE."
(Albert Einstein)

INTRODUÇÃO

A sociedade, dotado de potencial tecnológico e movido por interesses e necessidades, altera o equilíbrio do sistema natural modificando a conformação do ambiente onde vive. Dessa maneira, a história do desenvolvimento humano produziu um espaço diferenciado a partir das relações conflitantes entre sociedade e natureza. O resultado dessa relação é o espaço geográfico, ou seja, o meio natural ocupado, organizado, modificado e transformado pelas sociedades humanas, através da ação antrópica, sendo nas cidades, onde essas modificações se mostram de maneira mais visível.

Para Santos (1985, p. 49), “o espaço constitui uma realidade objetiva, um produto social em permanente processo de transformação”. O autor coloca que o espaço impõe sua própria realidade e, para isso, é preciso estudar a relação deste com a sociedade, pois através dessa relação é possível identificar os efeitos dos processos que permitem compreender as noções de forma, função e estrutura e, a partir destas, a compreensão da produção do espaço urbano. Sempre que a sociedade sofre mudanças nas formas ou nos objetos geográficos assume novas funções, criando uma nova organização espacial. (SANTOS 1985)

Esta nova organização espacial se modifica no espaço refletindo uma nova realidade, formando um conjunto de novos elementos e formas (reais e concretos), que, num dado momento, traduz as heranças que representam as sucessivas relações entre sociedade e natureza sobre a superfície. Dessa maneira, a complexidade dinâmica do espaço urbano tem auferido cada vez mais representatividade nos estudos e nas pesquisas da Ciência Geográfica. A razão está, em particular, porque as cidades brasileiras, especialmente a partir da década de 1950, tornaram-se o lugar onde se congregam as melhores condições para o desenvolvimento do capital. A cidade assumiu um caráter convergente de referências (concentração do capital e da força de trabalho) que viabilizou a fluidez do capital gerada pela rápida industrialização, ancorada pelo período técnico-científico-informacional.

Assim, pode-se dizer que a urbanização e a industrialização fazem parte de um mesmo processo, o qual modifica padrões de produção e consumo da sociedade contemporânea. Diante da intensidade desses dois fenômenos, é necessário refletir sobre o aumento da taxa populacional nos centros urbanos brasileiros. Nos últimos sessenta anos a população urbana brasileira, devido ao aumento da taxa de urbanização decorrente da

industrialização, passou a crescer em ritmo expressivo transformando rapidamente o espaço apropriado para o desenvolvimento de suas atividades. Atualmente no Brasil, cerca de 84,2% do contingente populacional reside em áreas urbanas. Essa realidade justifica o modo acelerado, indubitável e factual pelo qual se dá o fenômeno da urbanização brasileira.

No entendimento de Saadi (1997), os agrupamentos urbanos simulam corpos complexos em processo de expansão espacial constante, em que a presteza descontrolada desse crescimento gera formas caóticas de acomodação do urbano sobre o relevo. Esses arranjos representam uma relação direta com a transformação do meio físico apropriado pelo homem em detrimento do desenvolvimento de suas atividades assentadas sobre a superfície terrestre.

Com efeito, Rodrigues (2005) ressalta que o homem, ao se apropriar ou expropriar do meio físico, especialmente ao constituir qualquer forma de agrupamentos urbanos, modifica a morfologia original do relevo, de modo a atender as necessidades de fixação das arquiteturas de engenharia (casas, prédios, ruas, rodovias, ferrovias etc.). O somatório das intervenções do homem produz uma morfologia do relevo não mais original, mas antropogênica.

Diante deste fato, o meio físico mostra-se como o componente ambiental que mais interage com o ambiente construído, sendo imprescindível o conhecimento das potencialidades e limitações do meio físico face às intervenções antrópicas, considerando que cada sistema físico possui características singulares, logo, rebata de forma individualizada as distintas modalidades de intervenção antrópica. O conhecimento efetivo sobre o funcionamento das interações entre o meio físico e as intervenções antrópicas conduz a uma correta e eficiente gestão do fenômeno de urbanização, transversalmente à otimização de investimentos, reduzindo perdas e deseconomias (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

1.1 Apresentação do Tema, Objetivo e Justificativa

A expansão dos limites urbanos sem compreensão de técnicas adequadas, associada à segregação sócio espacial, conduz à ocupação desordenada de áreas geomorfologicamente instáveis e impróprias para habitação e/ou desenvolvimento das atividades humanas. Igualmente, o processo de urbanização acelerado e desordenado configura-se em uma das principais causas da deterioração do meio físico, pois interfere diretamente na dinâmica dos

fluxos de matéria e energia provocando profundas mudanças no equilíbrio dinâmico desse meio, resultando em impactos ambientais quase sempre negativos.

Furtado e Macedo (2006) discorrem sobre a gravidade dos problemas urbanos, estes anteriormente sofridos apenas pelas grandes cidades. No entanto, atualmente as cidades médias também vêm apresentando graves problemas que inserem o relevo como objeto de apropriação que, quando ocupado indistintamente, faz com que as populações sofram as consequências de sua própria ocupação. Para Ab'Saber (1969), as populações, ao escolherem locais para se fixarem, fazem-no com vistas àquilo que o solo pode oferecer, sejam recursos ou defesas. Do mesmo modo, os primeiros agrupamentos humanos de Santa Maria se assentaram onde fosse pertinente ao desenvolvimento de suas atividades.

Diante do exposto, com a finalidade de identificar associações entre as propriedades originais do relevo, as transformações atribuídas ao fenômeno da urbanização e as respostas ambientais a dessa urbanização, optou-se como área de estudo o Perímetro Urbano do município de Santa Maria.

A escolha do recorte espacial urbano de Santa Maria justifica-se pelo fato de esta cidade ser considerada de porte médio e estar estrategicamente localizada no centro do Estado do Rio Grande do Sul, característica que facilita a ligação com vários municípios do Estado e com a capital. Igualmente, a cidade é representativa tanto em termos de diversidade de unidades morfológicas, por estar situada em região de contato entre o Planalto e a Depressão Periférica da Bacia Sedimentar do Paraná, quanto em termos de transformações antrópicas, desde a criação do seu primeiro núcleo urbano até os dias atuais.

Segundo Morales (2008), em 1858, data da emancipação política do município, a Câmara Municipal foi instalada numa antiga casa colonial, situada na Rua Pacífico, local correspondente ao atual calçadão, centro histórico da cidade. Porém, Santa Maria em 1858 possuía 5110 habitantes distribuídos em dois distritos. Desse total de habitantes, 2905 moravam na Vila Santa Maria da Boca do Monte e 2205 moradores pertenciam à Vila Pau Fincado.

Assim, o início da ocupação de Santa Maria primeiramente foi marcado pela estratégia militar (Acampamento Militar), local onde se instalou a Câmara Municipal posteriormente. A ocupação iniciou-se pelo ponto mais alto de uma coxilha, ponto de fácil observação que posteriormente passou a exercer uma função comercial, e que até os dias atuais chama-se Rua do Acampamento. Contudo, Santa Maria expandiu-se mesmo com a construção da ferrovia, a qual assumiu papel importante na evolução urbana, já que o

município era tido como coração do Estado, ponto estratégico comercial do interior do Rio Grande do Sul.

Atualmente, além do caráter militar e terciário/comercial, Santa Maria assume papel importante na educação. Na década de 1960 implantou-se a primeira universidade federal do interior do Estado (Universidade Federal de Santa Maria), a qual contribuiu com a demanda por área ocupada. Mesmo sendo considerada como população flutuante, possui um fluxo migratório que movimenta o setor imobiliário e, conseqüentemente, a ampliação de construções.

A partir dos primeiros núcleos e da seqüência temporal de impulsos populacionais, a cidade se expandiu no sentido oeste/leste seguindo paralelamente o rebordo do planalto (coincidindo também com a passagem da linha férrea), assentando-se sobre a planície entre áreas de morros e de coxilhas suavemente onduladas. Porém, a atual configuração urbana rápida e desordenada reflete-se na ocupação de áreas periféricas, muitas inadequadas para edificações, seja em áreas de morros (ao norte) ou em áreas de várzea (ao sul), ou até mesmo em áreas de depósito tecnogênicos, como é o caso da Vila Bilibio.

É neste contexto que a estruturação dos centros urbanos transforma o ambiente físico deixando marcas na paisagem, modificando sua morfologia original em uma acumulação histórica de tempos (compreensão espaço-temporal), sendo, portanto, necessário o conhecimento da evolução histórica da ocupação das populações sobre o espaço urbano, como destacam Gonçalves e Guerra (2006).

O conhecimento da formação e evolução histórica do espaço urbano, sua implantação, parcelamento e ocupação oferecem ao pesquisador uma visão dinâmica da realidade, pois permitirá, através dos anos, compreender como o espaço urbano atingiu o seu estado atual e as mudanças que a sociedade vem promovendo [...] dessa forma, não basta analisar a cidade em apenas um momento de sua evolução, e sim entender como esta através dos anos atingiu seu estado atual (GONÇALVES; GUERRA, 2006, p. 194).

As transformações, assim, ligam-se às necessidades do homem como indivíduo e na sociedade, vivendo ele em sua maioria nas cidades, e conseqüentemente a globalização e sua rede de cidades globais com necessidades de infraestruturas, associadas também às necessidades decorrentes do crescimento populacional. Essas necessidades estimulam o desenvolvimento de diversas técnicas que acabam tornando o homem fator geomorfológico, sendo as áreas urbanas principais locais de criação de morfologias contemporâneas onde a ocupação e expansão urbana periférica provocam alterações significativas na paisagem, concretizando novas morfologias, estando estas relacionadas às alterações geomorfológicas.

Do mesmo modo, observa-se a expansão do sítio urbano de Santa Maria. Admite-se que sua expansão urbana deixa relatos concretos que comportam a compreensão das preferências pretéritas de ocupação, favorecendo o entendimento da atual ocupação das populações sobre o relevo. Essas evidências vão ao encontro do intento deste trabalho, que busca respostas para explicar a morfologia contemporânea urbana a partir das alterações impostas na morfologia original, perturbada pela ação antrópica. Desta maneira, este estudo tem como objetivo caracterizar o processo de ocupação do espaço urbano de Santa Maria – RS, avaliando o desenvolvimento da mancha urbana sobre os distintos compartimentos, evidenciando as alterações e derivações ocorridas na morfologia original, decorrentes do processo de urbanização. Sendo que, para atingir esse objetivo, faz-se necessário:

- ➔ Caracterizar os elementos geológicos e geomorfológicos no contexto regional;
- ➔ Elaborar o mapa geomorfológico do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS;
- ➔ Caracterizar o processo histórico de formação do município;
- ➔ Analisar e mapear a evolução da mancha urbana em diferentes séries temporais;
- ➔ Medir a expansão urbana sobre os distintos compartimentos do relevo.

1.2 Apresentação da Área de Estudo

O município de Santa Maria encontra-se localizado no centro geográfico do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 53°30'22'' e 54°19'32'' de longitude oeste e 29°20'28'' e 30°00'16'' de latitude sul, com área total de 1.788,129 km² (178.000 ha). Conforme o Censo demográfico 2010 (IBGE), Santa Maria possui 261.031 habitantes, densidade demográfica de 145,8 hab/km². Desse total, 248.347 habitantes residem na área urbana (aproximadamente 96% da população total do município) e 12.684 habitantes residem na área rural.

Santa Maria, ao sul, limita-se com os municípios de Formigueiro, São Sepé e parte do município de São Gabriel; ao norte, limita-se com os municípios de São Martinho da Serra, Itaara, Júlio de Castilhos e Silveira Martins; a leste, com Restinga Seca; a oeste, com os municípios de Dilermando de Aguiar, São Pedro do Sul e parte do município de São Gabriel. Regionalmente, Santa Maria é a quinta maior cidade do Estado e destaca-se por assumir uma economia baseada no setor terciário e na prestação de serviços.

Circunscrito em seu limite municipal estão os dez distritos que compõem Santa Maria: 1.º Distrito: Sede Municipal; 2.º Distrito: São Valentim; 3.º Distrito: Pains; 4.º

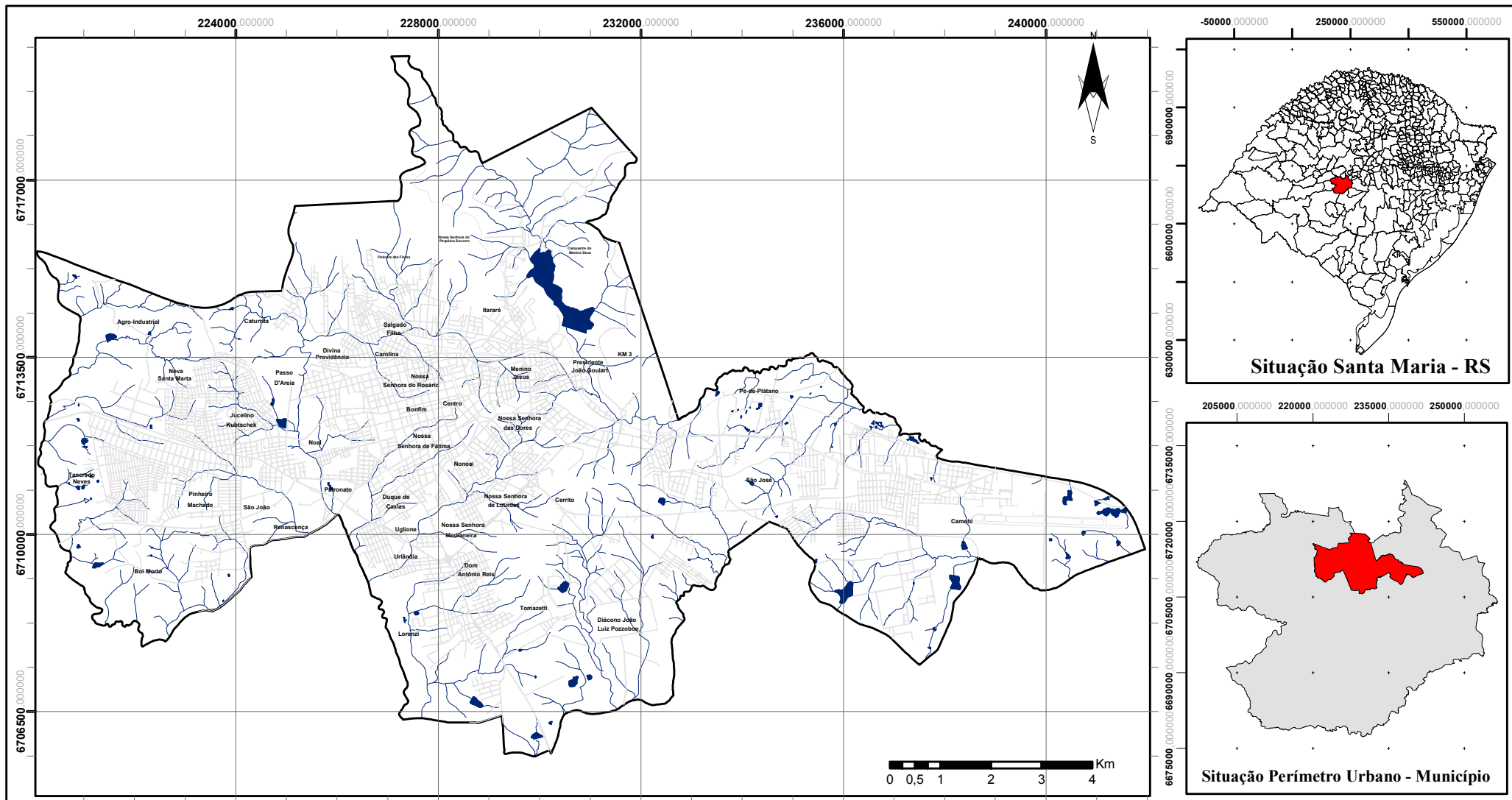
Distrito: Arroio Grande; 5.º Distrito: Arroio do Só; 6.º Distrito: Passo do Verde; 7.º Distrito: Boca do Monte; 8.º Distrito: Palma; 9.º Distrito: Santa Flora; 10.º Distrito: Santo Antônio.

Este é o contexto geral sobre o município de Santa Maria, no entanto adotou-se como unidade de análise para este estudo a área que corresponde ao Perímetro Urbano de Santa Maria, ou seja, o Distrito Sede (Mapa 1). Desta maneira, o Perímetro Urbano de Santa Maria, instituído pela Lei Complementar n.º 33 de 29 de dezembro de 2005, restringe-se ao Distrito Sede do Município, que, por sua vez, incorpora tanto as áreas já urbanizadas quanto aquelas previstas na expansão urbana e sujeitas ao parcelamento do solo para fins urbanos, determinado pelo poder público (Lei n.º 34, 2005).






A Lei Complementar n.º 42/2006 cria unidades urbanas e dá denominação aos quarenta bairros do Distrito Sede de Santa Maria, distribuídos em oito Regiões Administrativas: R.A. Centro Urbano; R.A. Norte; R.A. Nordeste; R.A. Leste; R.A. Centro-Leste; R.A. Sul; R.A. Centro-Oeste; R.A. Oeste (Quadro 1). De acordo com essa Lei, as Unidades Urbanas são partes escalonadas do Perímetro Urbano, definidas e delimitadas segundo critério de homogeneidade e denominadas Regiões Administrativas (R.A.), Unidades de Vizinhança (U.V.) e Unidades Residenciais (U.R.) organizadas para fins administrativos e para definir ações de planejamento.

R.A. Centro Urbano	R.A. Norte	R.A. Nordeste	R.A. Leste	Centro-Leste	R.A. Sul	Centro-Oeste	R.A. Oeste
Bonfim	Carolina	Campestre do Menino Deus	Camobi	Cerrito	Dom Antônio Reis	Duque de Caxias	Agro - Industrial
Centro	Caturrita			Diácono João Luiz Pozzobon	Lorenzi	Noal	Boi Morto
Nonoai	Chácaras das Flores	Itararé		Pé-de-Plátano	Tomazetti	Passo D'Areia	Juscelino Kubistchek
N.S. de Fátima	Divina Providência	KM 3		São José	Urlândia	Patronato	Nova Santa Marta
N.S.de Lourdes	N.S. Perpétuo Socorro	Menino Jesus				Uglione	Pinheiro Machado
N.S. Medianeira	Salgado Filho	N.S. Das Dores					Renascença
N.S. do Rosário		Presidente João Goulart					São João
							Tancredo Neves

Quadro 1: Regiões administrativas (R.A.) e suas respectivas Unidades de Vizinhança ou Bairros (U.V.)



Convenções cartográficas

- | | | | |
|---|------------------|---|------------------|
|  | Malha Urbana |  | Perímetro Urbano |
|  | Perímetro Urbano |  | Barragens |
|  | Rede de Drenagem | | |

Mapa 1: Localização do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura
 Elaboração: Tania Cristina Gomes

Assim, a Região Administrativa (R.A.) constitui a unidade setorial do Perímetro Urbano ligando entre si as Unidades de Vizinhança para fins administrativos; Unidade de Vizinhança (U.V.): constitui o núcleo básico do Perímetro Urbano, denominada Bairro, ligando entre si as Unidades Residenciais com características urbanas semelhantes; Unidade Residencial (U.R.): constitui a menor unidade urbana de relação e convivência, ligando uma parcela de unidades habitacionais dentro de um sistema viário, identificado como loteamento, condomínio residencial, parque residencial, jardim residencial, vila e outras, distribuídas dentro da U.V.

O Perímetro Urbano abrange uma área de 13.092 ha, exibindo uma exuberante paisagem que se manifesta de maneira singular na região central do Rio Grande do Sul. Nas palavras de Marchiori (2000, p. 40) “a paisagem da cidade de Santa Maria representa [...] um valioso patrimônio natural que cerca a cidade e constitui sua belíssima moldura: a sequência de morros recobertos de florestas naturais, que delimitam visualmente, e com grande efeito plástico, um anfiteatro aberto, apenas nos seus lados oeste e sudoeste. (MARCHIORI, 2000)

Auguste Saint-Hilaire, botânico naturalista, registra fielmente sua passagem pela Vila de Santa Maria em 1821 e assim descreve regionalmente a beleza cênica da cidade:

A região palmilhada até aqui é encantadora. À direita, o horizonte é limitado por uma cadeia de montanhas conhecidas sob o nome de Serra Geral. O terreno é, em toda parte, muito desigual; pastagens cobrem o cimo e os flancos das colinas; em todas as distâncias há bosques altos e densos. A pouca distância uma das outras, veem-se choupanas com pequeno quintal cercado de sebes secas e plantado de pessegueiros. Grande quantidade de bois e cavalos pasta aqui e acolá nos campos, vendo-se nas terras boas plantações de milho e outros cereais. A beleza do tempo soma-se ainda à dessa paisagem, que contemplava com tanto mais prazer quanto nos últimos dias, em que somente me entediava de ver desertos (SAINT-HILAIRE, 1987, p. 332).

Em 1834 o viajante Arsène Isabelle chega à “povoação de Santa Maria da Serra”, vindo de Buenos Aires a caminho de Porto Alegre, e registra sua impressão sobre os elementos dominantes da paisagem, ao norte descrevendo-a como se estivesse posicionado observando o pé da serra que “... forma como que uma grande muralha escura, destinada a separar em duas partes iguais, norte e sul, a interessante província do Rio Grande”. (MARCHIORI, 2000, p. 42)

Em 1958 o médico Robert Avé-Lallemant deixa Santa Maria e contempla-a do alto da serra e realiza um registro sobre a paisagem que poderia ser repetido por qualquer observador atualmente, mesmo passados quase cento e cinquenta anos. “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 as matas” (MARCHIORI, 2000, p. 43).

A “cadeia de montanhas” a que se refere Saint-Hilaire (1821) é formada pela sequência de morros situados ao norte da cidade e compõe o Rebordo do Planalto Sul Rio-grandense, sendo que tal compartimento geológico-geomorfológico também abriga os morros testemunhos, mais ao centro da área urbana, expondo uma morfologia de vales e morros com alto índice de dissecação do relevo. As áreas observadas por Saint-Hilaire como “flancos de colinas” comportam as áreas de relevo mais suave ao sul da cidade, situadas na Depressão Periférica, e formam um conjunto de coxilhas (colinas, colinas tabulares e planícies aluviais) compostas por sedimentos mesozoicos da Bacia do Paraná. (DAL’ASTA, 2009).

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

2.1 Compreensões Sobre o Estudo do Relevo

Em uma definição simplificada, geomorfologia pode ser entendida como a ciência que estuda as *formas* de relevo. Porém, para atingir esse objetivo é necessário cursar um longo caminho de observações, interpretações, correlações e análises, pois há uma grande diversidade de formas sobre a superfície terrestre, tornando-a uma unidade de estudo bastante complexa pressupondo um raciocínio multiescalar (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010). Ainda de acordo com a mesma autora, para estudar as formas não basta apenas observá-las e descrevê-las; é imprescindível compreender e explicar como elas surgem e evoluem, avaliando os *processos* responsáveis pela gênese e evolução das formas de relevo e sua distribuição espacial.

Na perspectiva de Ross (2010), o relevo pode ser entendido como produto da relação antagonica entre os processos endógenos (resistência da camada rochosa e dos processos tectônicos) e exógenos (comandados pelos fatores climáticos na esculturação do relevo). Desta maneira, as formas de relevo são resultantes da atuação desses processos que, não obstante, também podem ser apreciados como causa destas, uma vez que:

[...] através de variações topográficas e morfológicas abre-se espaço para a interferência da ação da gravidade, que possibilita, por exemplo, o deslocamento de materiais quer seja líquido quer seja sólido das partes mais altas para as mais baixas, em um processo contínuo de desgastes dos terrenos elevados e de acumulação nos segmentos mais baixos (ROSS, 2010 p. 11).

No entanto, na contemporaneidade os estudos geomorfológicos incluem a ação antrópica no processo de modelagem do relevo. Igualmente, para Caseti (1991), o processo de evolução do relevo está para além da atuação dos processos endógenos e exógenos, e também é associado às intervenções antrópicas inerentes a um processo histórico de apropriação das formas de relevo pelo homem que, como agente social, através de sua intensa e diversificada atuação, intervém e controla processos, resultando na criação, transformação e destruição das formas de relevo.

No entendimento de Guerra e Guerra (2005), a Geomorfologia pode ser considerada a ciência que estuda as formas de relevo, considerando as origens, a estrutura, a natureza das

rochas, o clima da região e as forças antagônicas, endógenas e exógenas, as quais constituem a base da construção e da destruição do relevo terrestre.

As forças que atuam no processo de modelagem do relevo, sejam endógenas, exógenas, biológicas ou antrópicas, não atuam de maneira contínua e uniforme sobre a superfície terrestre. Do mesmo modo, o balanço de processos também não age com a mesma frequência, intensidade e magnitude, o que explica a diversidade das formas de relevo na superfície terrestre. Por essa razão, o estudo das formas de relevo implica no estudo dos *materiais* sobre os quais a atuação de um determinado processo resulta em determinadas formas de relevo, sendo as características desses materiais determinantes da ação dos processos e, logo, das formas de relevo. Desta maneira, as formas estão sujeitas a um comportamento dinâmico de ajustes contínuos, resultante das relações entre *processos* e *materiais constituintes* (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

A propósito, a referida autora, apoiada na definição de Hart (1986), considera que “a melhor aceção para Geomorfologia é aquela que a define como sendo o estudo das formas, dos materiais e dos processos da superfície terrestre, tomados em suas diversas expressões espaço-temporais”. (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010 p. 8). Ainda de acordo com a mesma autora e Christofletti (1980), as inter-relações entre formas, materiais e processos já haviam sido preconizadas por Gilbert em 1880. No entanto, tais considerações resplandeceram quando integradas à Teoria do Equilíbrio Dinâmico e aos princípios da Teoria Geral do Sistema, na segunda metade do século XX.

Contudo, no Brasil, o complexo estudo das formas de relevo através da relação entre processos e materiais já havia estabelecido significação nos grafitos realizados por Ab’Saber (1969) ao propor a metodologia para estudos do Quaternário, enfocando o estudo do relevo a partir da tríade processos, depósitos correlativos e formas. A exemplar proposta metodológica de Ab’Saber está melhor esclarecida no capítulo III.

2.2 Urbanização como Fato Geomorfológico

No Brasil, segundo Strohaecker (2012), na década de 1940 cerca de 30% da população brasileira residia em áreas urbanas, e em apenas quatro décadas o urbano já abrigava quase 70% do contingente populacional, fato que mostra a presteza com que sucedeu esse fenômeno no país. Para Moura (2004), o Brasil no início da década de 1960 encarou um ligeiro processo de urbanização, conduzindo a criação de um novo padrão sócio-espacial nas áreas já urbanizadas e, após 1980, as intensas imigrações agravam os problemas sobrevividos da

pobreza e das desigualdades sociais. No entanto, as cidades passam a representar um espaço concentrador de oportunidades para aqueles que buscam trabalho, riqueza, educação e cultura. De maneira contraditória, é nesse mesmo espaço que as populações sofrem com a carência do direito ao trabalho e à cultura e com a falta de acesso às necessidades básicas de saúde, educação e habitação.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam que na década de 1950 somente 36,16% da população brasileira residiam em áreas urbanas. Esse percentual teve um acréscimo de em média 10% a cada década até 1991, atingindo um percentual de 75,47% vivendo em áreas urbanas. Nos últimos vinte anos a população urbana continuou crescendo, porém em menor percentual, cerca de 3% a cada cinco anos. No ano de 2010, 84,36% da população se tornou urbana e 15,64% permaneceu no meio rural.

Na concepção de Peloggia (2005), a ocupação urbana e a expansão periférica introduzem elementos perturbadores na topografia, decorrentes da apropriação indevida desse “novo ambiente”, o qual sofre transformações diante de sua originalidade. Neste sentido, Suertegaray (2000) justifica que o homem jamais influenciará na Geologia e na geomorfologia como o fazem os grandes eventos tectônicos e morfogênicos. No entanto, em uma escala histórico-geográfica as atividades humanas podem ser comparadas a agentes geológicos, sendo assim capazes de transfigurar os diferentes elementos que constituem a paisagem.

As intervenções humanas sobre o meio natural, potencializadas pelo avanço técnico-científico, deixam registros na paisagem evidenciando a maneira pela qual o homem vem, ao longo da sua evolução, apropriando-se da natureza. Tal fato caracteriza o período geológico denominado Quinário ou Tecnogênico, que se refere às novas coberturas pedológicas e às novas “fácies geológicas” em processo de formação, fortemente influenciadas pela ação humana segundo Oliveira (1995). Desta maneira, o ambiente transformado pela ação humana aliado à técnica produz alterações distintas daquelas de origem natural, indicando a capacidade humana de criar morfologias artificiais em curtos períodos de tempo.

De acordo com Moroz-Caccia Gouveia (2010), o homem como agente transformador do meio físico remonta à sua própria existência, como testemunham registros pré-históricos, analisando-se, por exemplo, os sambaquis do litoral brasileiro como formas de relevo antropogênicas e o Latossolo Húmico Antrópico (Terra Preta) da Região Norte do país como solo antropogênico.

As novas morfologias nos levam a refletir sobre a inserção de elementos no ambiente. Estas têm origem tecnogênica e, em tempo próprio, transfiguram a paisagem e remodelam o

relevo. Desta maneira, a partir da transfiguração constante dos objetos reais e concretos, o meio natural transformado se apresenta como forma antroponatural, que, conforme Rodríguez *et al* (2007), consiste um sistema territorial composto por elementos naturais e antropotecnogênicos condicionados socialmente que modificam e transformam as propriedades das paisagens naturais originais.

Esta relação é reflexo da apropriação e aplicação de técnicas de dominação do espaço natural que possibilitaram ao homem a intervenção direta nas formas, nas funções e nos processos naturais como os depósitos tecnogênicos. Os depósitos confirmam a afirmação feita por Suertegaray (2000) de que a natureza não é mais uma dimensão de interface com a sociedade, mas uma dimensão de transmutação/transfiguração, mesmo que o homem jamais possa modificar e influenciar na Geologia e na Geomorfologia como o fazem os grandes eventos tectônicos e erosivos. Entretanto, por meio de uma escala histórico-geográfica pode-se dimensionar as atividades humanas e compará-las aos agentes geológicos.

As intervenções promovem alterações geomorfológicas, devendo a ação antrópica ser percebida como um conjugado de modalidades de intervenções. Fujimoto (2005, p. 78) afirma que “a modificação do relevo promove a criação, indução, intensificação ou modificação dos processos geomorfológicos”. Desta maneira, é presumível delinear tipologias e os estágios de alterações de algumas atividades antrópicas, as quais geram novos padrões de comportamento morfodinâmico.

Fujimoto (2005) descreve: a eliminação da cobertura vegetal e as modificações através de cortes e aterros elaborados para a execução de arruamentos e moradias, os quais ao serem construídos cortam e direcionam os cursos d’água gerando padrões de drenagem não existentes; a impermeabilização altera o fluxo da água, tanto em superfície quanto em profundidade; as canalizações de águas pluviais existentes nas moradias acabam por mudar a direção do fluxo natural das águas das chuvas ou das águas servidas; os aterros recobrem a vegetação original e os materiais de cobertura superficial de formação natural, criando áreas de descontinuidades entre materiais heterogêneos, além de modificar a declividade da superfície original. Portanto, de acordo com Lima (1990):

[...] a leitura geomorfológica do urbano não se limita a entender e dimensionar a intervenção urbana no que se refere aos processos, materiais e formas, mas também em reconhecer várias modalidades de intervenção urbana e situações de instabilidade a elas associadas (LIMA, 1990 *apud* RODRIGUES, 2004, p. 119).

Para melhor entender e dimensionar as intervenções urbanas existe uma classificação de categoria de intervenção, as chamadas “primeiro grupo de intervenções”, que são *intervenções morfológicas* ou *intervenções de primeira ordem*, das quais a *urbanização* e a retirada da *cobertura original* são algumas das principais. Destacam-se ainda como intervenções de primeira ordem mineração, intervenções lineares de sistema viário ou intervenções por uso agrícola (LIMA, 1990 *apud* RODRIGUES, 2005, p. 120).

De acordo com Rodrigues e Coltrinari (2004), a categoria de intervenções de primeira ordem pode ser subdividida em detalhes:

[...] a categoria de intervenção urbanização poderá ser detalhada por padrão de arruamento, por densidade de edificações, densidade de lotes ou por fases de consolidação urbana. Pode ser ainda mais detalhada de acordo com a extensão, profundidade, densidade dessas novas formas ou pelo volume de remanejamento ou substituição de materiais superficiais originais (RODRIGUES, 2005, p. 103).

Ainda conforme Rodrigues (2005), além do tratamento por categoria de intervenções é necessária uma abordagem histórica dos processos naturais e das formas dessas intervenções, que não se limitam ao “antes ou depois”, mas também atingem o “durante”. Deste modo, a abordagem histórica irá favorecer o estudo através da temporalidade das intervenções ou temporalidade das perturbações, podendo ser classificadas estas temporalidades em períodos de pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação.

2.3 Geomorfologia Urbana e os Processos Antrópicos

De acordo com Strohaecker (2012), a urbanização da sociedade atual é um fato inegável visto que a Humanidade tende cada vez mais a se concentrar em áreas urbanas. Diante dessa realidade e da rapidez com que esse fenômeno ocorreu na maioria das cidades brasileiras, o processo de urbanização assinala-se como complexo e conflituoso, pois o homem, ao construir assentamentos urbanos sobre a superfície, obrigatoriamente modifica a dinâmica da cobertura superficial por priorizar a ocupação do espaço com vistas ao melhor aproveitamento dos terrenos sem a conformidade da harmonia entre o relevo e suas engenharias (construções, edificações, canalizações, loteamentos, corte e aterro dentre outras variadas intervenções).

Portanto, a geomorfologia urbana pode ser compreendida como uma linha de pesquisa indutiva da Geomorfologia Antropogênica, por indicar e analisar como a sociedade, a partir de seus valores e recursos tecnológicos, pode ser considerado agente transformador e modelador

da superfície terrestre, alterando a dinâmica natural das formas, dos materiais e processos do estrato ambiental. Neste sentido, Peloggia (1998) entende que a ação humana sobre a natureza arremata implicações em três níveis: modificação do relevo, alteração da dinâmica geomorfológica e criação de depósitos correlativos, que, análogos aos depósitos do quaternário, denominam-se “depósitos tecnogênicos” devido a um conjunto de ações designado “tecnogênese”.

A inclusão do homem como agente transformador das formas de relevo materializa-se nos estudos brasileiros na década de 1950, em que algumas pesquisas revelam a intensificação da ação humana na modelagem do relevo sobre duas distintas intervenções: erosão e acumulação das novas formas de relevo (SUERTEGARAY, 1997).

A erosão acelerada ou antrópica, seguindo a contextualização de Guerra e Guerra (2005), associa a ação dos organismos e as modificações decorrentes das intervenções destes sobre a cobertura superficial do terreno, de forma a acelerar os processos de acumulação definidos como “depósitos artificiais”, compostos por matérias de origens diversas, admitindo-se assim que o homem, além de intervir na modelagem do relevo, seja capaz de reproduzi-la criando novas superfícies.

Quanto maior a escala de intervenções sobre uma dada superfície, maiores serão os efeitos produzidos. Tais intervenções são perceptíveis em escala de detalhes, observadas nas mudanças sobre os perfis de vertentes, aterros em vales e mudanças hidrogeomorfológicas. Contudo, podem ser perceptíveis a partir de grandes intervenções por meio de equipamentos urbanos que induzem alterações na morfologia original e nos processos morfogenéticos, redefinindo ou eliminando arranjos originais da morfologia.

Desta maneira, o homem, ao intervir no meio natural em diferentes escalas, condiciona os ambientes geomorfológicos a respostas distintas, o que implica na maior possibilidade de danos socioambientais. Assim, investigar e compreender as ações humanas, os processos morfogenéticos e os tipos de materiais na superfície, decorrentes das intervenções humanas, leva ao reconhecimento das alterações promovidas pelo processo de urbanização sobre as formas de relevo.

2.4 Morfologia Original e Morfologia Antropogênica

De acordo com Rodrigues (2005), a abordagem antropogênica em estudos relacionados à geomorfologia de determinados ambientes necessariamente deve superar a análise baseada apenas em evidências de elementos meramente definidos pela natureza e, por

essa razão e com o intuito de sustentar essa nova ênfase e maior complexidade na abordagem geomorfológica, vem sendo usada a denominação “antropogeomorfologia”. Neste sentido, Moura (2011) destaca que:

Surge assim uma abordagem mais ampla, capaz de relacionar fenômenos físicos e socioeconômicos de forma a possibilitar a compreensão do modelado terrestre, uma vez que a geomorfológica, por definição, identifica, classifica e analisa as formas da superfície terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais (MOURA, 2011, p. 174).

Desta forma, Moura (2011) considera que os condicionantes antrópicos devem ser incluídos dentro dos sistemas naturais, devendo ser analisados a partir da apreensão daquilo que se solidifica na paisagem, com efeito, a cobertura vegetal, os usos agrícolas, as edificações, represas, aterros, sendo necessário também “considerar que as expressões concretas na paisagem são dinamizadas por forças processuais que estão inseridas na causalidade socioeconômica”. (MOURA, 2011, p. 180)

No que tange à expressão sensível e espacializada dos fenômenos concretos no ambiente, Rodrigues (2005) infere que a cartografia geomorfológica ou geocartografia geomorfológica retrospectiva ou evolutiva sustenta-se pelo estudo das formas, materiais e processos da superfície terrestre, diferenciando-se, dessa maneira, em relação a outras abordagens pela própria interferência antrópica como ação geomorfológica. Ação que pode modificar a propriedade e a localização dos materiais superficiais, interferir em vetores, taxas, balanço dos processos e gerar outra morfologia, chamada de “morfologia antropogênica”.

Deste modo, para Rodrigues (2005) a morfologia original pode ser entendida como morfologia representativa de fases pré-intervenção morfológica (pré-urbano), sendo aquela que não implica mudanças significativas, de dimensões métricas, em atributos como extensão, declividades e rupturas. Já a morfologia antropogênica é definida pelas morfologias representativas de fases de perturbação ativa e de fase pós-perturbação, ou seja, que sofreram mudanças expressivas em seus atributos, tendo a urbanização como principal tipo de intervenção através de padrão de arruamento, densidade de edificação, densidade de lotes, extensão, profundidade e densidade das novas formas, substituição e/ou remoção de matérias superficiais ou até mesmo a própria retirada da vegetação.

A aplicabilidade da cartografia geomorfológica permite, portanto, estudos retrospectivos ou evolutivos das formas de relevo, levando em consideração os distintos momentos históricos de expansão urbana, caracterizados pela ação histórica acumulativa

antropogênica sobre a superfície. Assim, a análise da morfologia antropogênica sustenta-se na cartografia geomorfológica como ferramenta fundamental a sua compreensão.

Dias (2011) destaca que, ao investigar a dinâmica e a história acumulativa das intervenções, deve-se reconhecer a morfologia original da área em estudo através da identificação das intervenções que ocorreram na superfície, determinando as formas que sofreram mudanças em seu padrão e as que tiveram sua dinâmica modificada, assinalando, assim, a situação anterior a essas modificações, o período em que ocorreram, e ao mesmo tempo estabelecendo as relações dinâmicas instauradas no relevo após a fase de pré-perturbação.

2.5 Cartografia Geomorfológica

A representação cartográfica do relevo não é uma tarefa fácil de realizar, diante da complexidade das informações necessárias que deve conter em uma base cartográfica. Do mesmo modo, considera-se que a preocupação com metodologias aplicadas ao mapeamento geomorfológico não é uma questão atual no meio científico (GUERRA e MARÇAL, 2012). Neste sentido, Abreu (1983) destaca que a cartografia geomorfológica ganha importância principalmente após a Segunda Guerra Mundial no Leste Europeu, adquirindo características próprias e emergindo como método fundamental na análise do relevo, pois os mapas geomorfológicos podem representar informações relacionadas a diferentes ambientes.

De acordo com Guerra e Marçal (2012), a década de 1960 do século XX consiste em um marco importante na representação cartográfica do modelo terrestre, visto que muitos países, especialmente os europeus, apresentaram propostas de sistematização e representação das diversas formas de relevo. Para Ross (2010), a introdução dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, estabelecidos a partir de Gerasimov (1946), Gerasimov e Mescherikov (1968) e Mescherikov (1968), apoiados na concepção de W. Penck providenciam uma nova direção teórico-metodológica para os estudos de geomorfologia, estabelecendo uma classificação do relevo em três categorias genéticas necessárias à análise geomorfológica. Essas categorias são os elementos da geotextura, da morfoestrutura e da morfoescultura.

Mescherikov (1968) estabelece vários táxons, tanto para elementos estruturais quanto para categorias esculturais, ficando evidente que todo o relevo terrestre, em qualquer dimensão, sofre influência da estrutura que lhe impõe um comportamento morfoestrutural e, também, do clima atual e pretérito que determina o comportamento morfoescultural. Portanto,

esse entendimento sobre o relevo é a “expressão redimensionada das ideias de W. Penck sobre os processos endógenos e exógenos” (ROSS, 2010, p. 41).

Ross (2010) ressalta que o entendimento do relevo a partir da compreensão dos conceitos de morfoestruturas e morfoesculturas leva à análise geomorfológica e, conseqüentemente à aplicação da cartografia geomorfológica, ficando a pesquisa geomorfológica dependente da elaboração simultânea de uma carta do relevo. Assim, a cartografia geomorfológica deverá conter informações morfométricas, morfográficas, morfocronológicas e de morfogênese.

Abreu (1983), apoiado na proposta metodológica soviética, estabelece uma sequência de atividades de caráter técnico-operacional para chegar à análise geomorfológica de uma determinada área em sete etapas. No entanto, a proposta não discute a questão relativa aos níveis de tratamento e às escalas de abordagem (ROSS, 2010):

1. Análise das cartas geológicas e tectônicas com compilação dos principais falhamentos;
2. Análise das cartas topográficas objetivando a construção de uma carta de rupturas tectônicas;
3. Elaboração de uma carta de elementos do relevo com dados morfométricos e morfográficos;
4. Elaboração de uma bateria de perfis topográficos acompanhada das informações geológicas;
5. Interpretação de fotos aéreas, imagens de radar e satélite para conhecer a morfologia e a gênese dos elementos do relevo;
6. Pesquisa de campo para extrair informações da estrutura superficial da paisagem e executar correções das decisões tomadas em gabinete;
7. Tratamento integrado dos dados para chegar à análise geomorfológica final.

Demek (*apud* Ross, 2010, p. 21), ao aprimorar a sistematização na pesquisa geomorfológica, propõe a normatização através de três unidades taxonômicas dispostas em ordem crescente da menor unidade (superfície geneticamente homogênea) para a maior (tipos de relevo):

1. Superfície geneticamente homogênea;
2. Formas do relevo;
3. Tipos de relevo.

De maneira simplificada, as ideias metodológicas dos geomorfólogos soviéticos e da Europa Ocidental estão atreladas à cartografia temática do relevo, de cunho morfogenético,

embasado na teoria de W. Penck, devendo o entendimento das formas atuais de relevo passar pela interpretação das influências endógenas e exógenas atuais e pretéritas (ROSS, 2010).

A proposta metodológica francesa tem em Tricart (1965) sua máxima expressão, através da publicação de um manual de pesquisa em geomorfologia: *Principes et Méthodes de la Géomorphologie*, no qual se discute os princípios, os conceitos e os procedimentos operacionais para o desenvolvimento de pesquisas geomorfológicas. Tricart (idem) sugere uma classificação taxonômica para os fatos geomorfológicos, pressupondo que cada nível de tratamento encaixe-se em uma determinada ordem de grandezas temporal e espacial, ou seja, quanto maior for a extensão da unidade taxonômica, maior será o grau de generalização e menor será a escala de tratamento (1:1.000.00; 1:2.500.00) e, ao se trabalhar com um fato geomorfológico como uma pequena bacia hidrográfica de 10 ou 20km², utiliza-se um tratamento em escala de detalhe no qual a generalização é pequena a partir de grandes escalas como 1:10000; 1:5000. (ROSS, 2010)

No Brasil, o longo e exaustivo trabalho realizado por Ab'Saber (1969) refletiu em uma sistematização sobre o caminho metodológico brasileiro para as pesquisas geomorfológicas. Ab'Saber (idem), em sua obra *Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário*, sugere uma compreensão de geomorfologia tripartite a partir de uma fusão conceitual, constitutivo da hibridez teórico-metodológica da Geomorfologia brasileira. Igualmente, de maneira esclarecedora, Ab'Saber (ibidem) discorre sobre a tripartite e expõe os três possíveis níveis de abordagem e tratamento de um dado exímio geomorfológico.

[...] pensamos que, em um primeiro nível de considerações, a geomorfologia é um campo científico que cuida da compartimentação da topografia regional, assim como, da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos relevos estudados. [...] em um segundo nível de tratamento [...] procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens, referentes a todos os compartimentos e forma de relevos observados. Através desses estudos, por assim dizer estruturais superficiais, e, até certo ponto estáticos, obtém-se ideias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a sequência dos processos paleo-climáticos quaternários da área em estudo. [...] em um terceiro nível, a geomorfologia moderna cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, em sua plena atuação, ou seja, procura compreender globalmente a fisiologia da paisagem, através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob controle de equipamentos de precisão (AB'SABER, 1969, p. 1-2).

A proposta metodológica de Ab'Saber (1969) não incide obrigatoriamente no mapeamento geomorfológico, mas institui com clareza os níveis de tratamento que uma pesquisa sobre o relevo exige. Ross (2010) salienta que a proposta metodológica de Ab'Saber, embora seja de suma importância para os estudos geomorfológicos por possibilitar ao

pesquisador um direcionamento no desenvolvimento da pesquisa, não discute de forma mais detalhada a teoria e os conceitos que estão por trás de sua proposição, exigindo do pesquisador razoável capacitação profissional e base conceitual consolidada. Ab'Saber também, ao tratar da questão metodológica, não se preocupou em dar contribuições aos procedimentos técnicos e operacionais que a viabilizassem.

Certo de que a pesquisa geomorfológica necessita de um direcionamento técnico e operacional, substancialmente a que exige maior detalhamento, Ross (2010), inspirado na proposta de Demek (1967), também sugere uma classificação taxonômica para a cartografia geomorfológica. A classificação apoia-se essencialmente no aspecto fisionômico, ou seja, no formato da forma de relevo de diferentes tamanhos e compõe-se de seis níveis taxonômicos, os quais recebem maior atenção no capítulo referente aos procedimentos operacionais desta pesquisa.

Para Ross (2010), o mapa geomorfológico deve ser entendido como importante instrumento de pesquisa, sendo ao mesmo tempo instrumento que direciona a pesquisa e, quando concluído, deve representar uma síntese do produto desta. Na concepção de Gouveia (2010), os mapas ou cartas geomorfológicas não se resumem a apenas um tipo ou modalidade de Mapa Temático, que se apresenta como um documento de síntese, uma vez que, embora o material cartográfico organizado expresse a síntese da pesquisa, o mapeamento geomorfológico deve ser compreendido como um processo de investigação por conduzir à análise geomorfológica, na medida em que possibilita a espacialização e integrações de descrições acerca de formas, materiais, idade e gênese do relevo.

Neste sentido, Moroz-Caccia Gouveia (2010) seguindo as ideias de Klimaszewski (1977) ressalta que um mapa geomorfológico pode:

1. Fornecer uma imagem precisa da dinâmica do relevo que irá, por sua vez: a) capacitar a reconstrução do desenvolvimento do relevo; b) proporcionar o caminho para avaliar fatores e processos de origem e transformação.
2. Facilitar a busca de conexões entre relevos.
3. Capacitar a regionalização.
4. Facilitar o desenvolvimento de estudos comparativos.
5. Proporcionar um meio de comparação entre relevos desenvolvidos ou em desenvolvimento em áreas de estruturas geológicas diferentes e similares, sob diferentes condições climáticas.
6. Auxiliar os estudos sobre o papel do clima na formação da superfície da Terra, possibilitando distinguir tipos de relevo morfoclimáticos. (HAYDEN, 1986, p. 647)

Portanto, o mapa geomorfológico é um importante instrumento na pesquisa do relevo e, como esclarece Ross (2010) a partir das ideias de Tricart (1963), “constitui a base da pesquisa e não a concretização gráfica de pesquisa já feita”, pois, ao mesmo tempo em que direciona a pesquisa, quando concluído deve representar uma síntese como produto desta. Desta maneira, o essencial do mapeamento geomorfológico é apresentar, de forma sintética e elucidativa, as características e atributos relacionados à gênese, forma e cronologia do relevo.

Logo, o mapa geomorfológico deverá constituir a base da espacialização dos elementos ou fatos geomorfológicos, representando a gênese das formas de relevo e suas relações com a estrutura e os processos. Sendo que, ao sistematizar as informações em uma carta geomorfológica com suas representações, deve-se atentar não somente no que se refere à descrição do relevo mas indicar a natureza geomorfológica desses elementos, bem como datar as suas formas. Igualmente, a análise geomorfológica deve-se valer de dados morfométricos, informações morfográficas, dados morfogenéticos e cronológicos (ROSS, 2010).

De acordo com Florenzano (2008), as variáveis referentes à morfologia, morfogênese, morfodinâmica e morfocronologia são objetos de estudo da Geomorfologia e assim as define:

1. **Morfologia:** essa variável é o ponto de partida para compreensão dos demais aspectos do relevo, ou seja, a identificação da origem de uma feição pode ser baseada na sua forma. Assim, a Morfologia engloba a **Morfografia** (descrição qualitativa das formas de relevo) e a **Morfometria** (caracterização quantitativa das formas de relevo), são os chamados “índices morfométricos”. Desta maneira, a Morfografia representa a forma e a aparência do relevo, por exemplo: depressão, planície, planalto, montanha, chapada, tabuleiro, escarpa etc. Já a Morfometria representa os aspectos quantitativos do relevo, por exemplo: altitude, amplitude altimétrica, extensão de vertente, declividade, densidade de drenagem, frequência de rios, amplitude interfluvial.
2. **Morfogênese:** essa variável refere-se à origem e ao desenvolvimento das formas de relevo resultantes dos processos endógenos (com origem no interior da Terra como os terremotos, vulcanismo, magnetismo intrusivo, tectonismo) e exógenos (incluindo o intemperismo e a erosão que operam com maior ou menor intensidade, estando sujeitos a fatores climáticos).
3. **Morfodinâmica:** essa variável refere-se aos processos atuais e ativos, endógenos e exógenos, que atuam nas formas de relevo, ou seja, são os tipos de processos que definem as formas de relevo, classificados de acordo com a sua gênese. Assim, caracterizam-se de acordo com o processo exógeno dominante de uma determinada área, por exemplo: erosão laminar e em sulcos, ravinas, movimentos de massa, acumulação fluvial etc.

4. **Morfocronologia:** essa variável refere-se à idade, absoluta ou relativa, das formas de relevo e aos processos a ela relacionados, visto que todas as formas de relevo caracterizam-se pelo período de sua formação e sua evolução. Portanto, é essencial distinguir a idade das formas recentes e aquelas herdadas de períodos anteriores, quando havia diferentes condições climáticas.

Sendo assim, os estudos geomorfológicos possuem grande relevância no escopo das geociências, pois estão relacionados à caracterização do ambiente, procurando descrever e diagnosticar as formas de relevo a partir da identificação e da compreensão dos processos morfogenéticos. A partir desses estudos é possível entender as condições gerais da dinâmica da cobertura superficial terrestre. Esse entendimento contribui para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações das condições ambientais (ROSS, 1992; ROSS, 2006).

Destarte, os estudos geomorfológicos são melhores consubstanciados pela representação cartográfica dos fatos geomorfológicos, ou seja, são mais bem apreendidos e abstraídos pela espacialização das formas de relevo e suas relações com estrutura e com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades. (CASSETI, 2005). Por essa razão, o mapeamento geomorfológico tem por função primordial apresentar a base e a síntese da pesquisa geomorfológica e não o resultado em si do estudo. Por fim, é importante salientar que os diagnósticos geomorfológicos constituem uma ferramenta significativa na elaboração de projetos de desenvolvimento, pois oferecem enorme subsídio à gestão territorial, substancialmente na fase de planejamento, sendo também de grande utilidade nas fases de gerenciamento ambiental (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

2.6 Geoprocessamento e Geomorfologia

A coleta de dados, a distribuição geográfica e a sistematização de informações sobre a superfície terrestre durante muito tempo utilizaram-se de técnicas de mapeamento não automatizadas, sendo representadas através de documentos e mapas em papel. O fato dificultava a interpretação combinada dos diferentes dados e informações contidas nos documentos cartográficos. Com o desenvolvimento simultâneo da Tecnologia de Informação, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o advento do Geoprocessamento (CAMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

De acordo com os mesmos autores, é neste contexto que emerge o termo Geoprocessamento, que denota uma disciplina do conhecimento que emprega técnicas

matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações e Energia e Planejamento Urbanos e Regionais, permitindo análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, tornando possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

No Brasil, a incorporação do Geoprocessamento, seguindo a tendência internacional de utilização dos GIS (*Geographic Information Systems*), inicia-se na década de 1980 através dos esforços e da formação de pessoal feitos pelo professor Jorge Xavier da Silva (UFRJ). Entusiasmados com a visita ao Brasil, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, que desenvolveu o primeiro SIG (*Canadian Geographical Information System*), estimulou a manifestação de vários grupos interessados em desenvolver essa tecnologia, dentre os quais se destacam:

1. O grupo do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ;
2. MaxiDATA que, vinculado à empresa de aerolevanteamento AeroSul, criou, em meados dos anos 1980, um sistema para automatização de processos cartográficos e lançou o MaxiCAD;
3. O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS iniciou, em 1990, o desenvolvimento do SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa), uma extensiva aplicação de Geoprocessamento no setor de telefonia;
4. O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) estabeleceu um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto (a Divisão de Processamento de Imagens - DPI). De 1984 a 1990 a DPI desenvolveu o SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema de Informações Geográficas), para ambiente PC/DOS, e, a partir de 1991, o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Geográficas) para ambientes UNIX e MS/Windows (CAMARA, DAVIS, MONTEIRO: 2001).

Destaca-se que trabalhar com geoinformação significa utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados, reconhecendo o Geoprocessamento como uma tecnologia interdisciplinar, pois permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e sociais. No entanto, a aplicação do SIG reduz os conceitos de cada disciplina a algoritmos e estruturas de dados, o que gera um problema conceitual. Portanto, é necessário que cada especialista transforme os conceitos de sua disciplina em representações computacionais para, assim, tornar viável o compartilhamento com outros especialistas, ou seja, dizer que o espaço é uma linguagem

comum no uso do SIG significa fazer referência ao *espaço computacionalmente representado* e não aos conceitos abstratos de *espaço geográfico* (CAMARA, DAVIS, MONTEIRO: 2001).

Assim, de maneira simplificada, as geotecnologias compreendem um conjunto de técnicas computacionais com finalidade de coletar, processar, analisar e gerar informações com referência geográfica. Do mesmo modo, o geoprocessamento constitui um conceito abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados que envolve pelo menos quatro categorias de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial, devendo assim agregar: as técnicas para coleta de informação espacial através do sensoriamento remoto, GPS, topografia e levantamento de dados alfanuméricos; as técnicas de armazenamento de informação espacial como banco de dados; as técnicas para tratamento e análise de informação espacial visando à modelagem de dados; e as técnicas para uso integrado de informação espacial, como os sistemas SIG ou GIS (ROSA, 2005). De acordo o mesmo autor, SIG ou GIS representa:

[...] um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georeferenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam a maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico (ROSA, 2005 p. 81).

Além disso, para Pessoa (2009), o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) na representação e gerenciamento do espaço torna-se cada vez mais necessário. Assim, há uma demanda constante no desenvolvimento de ferramentas e metodologias para garantir maior eficiência e precisão nas aplicações em SIGs. Portanto, é nesse contexto, representação tridimensional do espaço geográfico com precisão, que surge um leque de possíveis aplicações e fornecimento de *softwares* em ambiente SIG com funcionalidades específicas, tais como a análise em três dimensões (3D).

Diante da sucinta anotação sobre o desenvolvimento e a inserção das geotecnologias aplicáveis a diferentes disciplinas, destacam-se aquelas destinadas à investigação geomorfológica, como por exemplo, geração do Modelo Numérico de Terreno (MNT) a partir de dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponibilizados no *site* oficial da NASA ou no Brasil, no site da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Agropecuária).

De acordo com Valeriano (2008), a operação de modelos analíticos com planos de informações sobrepostos em SIG demanda a preparação de imagens digitais georreferenciadas de cada variável. Deste modo, os planos de informação (PI) são chamados também de Modelo

Digitais do Terreno (MDTs), dos quais o Modelo Digital de Elevação (MDE) é um exemplo de evidente utilização. Os MNT são adequados para representar grandezas que variam sucessivamente no espaço permitindo, dessa maneira, o desenvolvimento de mapas de declividade, hipsometria e a geração de modelos tridimensionais de terreno.

Anterior ao surgimento dos SIGs, a identificação das formas do terreno era a partir da interpretação visual do relevo em campo ou de representações cartográficas, porém o método paramétrico provê uma base mais objetiva e uniforme na identificação das formas através da medição e do mapeamento de variáveis do relevo como altitude, declividade, curvaturas vertical e horizontal, orientação de vertentes dentre outros, para enfim definir uma unidade de mapeamento que atenda aos objetivos e às escalas do terreno desejadas pelo investigador. No entanto, ressalta-se que a abordagem em SIGs, embora eficiente, não exclui a interpretação visual para o exercício da cartografia geomorfológica, visto que ambas as abordagens são complementares na investigação dos fatos geomorfológicos (VALERIANO, 2008).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO-OPERACIONAIS

É relevante preceder a qualquer encaminhamento a distinção entre metodologia e procedimentos técnicos operacionais. Para Ross (2010, p. 29), “o tratamento metodológico em uma pesquisa é subproduto direto da teoria”. É a metodologia que norteia a pesquisa, enquanto a instrumentalização e as técnicas operacionais funcionam como apoio. Igualmente, de acordo com Ross (2010) a metodologia deve simular:

[...] “espinha dorsal” de qualquer pesquisa. Para aplicação de determinada metodologia é preciso, por um lado, dominar o conteúdo teórico e conceitual e, por outro, ter habilidade de manuseio do instrumental técnico de apoio, e não confundir, como habitualmente acontece nas atividades de pesquisa, técnicas operacionais com método (ROSS, 2010, p. 32).

Do mesmo modo, a pesquisa deve ancorar-se no domínio do conhecimento específico-teórico e conceitual, domínio da metodologia a ser aplicada e domínio das técnicas adequadas à operacionalização do trabalho (ROSS, 2010). Definidas as abordagens teórico-metodológicas, partiu-se para etapa organizacional da pesquisa acertando orientações pontuais.

A obra *Os quatro níveis da pesquisa geográfica*, proposta por Libault (1971), apesar de ter sido elaborada para o tratamento de dados e informações que possam ser quantificados e traduzidos em tabelas e gráficos, perfeitamente pode ser aplicada para pesquisas de qualquer conteúdo que seja de natureza geográfica (ROSS, 2010). Desta maneira, Libault (1971) diferencia quatro níveis para Pesquisa Geográfica: nível compilatório, nível correlativo, nível semântico e nível normativo. Portanto, qualquer pesquisa, ao assumir o caráter geográfico, incide conseqüentemente sobre esses quatro níveis de análise. No entanto, o *check-up* sugerido pelo autor, embora obedeça à lógica organizacional, não pode ser ponderado de modo estático e linear.

O nível compilatório corresponde a obtenção, seleção e compilação dos dados pertinentes à pesquisa pretendida, ou seja, refere-se à primeira fase do trabalho, que consiste além da aquisição do material teórico conceitual e é o estágio da obtenção de material específico sobre a área de estudos. Assim, essa fase objetivou o levantamento e a seleção das informações da área de estudos as quais são geradas para integrar as fases seguintes. Essa primeira fase, além de absorver dados de origem primária (adoção de bibliografia adequada, cartas topográficas, fotografias aéreas, imagens de satélite e confecção da base cartográfica),

também se compõe de informações de fonte secundária, ou seja, material já produzido por outros autores.

O nível correlativo compreende a fase em que os dados compilados são correlacionados entre si definindo futuras interpretações. Os dados serão relacionados de acordo com a natureza de cada um, remetendo ao processo de categorização e hierarquização dos próprios. Salienta-se, para essa etapa, a geração do produto cartográfico que contém a síntese parcial do trabalho concebido pela caracterização do meio físico e antrópico, simulado em mapas elaborados a partir do apoio da instrumentalização adotada.

O nível semântico assinala a fase interpretativa da pesquisa. De acordo com Ross (2010), é nessa etapa que se estabelecem as generalizações e os dados puros deixam de ser meramente informações factuais ou numéricas assumindo um caráter significativo em nível de interpretação. É a interpretação dos dados compilados e correlacionados entre si das fases anteriores e, do mesmo modo, é da interpretação que sobrevém a conotação da realidade estudada, abordando os resultados conclusivos da pesquisa. Assim, essa etapa está para a significação geomorfológica e a síntese do estudo sobre a evolução urbana de Santa Maria.

O nível normativo é a etapa em que o produto da pesquisa transforma-se em modelo, resultando no produto final simplificado capaz de auxiliar a competência humana de intervir sobre o meio natural e social. Assim, para esse caso em específico essa fase resultará em um mapa geomorfológico em escala de semi-detalle e outro mapa sobre a evolução urbana de Santa Maria, a fim de subsidiar o estudo de expansão urbana sobre as formas de relevo e as possíveis modificações ocorridas na morfologia original em decorrência do processo de expansão urbana.

Por fim, na expectativa de que a adoção de propostas metodológicas distintas resultará no refinamento do aparelhamento deste trabalho, sobretudo com vistas à máxima integração dos fatos geomorfológicos, propõe-se a organização dessa pesquisa a partir da associação dos trabalhos realizados por Ab'Sáber (1969) e os trabalhos concretizados por Rodrigues (2005) no sentido investigativo na Antropogeomorfologia, satisfazendo a orientação metodológica para a pesquisa geográfica recomendada por Libault (1971) e adaptada por Ross (2010). A agregação das assinaladas metodologias contenta os objetivos propostos para esse trabalho, gerando procedimentos técnicos e operacionais melhor definidos. Portanto, os elementos e dados compilados, correlacionados e interpretados em cada fase da pesquisa, estão dispostos de acordo com o Organograma Metodológico da figura 1.

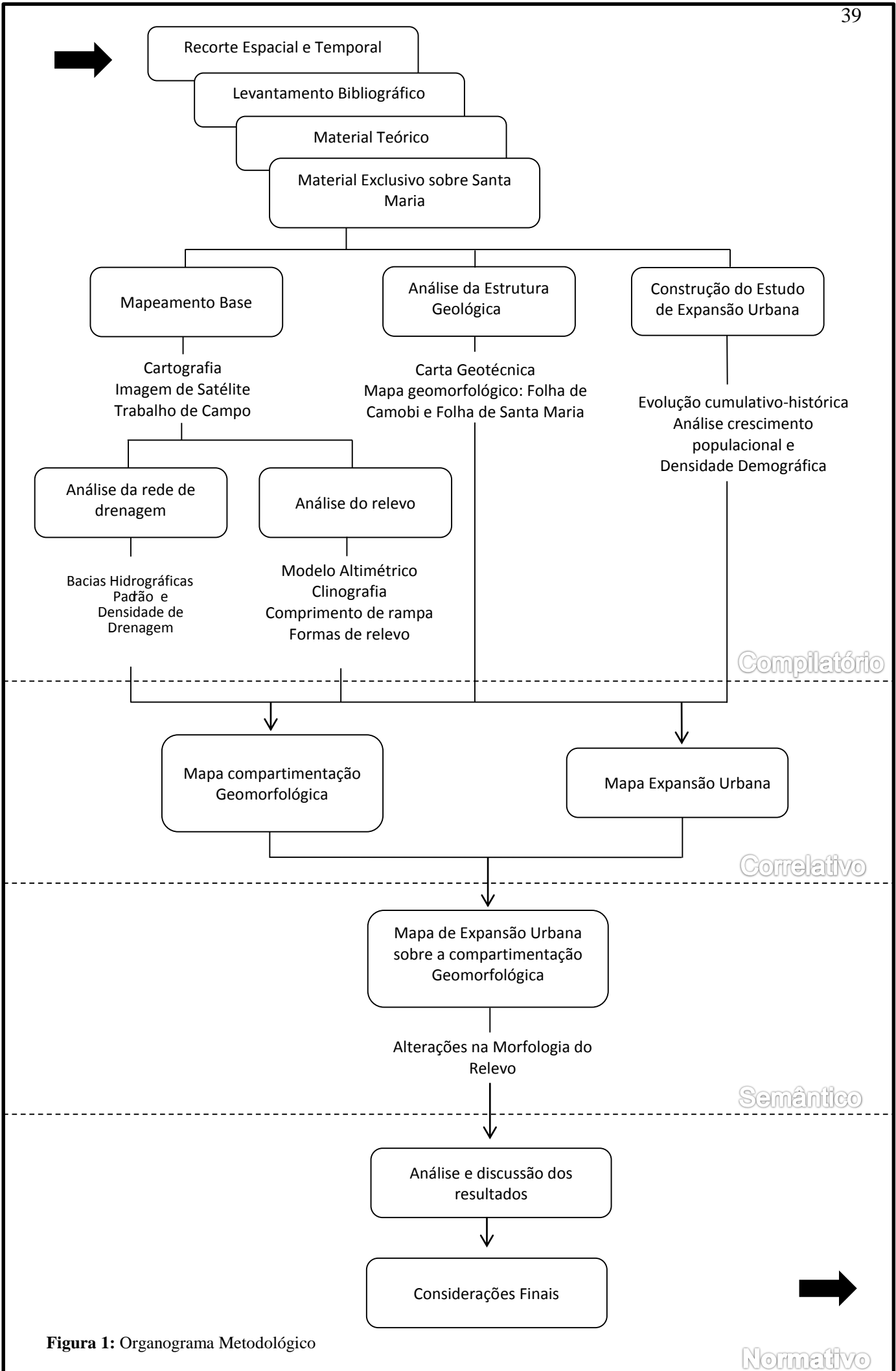


Figura 1: Organograma Metodológico

Compilatório

Correlativo

Semântico

Normativo

3.1 Nível Compilatório

A primeira etapa do nível compilatório consistiu no levantamento bibliográfico e na seleção do material teórico-metodológico, bem como na aquisição do material específico que possibilitou a delimitação do recorte espacial e temporal da área a ser estudada. A seleção desses materiais associada às técnicas de mapeamento temático permitiu a integração das informações coletadas através da representação cartográfica de síntese em ambiente computacional utilizando técnicas de Geoprocessamento - ArcGis 10.

O recorte espacial limita-se ao espaço urbano, compreendido no Perímetro Urbano ou distrito sede do município de Santa Maria, que integra a área urbanizada e as áreas de expansão urbana. O Perímetro Urbano está delimitado pela Lei Complementar n.º 034 de 29 de dezembro de 2005, Lei integrante do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental – PDDUA de Santa Maria.

O levantamento bibliográfico e cartográfico prévio sobre a área de estudo, a interpretação de imagem de satélite e a realização de trabalho de campo possibilitaram a análise e a integração dos elementos e fatos geográficos, servindo de material de apoio na elaboração do mapa das unidades de relevo geomorfológico, drenagem, ocupação urbana entre outros.

Citam-se os documentos cartográficos selecionados e utilizados como base para pesquisa: cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro em escala 1:25.000 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 QUICKBIRD, com resolução espacial de 60 cm, ano 2009 (Prefeitura Municipal de Santa Maria – Escritório Cidade); mapas geológicos da Folha de Camobi e de Santa Maria na escala 1:50.000; e Carta de Unidades Geotécnica de Santa Maria – 1:25.000.

A base cartográfica, assim como o limite urbano, foram estabelecidos a partir de uma base georreferenciada formada pelas cartas topográficas em escala 1:25.000 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. Da base cartográfica foram extraídas as altimetrias através da vetorização das curvas de nível e dos pontos cotados. A rede de drenagem e a malha viária foram atualizadas a partir de imagens de satélite.

A análise da rede de drenagem necessariamente passou pela identificação e delimitação das bacias hidrográficas inseridas no Perímetro Urbano para facilitar a análise dos parâmetros morfométricos (densidade de drenagem, padrão de drenagem, hierarquia e

magnitude fluvial). Desta maneira, para a hierarquização dos canais da rede de drenagem, ou seja, para numerar os cursos em ordem crescente, adotou-se a classificação proposta por Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980).

De acordo com Horton (1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1974), a densidade de drenagem é a relação entre o comprimento total dos canais de escoamento e a área total da bacia, definida pela expressão $Dd=Lt/A$, em que Dd é a densidade de drenagem; Lt o comprimento total dos canais e A , área total da bacia.

A magnitude incide sobre o número de nascentes ou canais de primeira ordem existentes na bacia e foram definidos de acordo com a proposta de Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1974) e Scheidegger (1970 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1974). O padrão de drenagem, definido pelo comportamento da linha geral do escoamento em relação à inclinação das camadas geológicas, foi classificado conforme proposta de Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1974).

De acordo com Guerra (2005), o relevo é caracterizado por formas salientes e formas deprimidas, através das linhas de cristas e talwegues. Desta maneira, para análise do relevo os mapas de declividade, hipsométrico e modelo de elevação do terreno (MDE) surgem como ferramentas importantes, uma vez que constitui uma forma de representação gráfica na distribuição espacial dos diferentes graus de inclinação, altimetrias e modelado do terreno. A associação desses mapas permite a visualização das formas de relevo e das relações entre os diferentes graus de declividade e sua posição na vertente, podendo-se identificar ainda o padrão de áreas com maior suscetibilidade a erosão.

Para definição das unidades de relevo foram utilizados parâmetros relacionados a hipsometria, declividade, comprimento de rampa, amplitude e interpretação das formas de relevo. As classes altimétricas foram determinadas com base nas linhas de rupturas de relevo, resultando em quatro classes distintas:

- ➔ < 100 m: áreas planas conectadas aos principais cursos d'água;
- ➔ 100 – 150 m: classe situada entre as áreas planas conectadas aos canais e o limite inferior do Rebordo do Planalto;
- ➔ 150 – 200 m: áreas onde o relevo não se apresenta muito íngreme, limite inferior do Rebordo;
- ➔ > 200 m: o Rebordo propriamente dito.

A representação espacial das altimetrias foi estabelecida a partir das classes altimétricas e a geração do modelo digital de elevação do terreno (MDE), gerado a partir das curvas de nível e pontos cotados e consiste, de acordo com Florenzano (2008), em um plano

de informação que descreve a altitude de determinada área visando a uma descrição matemática do relevo, definida como Modelo Digital do Terreno (MDT).

Pessôa (2009) destaca que, de maneira geral, um MDT é empregado na representação de grandezas que variam continuamente no espaço (dados de elevação, quantidade de minerais no solo, dados pluviométricos de uma região), sendo comum a utilização de termos análogos ao MDT como o termo Modelo Numérico do Terreno (MNT) ou ainda, quando o MDT representa dados de elevação, é comum o uso do termo Modelo Digital do Terreno (MDE). Assim, de acordo com o mesmo autor, entende-se MDT como a representação matemática de uma dada superfície através de coordenadas X, Y e Z, onde X e Y localizam espacialmente o fenômeno e Z quantifica a grandeza trabalhada, existindo dois tipos de dados de representação de um MDT:

Malha Regular, apresentada em formato matricial contendo colunas (X), linhas (Y) e um número digital (Z) correspondente à grandeza modelada para cada Célula (interseção de linha e coluna). Malha Triangular, apresentada em formato vetorial contendo pontos, com valores (Z) da grandeza modelada interligados por linhas que formam triângulos. Nela, cada região possui coordenadas X, Y para a localização espacial. Vale ressaltar que comumente refere-se à malha Triangular através do anglicismo TIN (*Triangular Irregular Network*).

O mapa clinográfico consiste em representar a inclinação do relevo, tratando-se de uma representação cartográfica de importância significativa ao gerenciamento do uso do solo urbano. A partir das informações altimétricas gerou-se a grade triangular (TIN) para obtenção do mapa clinográfico e suas declividades. Para o fatiamento da grade e definição das classes de declividade foram adotadas a classificação estabelecida pelo Instituto de Pesquisa e Tecnologia (1991 *apud* MOREIRA; PIRES NETO, 1998), a Lei de Parcelamento do Uso do Solo Urbano (Lei 6766/79) e a interpretação da atuação dos processos predominantes:

- ➔ 2% - áreas muito planas, as quais podem formar áreas de inundação quando junto às drenagens;
- ➔ 5% - áreas planas associadas a processos deposicionais, caracterizando o limite máximo de inclinação para atuação significativa dos processos erosivos;
- ➔ 15% - áreas susceptíveis aos movimentos de massa e limite máximo para agricultura mecanizada (IPT, 1991);
- ➔ 30% - limite máximo para urbanização sem restrições (Lei 6.766/79).

O parâmetro comprimento de rampa, individualizado pela medição das vertentes, é significativo para definição das unidades de relevo. Na área estudada foram medidas 241

rampas e distinguidas em cinco classes. Deste modo, os parâmetros morfométricos (altimetria e clinografia) e comprimento de rampa comportaram a classificação das formas (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação das formas de relevo

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

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

Ainda na fase compilatória realizou-se a construção do estudo sobre desenvolvimento urbano da área estudada, embasado em evolução acumulativa histórica, análise populacional, análise da densidade demográfica e densidade urbana.

3.2 Nível Correlativo

Essa etapa constitui uma continuidade da fase anterior, ou seja, a etapa correlativa constitui o *input* da fase compilatória, e as informações e produtos cartográficos gerados na fase compilatória estabelecerão a continuidade da pesquisa resultando na elaboração do mapa de evolução urbana e no mapa geomorfológico e suas derivações, como os mapas de acumulação e dissecação do relevo.

Para periodização da temporalidade e construção do estudo sobre a evolução urbana de Santa Maria buscou-se delinear o processo de instauração e desenvolvimento do primeiro núcleo urbano, abordando primeiramente a conjuntura histórica que culminou com o surgimento da cidade, criada a partir de acampamentos de uma comissão demarcadora de limites entre terras de domínio espanhol e português que passavam pela região em 1797.

Salienta-se que o objetivo, ao estudar o processo de evolução urbana, não é realizar uma intensa revisão histórica dessa evolução, mas sim resgatar aspectos históricos da ocupação e destacar os principais acontecimentos que ocasionaram modificações significativas em sua configuração espacial, identificando as mudanças no sistema físico decorrentes da ação antrópica e suas relações com o processo de urbanização. Deste modo, adotaram-se cinco períodos: 1801 a 1885; 1885 a 1914; 1914 a 1946; 1946 a 1979 e 1979 até os dias atuais, os quais foram distinguidos com base em trabalhos preexistentes sobre a

temática e registraram modificações expressivas sucedidas sobre as formas de relevo em decorrência da urbanização.

Para interpretação, análise dos fatos geomorfológicos e composição da síntese, representada graficamente através do produto cartográfico, adotou-se a proposta metodológica sistematizada por Ross (1992), que define categorias de ordem taxonômica na compartimentação do relevo tendo como referência as bases conceituais de morfoestrutura e morfoesculturas, as quais se revelam em qualquer tamanho de forma mesmo que estas apresentem categorias de tamanho, idade, gênese e formas distintas. E, por essa razão, essa proposta apresenta uma análise dinâmica do relevo que pode proporcionar análise de síntese da superfície terrestre, análise essa definida, pelos aspectos relativos a morfografia, morfometria, morfocronologia e morfogênese.

Neste sentido, a classificação taxonômica objetiva espacializar as formas de relevo por meio da expressão cartográfica a partir dos conceitos de morfoestrutura em unidades maiores e de morfoescultura para unidades menores, formas e tipos constituintes de cada morfoescultura (Figura 2).

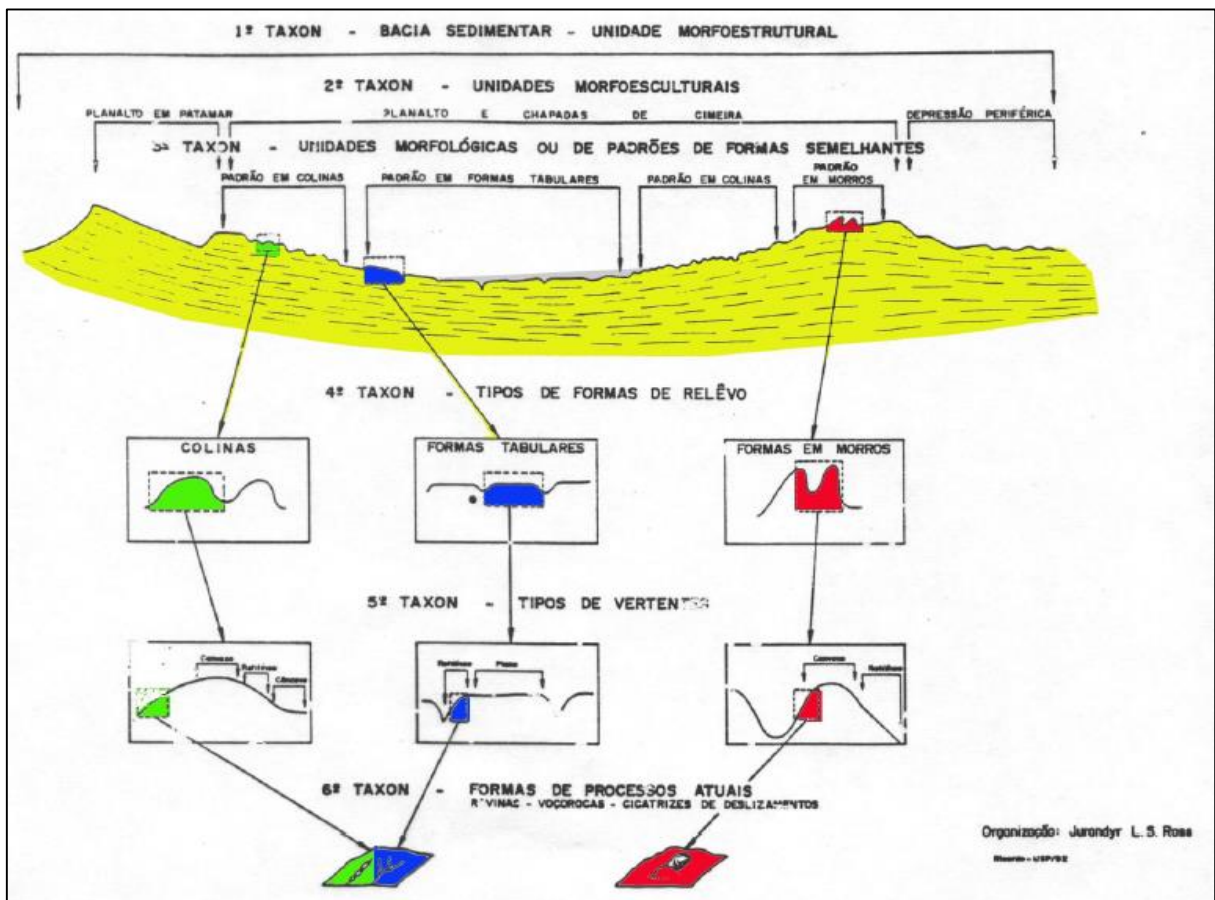


Figura 2: Diagrama dos níveis taxonômicos de relevo

Fonte: Ross (1992, p. 22)

Desta maneira, a compartimentação geomorfológica da área de estudos definiu-se pela interpretação das seguintes unidades:

- ➔ 1º táxon: Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná (1º táxon), que padroniza as grandes formas de relevo;
- ➔ 2º táxon: Unidades Planalto e Unidade Depressão Periférica, que correspondem às unidades do relevo pertencentes à morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, geradas sob influência da ação climática ao longo do tempo geológico na morfoestrutura;
- ➔ 3º táxon: Unidades de Morros e Morrotes isolados pertencentes à Unidade Morfoescultural do Planalto; Unidade de Colinas e Unidade de Planícies e Terraços Fluviais, pertencentes à Unidade Morfoescultural da Depressão Periférica. São as unidades que correspondem às morfologias de dimensões inferiores ou de Padrões de Formas Semelhantes do relevo, sendo que os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados. São identificadas pelo índice de dissecação do relevo, formato dos topos e vertentes e vales de cada padrão existente nas unidades morfoesculturais. Essas unidades se apresentam de duas formas, segundo sua natureza genética: formas denudacionais (erosão) e formas agradacionais (acumulação).
- ➔ 4º táxon: representado por sete unidades individualizadas dentro de cada unidade identificada no 3º táxon:
 - Unidade de Morros e Morrotes Isolados: Padrão em Forma de Morros da Serra Geral, Padrão em Forma de Morrotes Isolados da Serra Geral;
 - Unidade de Colinas: Padrão em Forma de Colinas de arenito e lamito, Padrão em Forma de Colinas de arenito e Padrão em Forma de Colinas de lamito e arenito;
 - Unidade de Planícies e Terraços: Padrão em Forma de Planícies Fluviais – Planícies Aluvias e Padrão em Forma de Planícies Fluviais – Terraços Fluviais.
- ➔ O 5º e 6º táxons: correspondem respectivamente: às vertentes ou setores das vertentes de gênese distintas, pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo; e às pequenas formas de relevo produzidas por processos erosivos atuais ou por depósitos atuais. Exemplos: voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual e formas antropogênicas como assoreamento, terracetes de pisoteio, cortes, aterros e desmonte de morros. Estas feições resultam de processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pela ação antrópica. Não foram mapeadas devido à escala de análise adotada para esta pesquisa.

3.3 Níveis: Semântico e Normativo:

Essas duas últimas etapas constituem, respectivamente, a associação do mapa geomorfológico ao mapa de evolução e ocupação urbana, a fim de dimensionar as alterações sobre as formas de relevo; e a finalização do trabalho a partir de análise e discussão dos resultados, deixando sugestões e considerações que possam de maneira efetiva, contribuir com as futuras ações estratégicas de planejamento e gestão urbana de Santa Maria.

4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

4.1 Geologia

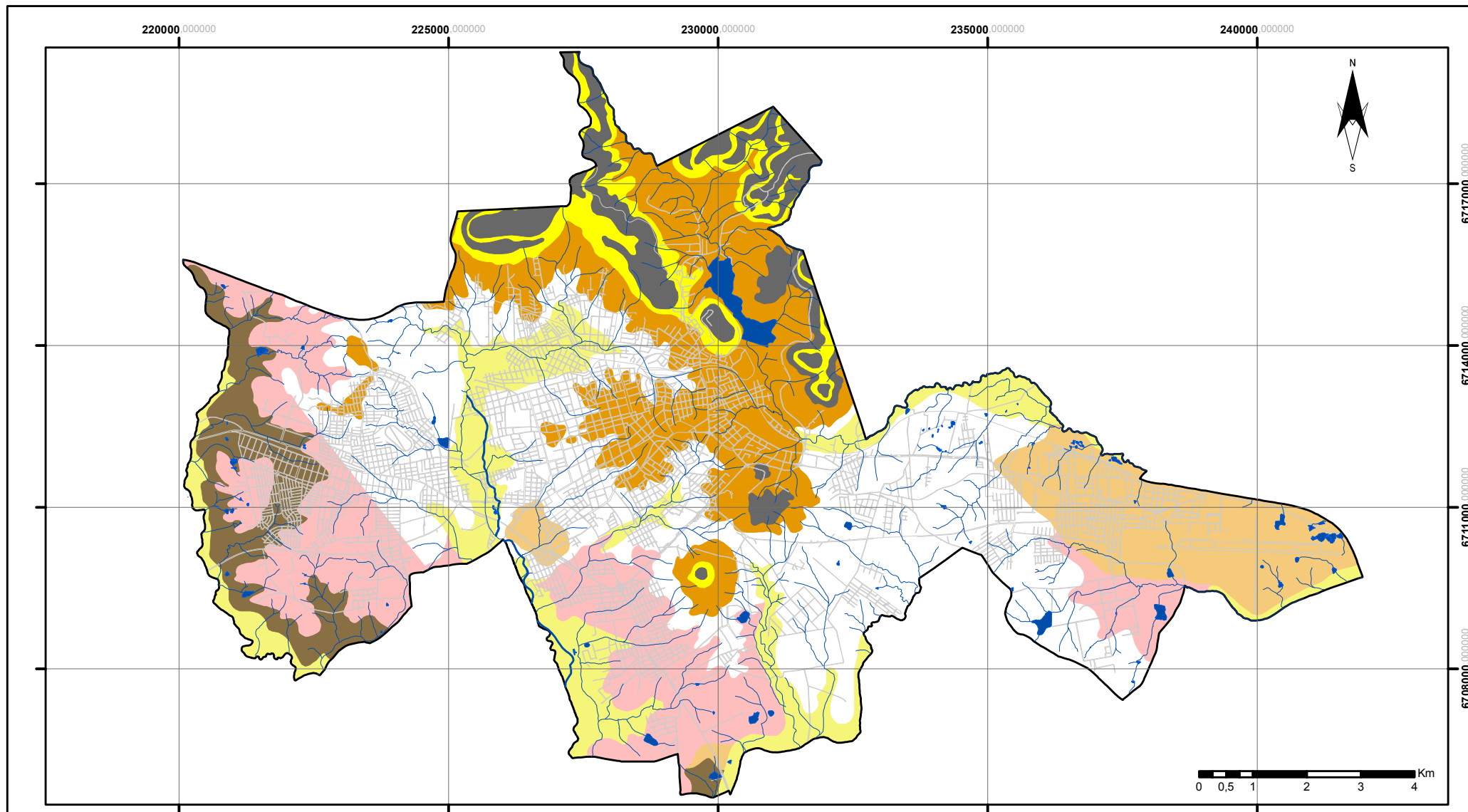
4.1.1 Unidades Litoestratigráficas do Perímetro Urbano

De acordo com estudos realizados por Maciel Filho (1990), Santa Maria assenta-se sobre sete Unidades Geotécnicas: Riólito Serra Geral, Basaltos e Diabásio Serra Geral, Arenito Botucatu, Formação Caturrita, Formação Santa Maria – exceto arenito basal, Arenito Basal Santa Maria e Formação Rosário do Sul. As formações superficiais (solos residuais transportados que recobrem as unidades anteriores) o autor classifica em: Depósitos Coluvionares, Depósitos Fluviais de Várzea e Depósitos Fluviais de Terraço.









Em função da carga de informações apresentada por Maciel Filho (1990), para melhor entendimento as características das distintas unidades geotécnicas estão reunidas no material anexado no final do trabalho (Anexo A), dispondo de informações referentes ao substrato rochoso, solos, comportamento hidrológico, propriedades geotécnicas e qualificação dos depósitos.

Dal’Asta (2009), ao elaborar o mapa geológico do Perímetro Urbano de Santa Maria, baseando-se em estudos de Gasparetto *et al* (1988) e Maciel Filho (1990), identifica diferentes tipos de litologias pertencentes às formações: Rosário do Sul, Formação Santa Maria – Membro Alemoa e Membro Passo das Tropas; Formação Caturrita; Formação Botucatu; Formação Serra Geral; Terraços Fluviais e Depósitos Recentes (Mapa 2).






As Formações Rosário do Sul, Santa Maria e Caturrita são as mais antigas litologias encontrada no município, caracterizadas como um pacote de rochas sedimentares do período Triássico que comporta o substrato rochoso da Depressão Periférica (Quadro 2). Maciel Filho (1990) destaca que esse pacote litológico, em especial a Formação Santa Maria, apresenta sedimentos ricos em fósseis, revelando troncos vegetais diretamente em contato com arenito e camadas de siltito-argiloso e fósseis de animais.



Legenda

- | | |
|---|--|
|  Formação Rosário do Sul |  Formação Serra Geral |
|  FSM - Membro Passo das Tropas |  Terraços fluviais |
|  FSM - Membro Alemoa |  Depósitos recentes |
|  Formação Caturrita | |
|  Formação Bocucatu | |

Convenções Cartográficas

- | | |
|---|--|
|  Barragens | |
|  Rede Drenagem | |
|  Canal Original do Arroio Cadena | |
|  Perímetro Urbano | |
|  Malha Urbana | |

Mapa 2: Litologia do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000; Carta Geotécnica 1:25.000
 Fonte: Gaspareto et al (1988); Maciel Filho (1988; 1990); Dal'Asta (2009)
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura
 Edição Gráfica: Tania Cristina Gomes

Conforme Gasparetto *et al* (1988), estas formações constituem baixa resistência aos processos erosivos e, juntas, correspondem a cerca de 70% da área estudada. Desta maneira, o substrato rochoso do Perímetro Urbano de Santa Maria é formado, predominantemente, por rochas sedimentares e, em menor proporção, rochas vulcânicas, além dos depósitos associados aos canais fluviais (DAL'ASTA, 2009).

4.1.1.1 Formação Rosário do Sul

Constituída por rochas sedimentares de origem fluvial, composta de arenitos muito finos ou siltito de cor rosada homogênea, com estratigrafia cruzada acanelada ou paralela apresentando fraturas. O material de solo intemperizado (solo saprolítico) pode ser facilmente escavado, não suportando ação prolongada da água da chuva que provoca sulcos de erosão. A permeabilidade nessa formação é moderada a baixa, com aquíferos de baixa produção, e a infiltração na área de exposição se processa através do solo residual raso, portanto em áreas de topografia baixa, sendo que o nível freático está muito próximo à superfície (MACIEL FILHO, 1990). Essa formação aflora na porção oeste e no extremo sul da área de estudo, ocupando uma área de 757,16 ha (6% do Perímetro Urbano).

4.1.1.2 A Formação Santa Maria (FSM) – Membro Alemoa e Membro Passo das Tropas

Esta formação abrange cerca de 48% (6.230 ha) da área estudada, podendo ser individualizada em duas fácies, representadas pelos Membros: Alemoa (superior) e Membro Passo das Tropas (inferior).

➔ Membro Passo das Tropas: também denominado por Maciel Filho (1990) “Arenito Basal Santa Maria”, é menos representativo que a fácies Alemoa, abrangendo 2.099 ha (16%) da área estudada, aflorando nas porções oeste, sul e leste, sendo que a oeste ocorre associado aos sedimentos da Formação Rosário do Sul. É constituído por arenito grosseiro, feldspático poroso de cor rosada e de origem fluvial. Em alguns lugares conglomerático, com grânulos de quartzo e bolas de argila. Bem estratificado, normalmente apresenta-se como material de fácil escavação, com pouca resistência a erosão, formando caneluras nos barrancos e ravinas em beira de estradas; esse fenômeno ocorre quando a capa protetora do solo superficial foi extraída.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA						
Era	Período	Época/ Idade	Formação	Litologias	Área (ha)	
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	RECEN- TE	Sedimentos atuais (ALUVIÕES)	Cascalhos, areias, siltes e argilas.	1643,63 (12%)	
		PLEIS- TO- CENO	TERRAÇOS FLUVIAIS	Discordância 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 granoríficos 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 intercalação de arenito eólico.		
	CRETÁ- CEO/ JURÁS- SICO		BOTUCATU	Interdigitado Arenitos médios a finos, de cor rosa, com grande estratificação cruzada cuneiforme de grande porte de ambiente eólico.	558,19 (4%)	
	JURÁS- SICO/ TRIÁS- SICO		CATURRITA	Discordância Arenitos médios a finos róseos, com estratificação cruzada acanalada e planar, intercalados com siltitos vermelhos, de ambiente fluvial. Troncos vegetais fósseis silificados.	2059,19 (16%)	
	TRIÁSSICO	SUPERIOR	SANTA MARIA	MEMBRO ALEMOA	Discordância 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 feldpáticos grosseiros, com estratificação cruzada acanalada na base, seguidos de siltitos arenosos roxo- avermelhados de ambiente fluvial, além de arenitos finos e siltitos laminados, de rosa a lilás, de ambiente flúvio-lacustre. Impressões de restos de flora Dicroidium.	2099,31 (16%)
ROSÁRIO DO SUL			Arenitos finos micáceos, bem consolidados, de cor rosa a vermelha na base, passando a amarelo – acinzentada 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: GASPARETO *et al*, 1988, organizada por DAL'ASTA (2009)

Possui aquífero livre e confinado. O nível freático do aquífero livre ocorre em uma zona aerada entre o nível do aquífero e a camada impermeável superior e, à medida que se aprofunda, torna-se confinado. Para Santa Maria esse aquífero é o mais importante por ser o mais explorado. Os poços profundos instalados sobre as Formações Santa Maria ou Caturrita junto à zona mais urbanizada captam água nessa camada. Pela modalidade de recarga, pela pouca descarga natural e pelas direções do fluxo, a área de exposição dessa camada é muito vulnerável a contaminação, exigindo as maiores atenções (MACIEL FILHO, 1990).

➔ Membro Alemoa: também denominado por Maciel Filho (1990) de Formação Santa Maria – Exceto Arenito Basal – é bastante representativa na área estudada, pois representa 32% (4.132ha), ocorrendo de leste a oeste em faixa contínua, cujo processo de urbanização é significativo. Segue uma sequência de siltitos argilosos e arenitos argilosos, estratificados, de cores em geral tendendo para o vermelho.

Os minerais argílicos são quase que exclusivamente esmectitas e, portanto, expansivos, porém essa expansividade é limitada pela presença de óxido de Fe. Desta maneira, o processo de intemperização é considerado inicialmente físico por apresentar fissuras após o processo de inchamento e retenção das argilas em função da variação de umidade. As fissuras são colunares e horizontais e se multiplicam à medida que se aproximam da superfície e conduzem à desagregação do material nos horizontes superficiais.

O material que constitui esta formação é quase impermeável. A parte superior funciona como capa impermeável enquanto os siltitos e arenitos argilosos da base são semipermeáveis. Após as chuvas pode haver alguma acumulação de água nas fissuras próximas ao solo, o que não significa que seja o nível freático da formação, pois não é aquífero. Assim, devido a impermeabilização, a água fica retida no solo superficial mantendo-o geralmente muito úmido, ocasionando escoamento em subsuperfície.

A importância desta camada se dá por funcionar como selo isolante entre o que está acima e abaixo dela, deixando-a pouco vulnerável a contaminação, portanto recomendável para depósito de lixo, detrito de poluentes e construção de aterros sanitários. Porém, os taludes desses aterros exigem proteção vegetal para evitar erosão e desagregação superficial. Já as obras de saneamento do tipo sumidouro, são consideradas inapta por impedir a infiltração dos efluentes (MACIEL FILHO, 1990).

O mesmo autor reforça a importância dos aspectos relacionados a capacidade de carga e expansividade, que associados determinam limitações para construção civil, pois esses dois aspectos combinados exigem que os solos tenham fundações mais profundas, e em consequência da expansividade podem ocorrer rachaduras nas paredes. Destaca-se também a

baixa resistência a erosão. Entre as unidades, consiste a que apresenta maior número de feições associadas a ravinas e voçorocas.

4.1.1.3 Formação Caturrita

Esta formação abrange cerca de 2.059 ha (16%), ocorrendo ao centro e aflorando duas porções descontínuas a oeste do Perímetro Urbano. Topograficamente exhibe colinas não muito suaves, com inclinações maiores que as representadas pelas Formações Rosário do Sul e Santa Maria. Em algumas porções junto ao Rebordo os arenitos fluviais dessa formação se incorporam às vertentes íngremes que, além de formarem degraus, são responsáveis por áreas de topografia mais suaves que decaem em direção às áreas mais baixas (DAL'ASTA, 2009).

Constituída por camadas de arenitos finos a médios, de cores rosa a cinza-claro, de composição essencialmente quartzosa e matriz argilosa, contém em algumas partes abundante teor de feldspato, sendo intercalada frequentemente por camadas ou lentes de siltitos de espessura menor e de cor avermelhada. Possui facilidade de infiltração permitindo a intemperização avançada, manifestada pela descoloração da litologia, devido à remoção parcial do ferro que forma o cimento do arenito, surgindo pontuações brancas e desagregação dos grãos de arenito. Esta alteração origina fendas hexagonais, pequenas placas e pastilhas, semelhante ao que ocorre na Formação Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990).

Maciel Filho (1990) afirma que a resistência do solo à erosão é normalmente baixa. A resistência do solo saprolítico é menor ainda, de tal forma que, quando o solo superficial é retirado, a erosão progride rapidamente formando sulcos no terreno. O substrato rochoso deve ser classificado como rocha branda ou solo sobreconsolidado, podendo as argilas ser consideradas como duras fissuradas que, imersas em água após secagem, desagregam-se totalmente. Os taludes abertos no solo, no solo saprolítico ou no substrato rochoso são estáveis a escorregamentos. Como aterros, as camadas arenosas possuem boas condições se tiverem pouca argila expansiva.

Devido à composição litológica da Formação Caturrita, camadas semipermeáveis e impermeáveis, esta Formação apresenta aquíferos complexos. Pois, os aquíferos, ocorrem associados à fácies arenosas, especialmente no arenito basal de composição grosseira e permeável, alternadas por camadas semipermeáveis e impermeáveis de forma que grande parte dos arenitos possui muito silte e argila expansiva, o que faz diminuir a permeabilidade. A alimentação dos aquíferos se processa na área de exposição da formação, por infiltração através do solo residual ou através do solo coluvionar, ou ainda por recarga indireta pró-

drenância descendente a partir do arenito Botucatu ou do basalto (MACIEL FILHO, 1990). Salienta-se que os aquíferos dessa formação podem formar-se de maneira diferenciada, pois, em locais onde predomina a fácies siltico-argilosa, geralmente na parte superior formam-se aquíferos suspensos em arenitos com permeabilidade moderada a baixa, os quais são responsáveis por surgências nas encostas.

Devido à litologia de origem fluvial, a Formação Caturrita caracteriza-se como uma unidade de transição entre o ambiente úmido lacustre que originou a Formação Santa Maria e o ambiente árido e desértico que resultou na Formação Botucatu. Fato que “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), razão pela qual alguns autores como Bortoluzzi (1974) definiram a Formação Caturrita como membro da Formação Botucatu, sendo esta elevada à categoria Formação por Medeiros em 1980.

4.1.1.4 Formação Botucatu

De idade jurássica, essa formação situa-se abaixo dos derrames basálticos do Jurássico-Cretáceo e acima da Formação Rosário do Sul, a qual tem idade triássica média a superior. Seus depósitos eólicos são recobertos e intercalam-se com os derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, evidenciados pelos arenitos intertrapes existentes em diferentes localidades. Desta maneira, atesta-se uma sequência temporal entre a sedimentação Botucatu e o vulcanismo Serra Geral, distinguida pelo decréscimo da sedimentação eólica e o acréscimo do volume de rochas vulcânicas (SCHERER, FACCINI, LAVINA, 2000).

A estratificação cruzada de grande porte representa grandes dunas homogêneas, típicas de ambiente eólico, sendo que sua composição litológica está formada por arenitos selecionados essencialmente quartzosos, contendo feldspatos cimentados por sílica ou óxido de ferro (MACIEL FILHO, 1990). A ocorrência dessa formação na área de estudos apresenta-se numa faixa estreita contornando a porção média a basal do Rebordo do Planalto, representando cerca de 4% do Perímetro Urbano.

Embora esta formação represente um percentual relativamente pequeno da área de estudos, deve receber atenção especial em função de algumas características específicas como a ocorrência de quedas de blocos de arenito em taludes altos e quase verticalizados. Possui permeabilidade alta, assim como seus solos residuais. A alimentação do aquífero se processa por infiltração através do solo na área de exposição dessa unidade ou por recarga indireta

através de drenância descendente, a partir dos derrames de basalto. Desta maneira, a vulnerabilidade desses aquíferos suspensos alimentadores das fontes da Serra Geral é elevada, pela facilidade de infiltração e pelo pequeno e rápido caminho que a água deve percorrer (MACIEL FILHO, 1990).

4.1.1.5 Formação Serra Geral

Esta formação abrange uma área de 635 ha (5%) no Perímetro Urbano, situando-se na porção norte da cidade onde o processo de urbanização não é intenso devido à topografia íngreme de seus terrenos. Para Suertegaray e Fujimoto (2004), esta formação originou-se a partir da separação dos continentes América do Sul e África ocasionando a abertura do Oceano Atlântico. As enormes falhas segmentadas que ocorreram no Gondwana permitiram o extravasamento de um enorme volume de lava formando sucessivas camadas de rochas vulcânicas, favorecendo a formação do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul onde essas mesmas lavas recobriram, na transição do Triássico-Jurássico, o grande deserto Botucatu, originando a chamada Formação Serra Geral.

Desta maneira, a gênese da Formação Serra Geral pode ser simplificada em uma série descontínua de derrames de lavas intervalados por sedimentos eólicos dos períodos de recesso de atividade vulcânica (MEDEIROS, 1980). Essa Formação possui uma espessura de no máximo 700 m, já a formação Botucatu não ultrapassa os 100 m e praticamente desaparece nas regiões centrais do Estado (SCHERER, FACCINI, LAVINA, 2000).

A estratigrafia dos derrames, observadas ao norte da área estudada, revela uma sequência inferior básica – basaltos-andesitos tholeiíticos – e outra superior ácida – vitrófiros, riólitos-riodácitos granofíricos. A sequência inferior, representada por três derrames de lava, fica a uma altitude de 200 e 250 m, estando ora em contato com o arenito eólico da Formação Botucatu, ora sobre o arenito Fluvial da Formação Caturrita.

A espessura dos derrames é variável, entre 30 e 50 m, revelando intercalações de arenito interderrame (*intertrap*) originado por transporte e disposição eólica e registrando caráter intermitente com certo intervalo de tempo entre um derrame e outro. A sequência superior, com sua base situada entre 280 e 380 m de altitude, é formada por dois derrames. O quarto derrame é composto de vitrófiro ácido (rico em sílica), em preto original, com estrutura fluidal, pequena espessura e reduzida distribuição horizontal, representando volume menor de lava e solidificado rapidamente na superfície. O quinto e último derrame (composto de riólito-riodácitos e textura granofírica de cor cinza-claro) apresenta maior espessura e extensa

distribuição horizontal na área mais meridional do Planalto da Serra Geral (SARTORI e GOMES, 1980).

De acordo com os mesmos autores, os derrames da sequência superior são mais espessos a leste e a sul da cidade, transgredindo sobre os inferiores, pois enquanto o Cerrito é capeado pelo segundo derrame de basalto em contato com a Formação Botucatu, na altitude de 257 m, o Cerro Mariano da Rocha, mais ao sul, é recoberto pelo quinto derrame de riólito que se assenta diretamente sobre o arenito Botucatu, na altitude de 225 m.

A Formação Serra Geral apresenta intensa fissuração, vertical (diáclases verticais) no meio do derrame e horizontal na base e no topo. Essa estrutura condiciona o comportamento das rochas vulcânicas frente aos processos superficiais. Pelas estruturas fraturadas, a permeabilidade dessa formação é definida como fissural podendo gerar instabilidade em taludes íngremes devido à pressão exercida pela infiltração da água da chuva nas fraturas; agindo sobre o maciço rochoso parcialmente intemperizado, podendo ocorrer movimento de massa do tipo queda de blocos (MACIEL FILHO, 1990).

Esta Formação revela a existência de depósitos de colúvio, os quais se originam de riólito proveniente de rochas basálticas, arenitos do Botucatu em forma de blocos ou matacões imersos ou emergentes em matéria orgânica. Os colúvios situam-se abaixo da escarpa rochosa recobrimdo a vertente daí para baixo de maneira não continua até o talvegue ou, para além da ruptura de declive, quando encontra áreas mais planas. Apresenta solos incipientes e pode ser composta quase que totalmente de areias do Botucatu. Na depressão é difícil de ser encontrada, constituindo-se de retalhamentos das formações Santa Maria e Caturrita, e é feita de solos mais profundos contendo às vezes argila cinza e escura de baixa consistência (MACIEL FILHO, 1990).

4.1.1.6 Terraços Fluviais

De idade pleistocênica (Quaternário), abrangem 1.206 ha (9%) da área estudada. Constituídos por conglomerados, arenitos médios argilosos (estratigrafia cruzada e plana) e siltitos arenosos de ambiente fluvial. Ocorrem associados aos Arroios Cadena, ao Passo das Tropas e, mais expressivamente, ao Vacacaí Mirim, a leste do Perímetro Urbano. Os terraços estão situados de 10 a 20 m acima das planícies aluviais recentes (GASPARETTO *et al*, 1988).

4.1.1.7 *Depósitos recentes, sedimentos recentes ou depósitos fluviais de várzea*

Estes depósitos correspondem ao Holoceno e abrangem uma área de 1.643 ha (12%) do Perímetro Urbano. São compostos por sedimentos arenosos (cascalhos abundantes ao norte do Perímetro) e sedimentos arenoso-argilosos de cor cinza ao sul (argilas fluviais). Possuem solos jovens e pouco desenvolvidos. Esses depósitos estão associados aos canais de drenagem e, de maneira significativa, às várzeas do Arroio Cadena e Vacacaí Mirim. As aluviões do Arroio Cadena recobrem as Formações Caturrita, Santa Maria e Rosário do Sul, e os aluviões do Vacacaí Mirim recobrem apenas as Formações Caturrita e Santa Maria. Os aquíferos são alimentados por infiltração da água da chuva e vulneráveis à poluição por serem constituídos de material inconsolidado, permeável e de baixa profundidade. Já os problemas geotécnicos estão associados a pouca profundidade do lençol freático, inundações em épocas de cheia e pouca resistência a fundações (MACIEL FILHO, 1990).

4.2 Solos Perímetro Urbano

Dalmolin e Pedron (2009) assinalam que os solos de Santa Maria apresentam uma significativa variabilidade espacial relativa à sua distribuição no campo e uma variabilidade vertical em profundidade. Ambas condicionadas por fatores climáticos, organismos biológicos, material de origem e características específicas do relevo (fatores pedogenéticos). Destaca-se, para essas variabilidades, a relação entre relevo e distribuição dos solos, definida a partir da relação solo-paisagem, pois as interações dos fatores pedogenéticos imprimem processos distintos permitindo um modelo imaginário da distribuição dos solos na paisagem (Figura 3).

Neste sentido, ressalta-se que nas áreas de transição entre a Depressão e o Planalto ocorrem feições geomorfológicas com declividades fortes chegando a relevo escarpado (Rebordo do Planalto), seguidas por coxilhas sedimentares de relevo suavemente ondulado a fortemente ondulado e várzeas de depósitos fluviais recentes com relevo plano. No Rebordo do Planalto encontram-se os Neossolos Litólicos, e Regolíticos nas áreas de relevo ondulado a escarpado. Nos topos de morros, áreas tabulares e planas, ocorrem associações de solos: Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplico, Chernossolos Argilúvicos e Argissolos Vermelhos. Sendo que no terço inferior do Rebordo, onde o relevo é ondulado a suavemente ondulado, predominam os Argissolos (DALMOLIN e PEDRON, 2009).

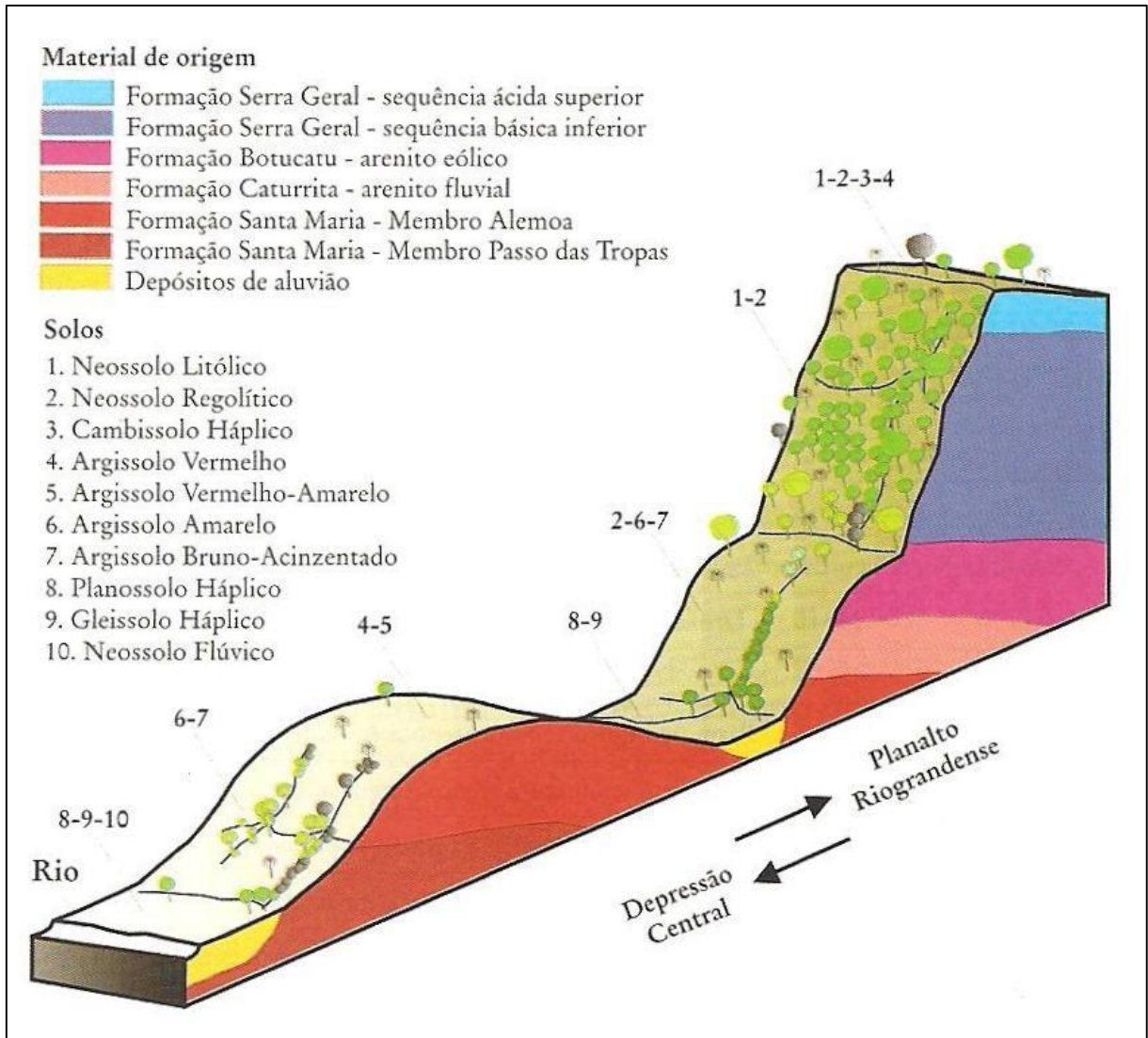


Figura 3: Relação solo-paisagem de Santa Maria – RS
Fonte: Dalmolin e Pedron (2009)

Na Depressão Central ocorrem os solos Argissolos-vermelhos e Argissolos-amarelos. Os solos do terço superior das coxilhas sedimentares são bem drenados e, no terço inferior das coxilhas, aparecem os Argissolos Amarelados, Argissolos Acinzentados e Argissolos Bruno-Acinzentados. Já os solos Planossolos Háplicos ocorrem nas várzeas fluviais, estando muitas vezes associados aos solos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (DALMOLIN e PEDRON, 2009).

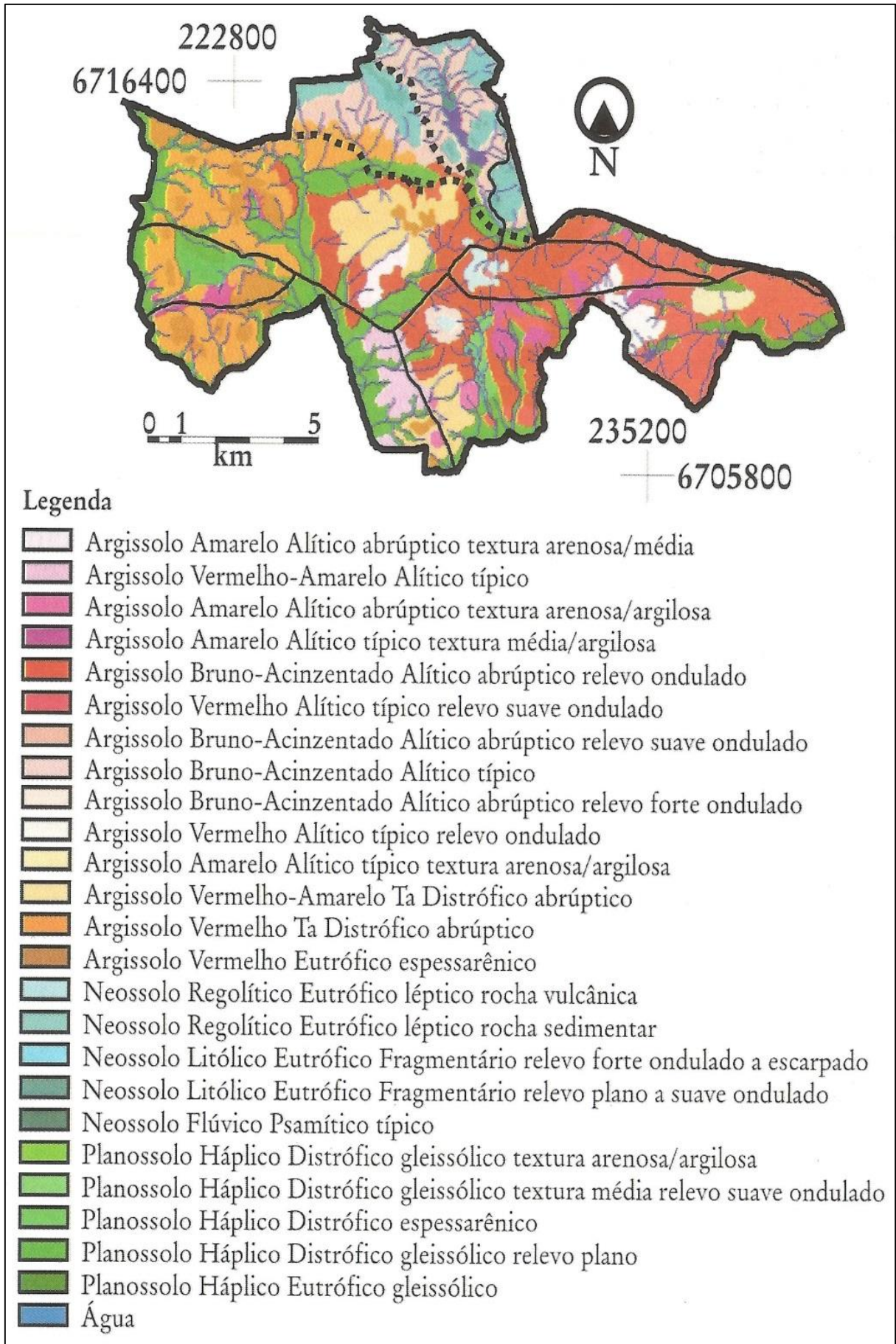
De acordo com o mapeamento de solos semidetalhado, escala 1:50.000, os Argissolos Vermelhos correspondem a 32,2% da área do Perímetro Urbano, além da ocorrência de 8,9% de Argissolos Vermelhos-Amarelos e 5,3% de solos Argissolos-Amarelos. A classe de solos Argissolos Bruno-Acinzentados ocorre em 22,4% da área. Os Planossolos perfazem cerca de

23,5% da área do Perímetro Urbano e os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, juntos, correspondem a 7,5% da área (DALMOLIN e PEDRON, 2009).

Desta maneira, no Perímetro Urbano predominam as classes de solos Argissolos, Neossolos e Planossolos (Mapa 3). As principais classes de solos derivados de rochas sedimentares são os Argissolos, que juntos compreendem a 69% da área apresentando distinta variedade ambiental, morfológica, física e química e interferindo no seu potencial de uso, pois essas classes apresentam alta suscetibilidade à degradação ambiental principalmente no que se refere à erosão hídrica das camadas superficiais. Estudos anteriores haviam indicado que essas classes de solos correspondem a áreas com maior incidência de feições erosivas do tipo voçoroca, portanto áreas que apresentam restrições referentes ao uso como descarga de resíduos, construções urbanas e agricultura (MACIEL FILHO, 1990).

Os Neossolos e Planossolos também são suscetíveis à degradação, nos quais os Neossolos apresentam-se com espessura de 20 a 40 cm sobre rocha sã ou intemperizada, ocorrendo em relevo ondulado e em escarpas. Os Planossolos Heteromórficos constituem horizonte superficial argiloso compondo as áreas de várzeas e de recarga de aquíferos, sendo os solos que mais sofrem com a pressão urbana por ocorrerem em áreas frágeis. Os solos sobre as sequências areníticas (colinas) podem variar de 1,5 m a mais de 3 m de espessura, enquanto que nas sequências lamíticas em geral os solos ficam mais rasos (1 metro) devido à baixa permeabilidade da rocha, o que dificulta a formação de solos (OLIVEIRA, 2004).

Diante do exposto, 6.491 ha (52%) da área do Perímetro Urbano possui restrições de uso do solo. Igualmente, aproximadamente 33% dos solos da área urbanizada apresentam-se em condições de uso inadequado (PEDRON, 2005). O mesmo autor ainda ressalta que a variabilidade morfogenética afeta o potencial de uso dos solos e defende a importância do mapeamento compatível com a intensidade de uso que se pretende, pois a utilização de mapas em escalas inadequadas pode levar a um planejamento sem sucesso.



Mapa 3: Mapa de solo semidetalhado do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS

4.3 Rede de Drenagem do Perímetro Urbano

A bacia de drenagem consiste em uma importante unidade de análise no entendimento da dinâmica hidrológica e geomorfológica, incidindo sobre a energia entre processos erosivos e deposicionais preponderantes, influenciando mutuamente os fatores bióticos, abióticos e antrópicos que compõem o ambiente natural da drenagem. Igualmente, deve-se considerar que a associação desses fatores pode alterar de maneira significativa a dinâmica espaço-temporal da modelagem do relevo (COELHO NETO, 2001).

A hidrografia do município de Santa Maria envolve dois importantes sistemas hídricos, destacando-se o Rio Ibicuí por se situar em um divisor de águas que separa os canais que irão configurar a Bacia Hidrográfica do Guaíba, a leste, e os rios que irão contribuir com as águas da Bacia Hidrográfica do Uruguai, a oeste (PEREIRA *et al.*, 1989).

Na escala regional o Perímetro Urbano está inserido na Região Hidrográfica do Guaíba, especialmente pela Sub-bacia do Vacacaí – Vacacaí Mirim, representada pelos afluentes das Bacias Hidrográficas de Arroio Cadena, Vacacaí Mirim, Ferrera e Passo das Tropas (Mapa 4). As bacias do Arroio Cadena e Vacacaí Mirim são as mais significativas em área, abrangendo mais de 73% da área total e drenando as porções norte, centro, leste e sul. As porções oeste e sudeste são drenadas pelos afluentes, de curso médio, da margem direita do Arroio Ferrera e da margem esquerda do Arroio Passo das Tropas, os quais também compõem os limites do Perímetro Urbano nessas porções (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros Morfométricos das Bacias Hidrográficas do Perímetro Urbano de Santa Maria

Bacias Hidrográficas	Área	Ordem	Comprimento total dos canais	Nº de canais de 1ª ordem/Magnitude	Densidade de drenagem
Arroio Cadena	48,96 km ²	5ª ordem	112,94km	95	2,30km/km ²
Arroio Vacacaí Mirim	46,48km ²	5ª ordem	133,09km	113	2,86km/km ²
Arroio Ferrera	20,04km ²	4ª ordem	63,73km	56	3,18km/km ²
Arroio Passo das Tropas	15,45km ²	4ª ordem	51,66km	45	3,34km/km ²

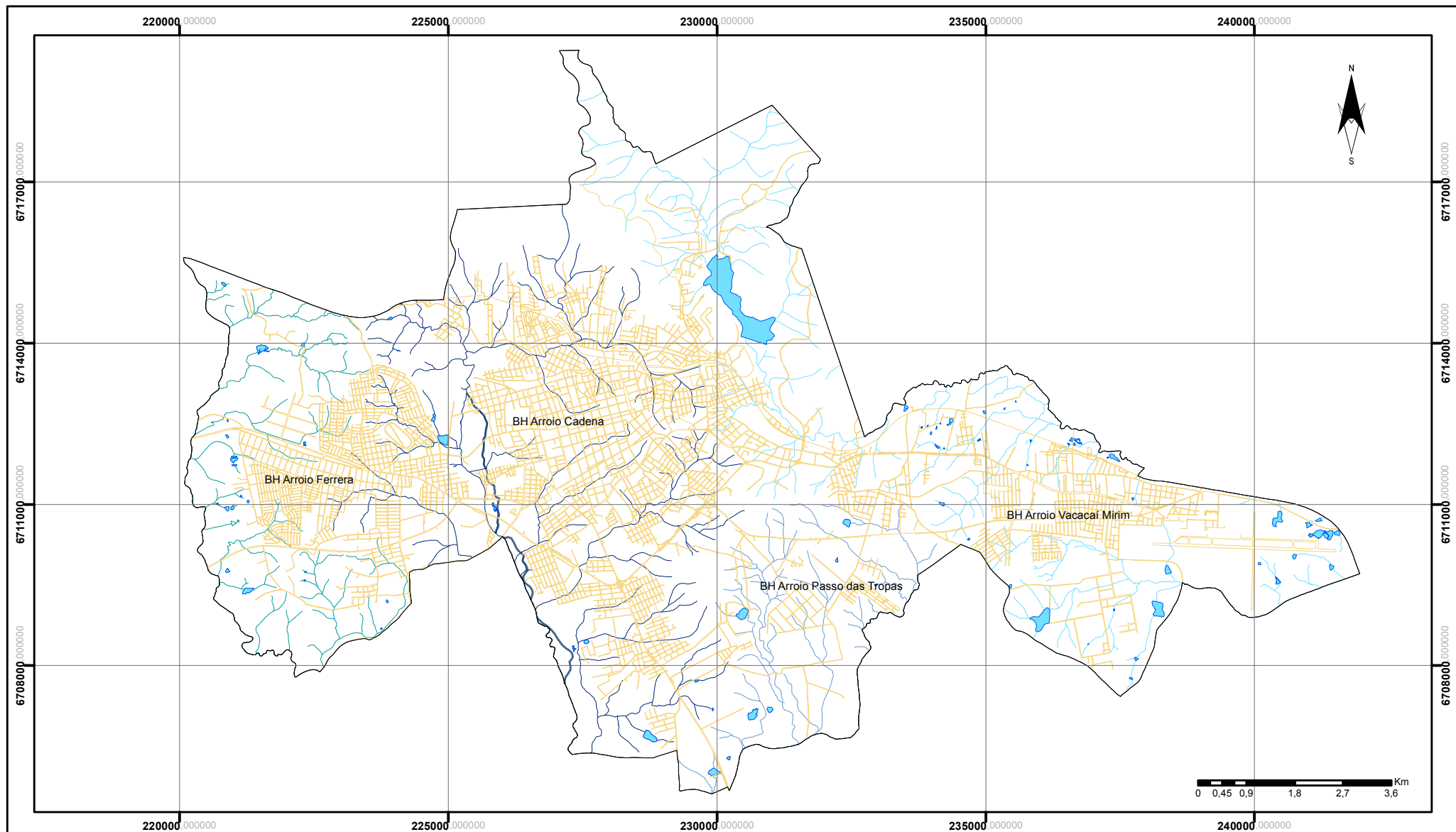
Fonte: Dal'Asta (2009)

A área estudada apresenta canais de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª ordens, os quais influenciam no entalhamento dos talwegues e na dissecação dos interflúvios. Totaliza 435 canais de escoamento, e destes, dois são de 5ª ordem, representados pelos Arroios Cadena e Vacacaí Mirim; sete são de 4ª ordem, sendo três afluentes do Arroio Cadena, dois do Vacacaí Mirim, além dos Arroios Passo das Tropas e Ferrera. Os canais de 1ª ordem somam 309 canais e constituem as cabeceiras de drenagem ou nascentes.









Destaca-se que as cabeceiras de drenagem representam pontos de convergência de fluxos de águas superficiais e subterrâneas, os quais são naturalmente caracterizados como pontos especialmente sensíveis ao desenvolvimento de processos de erosão linear ou abertura de incisões sobre as vertentes (OLIVEIRA, 2004). Neste sentido, Dal'Asta (2009) salienta que as cabeceiras de drenagem no Perímetro Urbano sofrem significativas intervenções, fato rotineiramente ignorado nos planos de uso e ocupação.

Segundo Robaina, Cassol e Medeiros (2002), sobre a densidade de drenagem (relação entre o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e sua área) a área pode ser considerada bem drenada, pois as bacias que compõem o sítio urbano apresentam índices de densidade superiores a 2,3 km/km², sendo que se atribuem índices de 0,5 km/km² para bacias mal drenadas e índice igual ou superior a 3,5 km/km² para bacias excepcionalmente bem drenadas.

De acordo com Dal'Asta (2009), em determinados setores das bacias do Arroio Vacacaí Mirim e do Arroio Cadena, sobretudo na porção norte que compreende o Rebordo do Planalto, a influência estrutural individualiza padrões retangulares de drenagem devido à presença de falhas e diáclases nas Formações Serra Geral e Botucatu. Nas demais porções da área o padrão constitutivo é dendrítico, exibindo uma drenagem encaixada no terreno sedimentar, característica típica da Depressão Periférica devido a sua condição lito-estrutural.



Convenções Cartográficas

- | | |
|---|--|
|  Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Ferrera |  Malha Urbana |
|  Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena |  Perímetro Urbano |
|  Canal Original - Arroio Cadena |  Barragens |
|  Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Passo das Tropas | |
|  Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica Arroio Vacacaí Mirim | |

Mapa 4: Rede Hidrográfica do Perímetro Urbano de Santa Maria

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000
 Fonte: Dal'Asta (2009)
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura Edição
 Gráfica: Tania Cristina Gomes

4.4 Caracterização Climática

A caracterização climática apresentada neste trabalho está embasada nos estudos de Reldwein, Buriol e Streck (2009). Tais estudos encontram-se em um artigo com informações sobre o clima de Santa Maria fundamentadas em trabalhos e documentos de diversos autores e em dados meteorológicos referentes à série histórica de 1912 a 2007, disponibilizada pela Estação Climatológica Principal do 8.º Distrito de Meteorologia (8ª DISME), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O clima mesotérmico e úmido da região de Santa Maria apoia-se na classificação de Koppen como tipo fundamental Cfa: subtropical úmido com verões quentes e sem estação de seca definida (MORENO, 1961). Os principais fatores que condicionam esse clima são latitude, altitude, continentalidade, orografia e circulação secundária da atmosfera.

De maneira geral, Santa Maria se apresenta como um dos locais mais quentes do Estado devido a continentalidade e baixa altitude, mesmo registrando geadas fracas e moderadas entre os meses de abril a setembro. As chuvas são bem distribuídas durante o ano todo, não havendo estações secas e chuvosas definidas, fator que influencia na dinâmica dos processos morfogenéticos compondo uma drenagem perene e exercendo controle na modelagem do relevo (SARTORI, 1993).

A sequência de tipos de tempo em Santa Maria é resultante da circulação atmosférica regional. A participação dos Sistemas Extratropicais (massas e frentes polares) e Intertropicais (massas tropicais e correntes perturbadas) é responsável pelo controle do tempo em 90% dos dias do ano. Igualmente, os Sistemas Polares definem as características básicas do clima, dando origem aos períodos de abaixamento da temperatura pelas massas polares e de chuva pelas frentes frias, ocasionando as chuvas frontais que são “resultantes da circulação atmosférica regional que determina os avanços periódicos das massas polares durante todo o ano e as consequentes frentes frias numa média de 4 a 5 passagens por mês” (SARTORI, 1993, p. 71).

A evapotranspiração média é menor que a média de precipitação e de evaporação, evidenciando que a deficiência hídrica ocorre pela variabilidade da precipitação no tempo, pela evapotranspiração no período mais quente do ano e pela maior demanda hídrica da atmosfera no verão. A alta umidade relativa do ar durante o ano todo, condicionando um clima úmido, e a frequente ocorrência de nevoeiros fazem de Santa Maria um dos municípios do Estado com menor disponibilidade de insolação e radiação solar, sendo que a insolação e

radiação solares nos meses de junho a agosto não ultrapassam 5,1 horas por dia e cerca de 8 horas por dia nos meses de dezembro e janeiro (RELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009).

Santa Maria tem, como ventos locais, o Sudestado ou Carpinteiro, o vento Minuano e o vento Norte ou São Martinho. O vento Norte (quente e seco) é marcante por sua elevada temperatura e velocidade, condicionando ao município características climáticas peculiares, típicas do clima regional. Salienta-se que o vento Norte em Santa Maria possui maior velocidade e temperatura (cerca de 4°C) se comparado a outras cidades do Estado devido ao fator orográfico, pois a cidade situa-se no sopé da Serra Geral que individualiza o Planalto Médio da Depressão Central. Portanto, o vento Norte ao descer a escarpa do Planalto sofre aumento na velocidade e se aquece por compressão adiabática à medida que desce os níveis inferiores, onde a pressão atmosférica é maior. Desta maneira, o vento Norte é mais quente e seco na depressão do que no topo do planalto (RELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009).

Sartori (1979) evidencia que a compartimentação geomorfológica de Santa Maria reflete-se na distribuição e no aumento da precipitação pluviométrica, visto que a escarpa da Serra Geral, ao norte, acentua o efeito orográfico. A autora destaca também a influência das edificações sobre as condições climáticas locais, sendo que a pesquisa de Saydelles (2005) ratifica tal proeminência ao observar que as edificações podem gerar mudanças na circulação do ar e originar a formação de ilhas de calor urbano, constatando que em Santa Maria pode haver uma diferença de temperatura de até 10°C entre áreas centrais e periféricas.

A temperatura média anual normal de 19,1°C pode ser considerada baixa se comparada à média anual do Brasil. O mês mais quente do ano é janeiro, com temperatura média normal de 24,7°C, diminuindo a temperatura até junho e julho quando a média diária mensal atinge 13,3°C. Após os meses de junho e julho as temperaturas aumentam até atingirem as temperaturas máximas em janeiro novamente, concluindo o ciclo.

No verão (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) a temperatura pode atingir temperaturas diárias de 39,6°C (máxima absoluta já registrada até 2006). Essa condição é influenciada pela ocorrência de vários dias de vento Norte e, acompanhada de estiagem, condiciona temperaturas diárias extremamente altas, sendo que os períodos contínuos de dias quentes, excedendo temperaturas de 35°C, podem prolongar-se por até sete dias nos meses de outubro até março.

O inverno pode ser considerado ameno, mas com temperaturas sujeitas a ondas de frio provocadas pelo deslocamento de anticiclones polares migratórios, podendo ocorrer geadas, sendo que a frequência destas é de nove dias por ano entre os meses de abril a outubro. As temperaturas absolutas mais baixas registradas foram de -2,6°C em junho de 1971, -2,9°C em

julho de 2000 e $-2,0^{\circ}\text{C}$ em agosto de 1995, no entanto as temperaturas “mínimas de relva” (medidas no exterior da estação meteorológica, que se situa a aproximadamente 1,5 m acima do chão) mais baixas já registradas, no período de abril a outubro, marcaram -5°C a -8°C .

A amplitude térmica anual é de aproximadamente $10,7^{\circ}\text{C}$, não sendo raros os períodos de grandes flutuações de temperaturas no inverno, atingindo valores altos nos dias de vento Norte e valores baixíssimos em noites límpidas muito frias, quando os anticiclones polares migratórios estão atuando sobre região.

O regime pluviométrico de município é isoigro, cujos valores normais de chuva são bem distribuídos ao longo do ano. As médias mensais variam entre 120,1 mm (novembro) e 126,8 mm (agosto) e 159 mm (setembro a outubro) acumulando uma média total anual de 1.712 mm. Destaca-se que a maior precipitação mensal ocorreu em maio de 1941, com 615,3 mm, tendo-se registrado nesse ano também a maior precipitação anual até então, com 2.953,4 mm. Já a menor precipitação mensal registrada ocorreu em fevereiro de 1989, com 0,00 mm, e a menor total anual ocorreu em 1917, com 640 mm.

O dado referente à precipitação em 1941 assinala uma precipitação de 29.534 m³ de água por hectare. No mês de abril do mesmo ano se precipitaram em média 20,5 litros de água por m²/dia, tratando-se de um volume extraordinário para região. Caso o fenômeno venha a se repetir nos dias atuais, resultará em uma devastação maior que em 1941 devido ao manejo inadequado dos solos urbanos e rurais. No entanto, uma precipitação média anual de apenas 640 mm, como ocorreu em 1917, levaria o clima de Santa Maria a se equivaler aos climas secos de estepes. Porém, a análise secular da precipitação pluviométrica revela uma tendência estacionária, ou seja, não há tendência secular de aumento ou diminuição da precipitação.

Destacam-se, como fatores de influência sobre o regime de chuvas, os fenômenos do El Niño Oscilação Sul (ENOS) e La Niña, pois estes afetam a circulação atmosférica gerando irregularidades climáticas, dentre elas a variabilidade dos índices pluviométricos. Apresentam-se valores altos e baixos de precipitação pluviométrica durante a ocorrência dos fenômenos, o que resulta em longas estiagens ou enchentes. Nos períodos de ocorrência do El Niño a precipitação pluviométrica é abundante, e no período de ocorrência do La Niña a precipitação diminui em virtude da passagem rápida das frentes frias (BERLATO; FONTANA, 2003).

Paula (2009), ao considerar, entre os anos de 1978 e 2008, o fenômeno ENOS e o fator erosividade da chuva, ressalta que o potencial erosivo médio das chuvas em anos neutros é parecido com o dos períodos de influência do El Niño. Porém, a mesma autora adverte que a associação de chuvas intensas ao constante revolvimento do solo para implantação de

estruturas urbanas em Santa Maria resulta em áreas de solo exposto e desprotegido, originando sulcos e ravinas nos terrenos de litologias mais susceptíveis aos processos erosivos, podendo o material desagregado derivado desses processos ser transportado para os canais fluviais intensificando os processos de assoreamento. Também na ocorrência de eventos de grande precipitação pluviométrica a cidade está sujeita a enchentes e inundações eventuais, devido ao grau de impermeabilização dos terrenos e à ocupação das margens e nascentes do Arroio Cadena e seus afluentes (DAL'ASTA, 2009).

5 COMPARTIMENTAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA – RS

5.1 Na Situação da Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná

O entendimento das morfoesculturas ou unidades geomorfológicas decorre da compreensão das unidades morfoestruturais ou unidades geológicas. Portanto, no domínio morfoestrutural Santa Maria está inserida na Unidade Bacia Sedimentar do Paraná, a qual sustenta as unidades morfoesculturais macrocompartimentadas por Muller Filho (1970) e, mais recentemente, por Suertegaray e Fujimoto (2004).

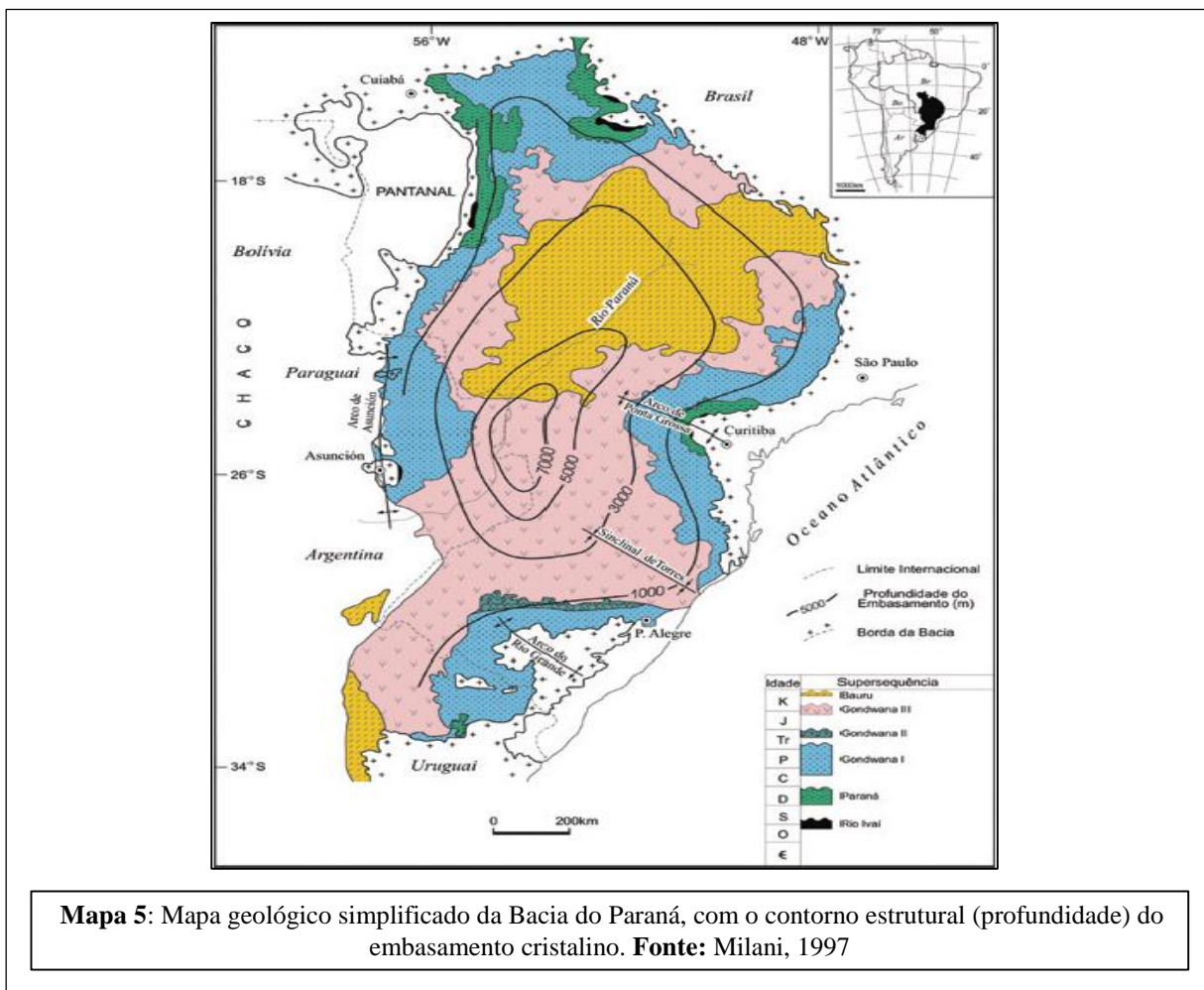
De maneira genérica, a Bacia do Paraná apresenta uma evolução geológica marcada por processos associados a tectonismo, subsidência, sedimentação e vulcanismo. Analisada do ponto de vista estrutural por Bally e Smelson (1980) e Cordani *et al.* (1984), pode ser entendida como uma bacia intraplataformal cratônica desenvolvida sobre a rígida crosta continental da Plataforma Sul Americana, sendo afetada pelos eventos magmáticos e metamórficos do ciclo brasileiro (700 a 450 Ma).

De acordo com o IBGE (1986), a individualização da Bacia Sedimentar do Paraná ocorreu basicamente em duas fases evolutivas distintas. A primeira fase corresponde ao período entre o Paleozóico e Mesozóico, assinalando a formação intercratônica do tipo sinéclise de lenta subsidência e influenciada por feições do embasamento, arranjando grandes estruturas como arqueamentos, flexuras e lineamentos. A partir do Mesozóico, os processos referentes à Reativação Wealdeniana¹, relacionados à abertura do oceano Atlântico, transformaram consideravelmente as características da bacia transformando-a em uma antíclise, em que os processos magmáticos superaram os processos sedimentares. A efusão dos vulcanitos da formação Serra Geral foi precedida e seguida por intensa tectônica rúptil que desmembrou em *horsts* e *grabens* a sequência sedimentar, gerando “arcos” e “sinclinais” que influenciaram a deposição dos sedimentos Pós-Serra Geral.

Para Milani (2000), a Bacia do Paraná constitui uma extensa região sedimentar da América do Sul que, de forma ovalada e eixo maior em posição submeridional, representa um autêntico exemplo de bacia intercratônica, pois geograficamente encontra-se inteiramente

¹ A Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967) teve início no Jurássico Superior e a ela estão relacionados eventos magmáticos ocorridos em duas fases distintas. A primeira, de caráter básico a intermediário, é representada por diques e *sills* contemporâneos aos derrames da Bacia do Paraná e aos do fundo da Bacia de Santos. A segunda é representada por *stocks* ou chaminés e diques de rochas alcalinas. Na Ilha de São Sebastião, por exemplo, Hennies e Hasui (1977) distinguiram um primeiro ciclo de magmatismo mesozóico constituído por diques básicos do Cretáceo Inferior e um segundo, de *stocks* e diques alcalinos, datados do Cretáceo Superior.

contida na placa sul-americana, não instituindo contato direto com as bordas desta placa. Conforme o mesmo autor, a bacia protege em seus limites um conjunto de rochas sedimentares e magmáticas com idades entre o Neo-ordoviciano e Neocretáceo, compreendendo área uma total de 1.500.000 km², estendendo-se pela porção meridional do Brasil, Paraguai oriental, nordeste argentino e norte uruguaio. Em território brasileiro abrange parte dos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Mapa 5).

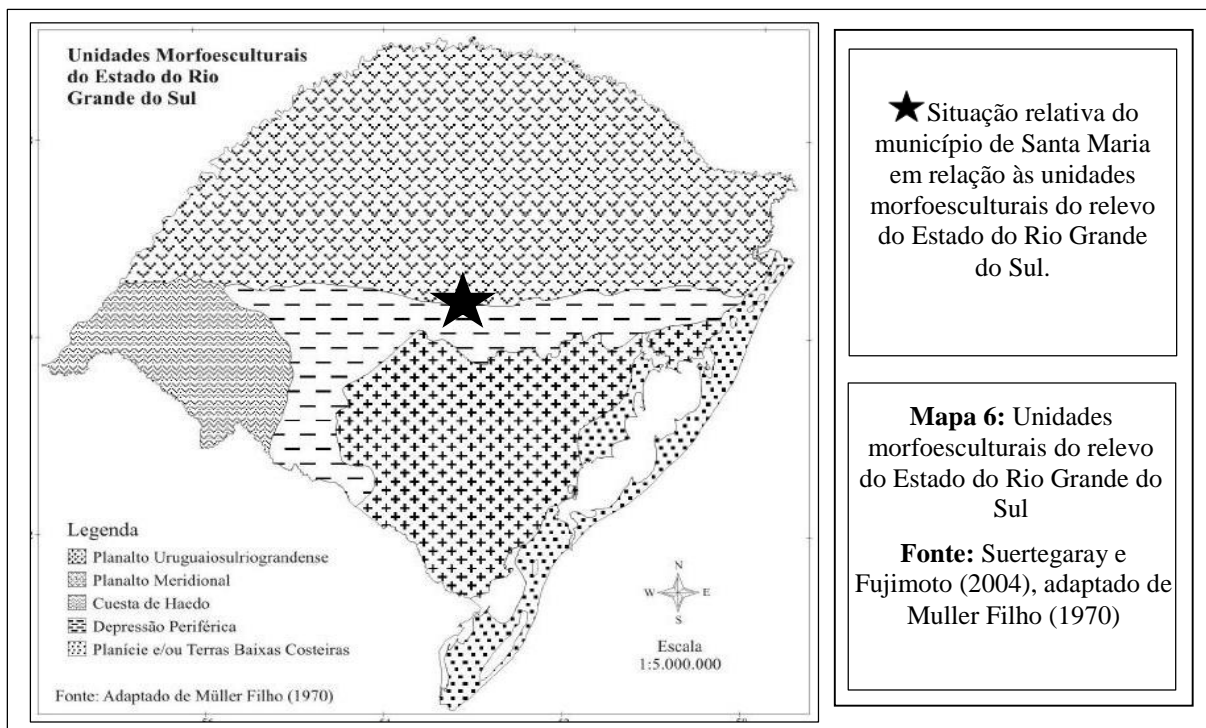


Ab'Saber (1949) considera que, em quase todas as províncias sedimentares do continente de Gondwana, o soerguimento pós-cretáceo é o maior responsável pela fase de esculturação das grandes linhas de relevo atual. Novamente, percebe-se a importância de estudar a gênese do relevo da Bacia do Paraná para compreender as formas de relevo atual, pois foi na periferia dessa grande sinclinal soerguida que os fenômenos de desnudação

marginal se processaram de um modo mais generalizado, vindo a corresponder a um sistema típico de circundesnudação.

5.2 Na Situação das Unidades Morfoesculturais

Na concepção de Muller Filho (1970) os eventos geológicos mais importantes para a compreensão do cenário moderno e hodierno do relevo gaúcho incidem sobre o pós-cretáceo, dentre os quais se destacam os falhamentos terciários e quaternários responsáveis pelo soerguimento do Escudo e, em maior escala, o Planalto Basáltico. Para esse mesmo autor existem cinco unidades geomorfológicas (unidades morfoesculturais) no Rio Grande do Sul: o Planalto, a Cuesta de Haedo, a Depressão Periférica, o Escudo e a Planície Litorânea, as quais são possuidoras de características topográficas estruturais próprias, existindo feições comuns a quase todas. Na macrocompartimentação de relevo proposta por Suertegaray e Fujimoto (2004) o município de Santa Maria, no âmbito regional, está inserido na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná e situado entre o contato das distintas unidades morfoesculturais: Planalto Meridional e a unidade morfoescultural classificada como Depressão Periférica (Mapa 6).



De acordo com Souza (2001), Ross (2003) e Nascimento (2009), a cidade ao norte depara-se com o Planalto Meridional e ao sul com as Chapadas da Bacia do Paraná (Depressão Periférica Sul-Riograndense), estando a maior porção da cidade inserida na Depressão Periférica. Entre o contato desses dois conjuntos fisiográficos distintos encontra-se o Rebordo do Planalto, fortemente dissecado, composto por escarpas e morros testemunhos sustentados por camadas de rochas da Formação Serra Geral, intercalados por arenitos *intertraps*, arenitos eólicos (Formação Botucatu) e arenitos fluviais (Formação Caturrita).

A presença do Rebordo do Planalto, o qual se destaca na paisagem da cidade de Santa Maria, na compreensão de Ross (2003) constitui-se de apenas uma unidade morfoescultural dos Planaltos e das chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (Planalto Meridional), uma vez que incide em uma área de transição entre o Planalto e a Depressão Periférica acomodando um limite bastante alterado, carregado de reentrâncias e vales encaixados, fazendo-se necessária sua individualização.

5.2.1 Na morfoescultura Rebordo do Planalto Meridional em Santa Maria

De acordo com Suertegaray e Fujimoto (2004), o Rebordo compreende uma escarpa que se originou a partir do recuo do Planalto suscitado por erosão circundenudacional periférica. O relevo residual, que resistiu a esse fenômeno erosivo, revela morros testemunhos isolados, os quais representam as linhas de frente dos derrames, onde as camadas de rochas são mais resistentes. De modo geral as declividades da região variam em média de 13 a 45%, contudo podem ocorrer locais com declividades superiores a 100%. Quanto às altitudes, as áreas do Rebordo podem alcançar até 475 m (MACIEL FILHO, 1990).

Assim, as rochas vulcânicas, que ocorrem associadas ao Rebordo do Planalto, recobrem os morros testemunhos que acompanham o Rebordo e que, “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 al*, 1989, p. 50). Destarte, Sartori (2009) salienta que a unidade Serra Geral resultou da erosão regressiva da borda meridional do Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, situando-se na extremidade norte do distrito sede, chamada Serra Pinhal, apresentando as seguintes formas de morro: Morro da Caturrita e Morro Montanha Russa e morros testemunhos: Cerrito de Santa Maria, Cerro de Santo Antônio, Cerrito e Cerro Mariano da Rocha.

Deste modo, esta feição geomorfológica compreende um relevo de transição, sentido leste-oeste, situado entre as morfoesculturas Depressão Periférica e Planalto Meridional,

entalhado pelas águas dos rios Ibicuí, Vacacaí, Jacuí, Soturno e Pardo. Sua gênese está relacionada à superposição de sucessivos derrames de lavas acontecidos na Bacia do Paraná, e distingue-se por apresentar variações altimétricas consideráveis, constituindo a leste maior diferença entre cem e quinhentos e a oeste, entre cem e duzentos. Suas declividades variam entre 5,6% na base e 45,5% nas partes mais elevadas, revelando, assim, nas maiores declividades as escarpas abruptas (MACIEL FILHO, 1978).

5.2.2 Na morfoescultura Planalto Meridional – planaltos e chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná

Na concepção de Suertegaray e Fujimoto (2004), esta unidade morfoescultural originou-se a partir das grandes falhas que segmentaram o Gondwana, que, ao fragmentar-se, extravasou enormes volumes de lavas formando sucessivas camadas de derrames básicos e ácidos do Planalto Meridional e adjacências. Segundo as mesmas autoras, nessa ocasião, na transição Triássico, esses mesmos derrames (geologicamente denominados de Serra Geral) encobriram o deserto Botucatu (Formação Botucatu).

Para Ab'Saber (1949), as principais linhas e seções de relevo do interior do Brasil e da atual modelagem do Planalto Brasileiro tiveram como principal fator de formação a epirogênese positiva pós-cretácea, associada à umidificação progressiva do clima determinando a instalação da rede hidrográfica exorreica e motivando, no fim de Cretáceo, Eoceno e Oligoceno, o fenômeno de desnudação e circundesnudação. Para Ab'Saber, o Planalto Meridional ou gondwânico representa um

[...] sistema de *cuestas* de *front* externo e grandes extensões de planaltos sedimentares (paleo e mesozóicos), dispostos em patamares e rodeados por depressões periféricas, na maior parte das vezes bem marcadas. Fitogeograficamente inclui a principal mancha de vegetação subtropical do país, ou seja, a floresta das Araucárias, sendo penetrada por florestas tropicais de planaltos e manchas de campos limpos e cerrados. Climaticamente é o império dos climas subtropicais úmidos de planalto, sujeitos ao avanço das ondas frias da massa de ar polar antártica (AB'SABER, 1960, p. 876).

Igualmente, é o final da Era Mesozóica que conserva a fase mais importante da evolução geológica para compreensão das unidades geomorfológicas atuais e atendimento da sua dinâmica, tendo como fundamentais fatores responsáveis pela conformação da paisagem os falhamentos, resultados do soerguimento do Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense e do

Planalto Meridional, e a oscilações do nível do mar no Quaternário. (SUERTEGARAY e FUJIMOTO, 2004).

Portanto, o arranjo da Serra Geral, borda do planalto meridional, deu-se pelo fenômeno de circundesnudação periférica. Conforme Suertegaray e Fujimoto (2004), a borda erosiva do planalto possui face voltada para o leste, constituindo uma escarpa de linha de falha. A face leste, esculpida pelo entalhamento sucessivo das camadas rochosas pelos rios, exhibe no Rio Grande do Sul uma porção inclinada nos sentidos leste-oeste e sudoeste, perdendo altitude gradativamente até encontrar seu extremo com a região de *cuestas* no sudoeste.

Para Sartori *et al* (1989), o Planalto consiste em uma unidade topográfica fracamente ondulada e relevo predominantemente em forma de colinas baixas e amplas de topos aplanados denominado “coxilhas do planalto”; declividade média de 8 a 12%; altitudes situadas entre 340 a 520 m (menores altitudes na porção oeste e maiores na porção leste). Para Maciel Filho (1978), o Planalto constituiu-se de sucessivos derrames de lavas, compondo-se de arenitos *intertraps* e rochas vulcânicas.

5.2.3 Na morfoescultura Depressão Central (Periférica)

Esta unidade morfoescultural compreende a extensão leste a oeste do Rio Grande do Sul. Interposta, ao norte, pela porção sul dos planaltos e chapadas da Bacia do Paraná, possui uma zona de contato (Rebordo do Planalto) e apresenta, ao sul, torneando em desenho de arco, o Planalto Sul-rio-grandense do núcleo cristalino arqueado (ROSS, 2003, p. 53). De acordo com Suertegaray e Fujimoto (2004), a Depressão Periférica originou-se a partir dos processos de reativação de alinhamento seguidos de soerguimentos e rebaixamentos que promoveram uma reordenação da drenagem acelerando os processos de erosão, proporcionando condições favoráveis à formação inicial da Depressão Periférica. Igualmente, para as mesmas autoras a individualização da Depressão Periférica do Rio Grande do Sul é elucidada pelo processo de circundesnudação² associado a uma dinâmica que promove mudanças no nível de base, fazendo com que a rede hidrográfica regional retome seguidamente o processo erosivo.

² Entende-se por tal fenômeno “o processo de formação de patamares de erosão, deprimidos e periféricos, na borda de bacias sedimentares” (AB’SABER, 1949, 2010, p. 40).

Especificamente no caso da Bacia do Paraná o processo de circundesnudação foi explicado por Ab'Saber (1949). Segundo o autor, no final do Cretáceo a geomorfologia regional deveria assemelhar-se a uma vasta extensão de terras baixas entremeadas de restos aplainados do núcleo cristalino e planalto basáltico. Nesta fase o clima mais seco promovia uma drenagem endorreica. Um clima mais úmido produziu uma drenagem exorreica associada a um processo de epirogênese positiva pós-cretácea. Estes processos foram fundamentais na formação de uma desnudação marginal (área de contato das plataformas com as bacias sedimentares) e na constituição da depressão periférica, no Rio Grande do Sul reconhecida como Depressão Central. Constituído-se a Serra Geral (borda do Planalto Meridional) um processo de circundesnudação periférica (SUERTEGARAY; FUJIMOTO, 2004, p. 18).

Desta maneira, Ab'Saber (1949, 2010: 41) esclarece que estes fenômenos “fazem aflorar, nas bordas das bacias sedimentares, em longas faixas semicirculares concêntricas, camadas inferiores, mais antigas, da pilha de sedimentos regionais”. Do mesmo modo, para Sartori *et al* (1989), determinados locais de Santa Maria apresentam sedimentos aluviais mais recentes que escondem os depósitos mais antigos de natureza fluvial, comumente de estratificação cruzada e originários de pontos mais elevados, como por exemplo a porção sul dos planaltos e chapadas da Bacia do Paraná (ao norte) e do Planalto Sul-rio-grandense (ao sul).

Esta unidade caracteriza-se por baixa variação altimétrica, atingindo no máximo 200 m e constituindo alongadas e amplas morfologias de topos planos ou convexos, compondo encostas suavemente inclinadas e aprofundando em média 40 m para a linha de fundo do vale. Essas morfologias de relevo, regionalmente denominadas “coxilhas”, têm sua gênese associada aos processos erosivos desencadeados pelas águas drenadas pelos rios Jacuí (sentido norte-sul) e Vacacaí (sentido leste-oeste), os quais obedecem a um padrão de drenagem dendrítico.

Assim, a Depressão Periférica é caracterizada por terras de baixa altitude localizadas ao sopé do Planalto, apresentando relevo aplainado de coxilhas suaves com poucos afloramentos e planícies fluviais. Unidade formada por rochas sedimentares da Bacia do Paraná e pertencente a um extenso corredor que liga o Estado de oeste a leste. Nessa área são comuns morros testemunhos de até cerca de 200 m de altitude, que representam a antiga linha de escarpa da Serra Geral.

Entre o sopé do Rebordo e as coxilhas que contatam as planícies aluviais do rio Jacuí, encontram-se as vastas superfícies planas formando rampas recobertas por colúvio. Fracamente dissecadas, localizadas comumente ao norte da cidade, constituem morfologias de relevo de amplitudes variadas, denominadas “Planícies Aluviais”. Compreendem feições que se intercalam entre as coxilhas e acompanham a rede hidrográfica constituindo as várzeas e os

banhados (SARTORI, 2009). Ainda na unidade morfoescultural da Depressão Periférica aparecem os terraços fluviais e patamares, os quais constituem um tipo de relevo situado de modo descontínuo nas vertentes das coxilhas, estando em contato com as planícies aluviais. A mesma autora salienta que no Distrito Sede (Vila Bilibio) ocorre um tipo de relevo em forma de patamar, constituído por depósito coluvionar de encosta, muito suscetível a escorregamentos.

5.3 Individualização dos Padrões e Formas Semelhantes do Relevo do Perímetro Urbano de Santa Maria – RS

A diferenciação de padrões e formas semelhantes do relevo foi definida a partir da base de Dados Espaciais, produzidos no Spring 4.3.3 e organizados por Dal'Asta (2009), seguidos dos pressupostos teóricos e metodológicos organizados por Ross (1992), explicitados nos capítulos II e III. A descrição e a caracterização dos padrões e das formas de relevo foram realizadas a partir das informações morfométricas (análise hipsométrica e clinográfica), morfológicas, morfocronológicas e suas relações com a litologia e a drenagem. Lembrando que regionalmente a área do Perímetro Urbano está inserida na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e nas morfoesculturas do Planalto Meridional e da Depressão Periférica, descritas anteriormente, destacando-se a existência do Rebordo do Planalto.

5.3.1 Caracterização Morfométrica do Perímetro Urbano

5.3.1.1 Hipsometria

As altitudes do Perímetro Urbano estão compreendidas entre 60 e 436 m, resultando em uma amplitude máxima de 376 m. As porções norte e noroeste representam as altitudes de maior elevação, tendo seu ponto máximo situado a 436 m junto ao topo do Morro das Antenas. A menor altitude registrada, 60 m, situa-se no extremo sul do limite urbano, confinante ao Arroio Passo das Tropas (Mapa 7).

Oitenta e cinco por cento da área do Perímetro estão compreendidos em altitudes inferiores a 150 m, revelando formas de relevo características da Depressão Periférica, assinaladas por colinas suavemente onduladas (regionalmente designadas de coxilhas) e planícies aluviais (Tabela 3).

As áreas envolvidas pelas altitudes inferiores a 100 m comportam 46% da área estudada (6.000 ha), comumente representam as planícies aluviais associadas aos canais de drenagem e caracterizam um relevo topograficamente suave, situado na porção sul. As classes altimétricas contidas entre as altitudes de 100 a 150 m representam 38% (4.985 ha), constituindo um conjunto quase que contínuo de coxilhas, situando os interflúvios da rede de drenagem.

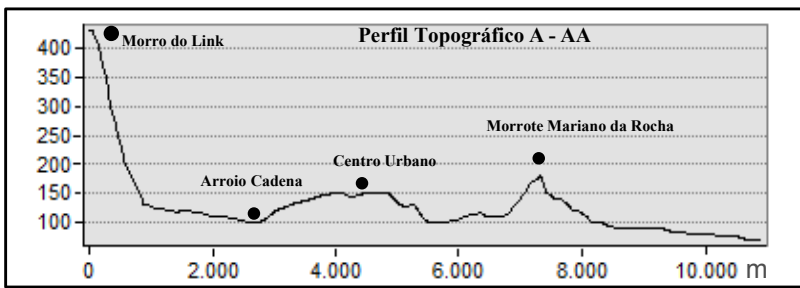
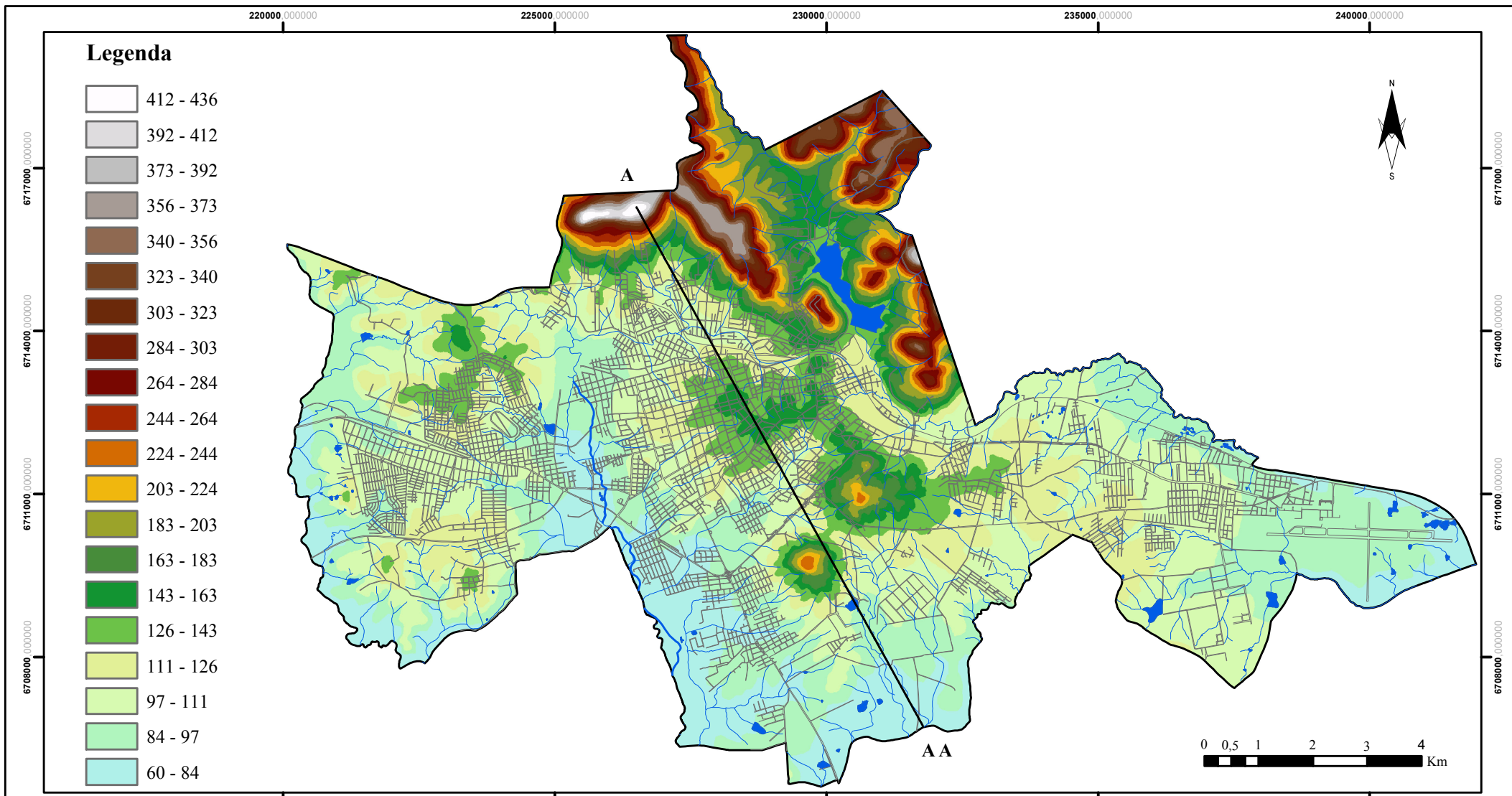
Tabela 3: Grupos de Classes Altimétricas

Hipsometria	Área	Percentual
Inferior a 100	6.000	46,1457%
100 a 150	4.985	38,3394%
150 a 200	890,285	6,8471%
Superior a 200	1.127	8,6677%
Área total	13.002,28(ha)	100%

As altitudes compreendidas entre 150 e 200 m abrange uma área de 890,285 ha (6%), ocorrem ao norte, no sopé do Rebordo do Planalto e, na porção central ocorrem associadas aos morros testemunhos resultantes dos processos de circundenudação. As formas de relevo representadas por esse grupo não expõem declives abruptos como nas altimetrias superiores a 200 m, as quais resultam dos processos de dissecação exercidos pela energia dos canais de drenagem.

Ao norte o limite urbano depara-se com o Rebordo do Planalto, compreendendo cotas altimétricas de alta declividade e distinguindo um relevo profundamente dissecado cujas maiores altitudes excedem os 400 m. Assim, as altimetrias acima de 200 m abarcam uma área de 1.127 ha (8%), revelando um relevo fortemente dissecado, bastante íngreme e de porções abruptas correspondendo às áreas de morros (Morro das Antenas, Morro do Linck, Morro Cechella).

O perfil topográfico A – AA (Mapa 7) corresponde à seção transversal da superfície, revelando três distintos tipos de relevo associados às formações geológicas, cujas formas são resultantes de processos denudacionais, acumulativos ou agradacionais. Desta maneira, o perfil NNW-SSE esboça os Morros e Morrotes da Serra Geral, Morros Isolados (morros testemunhos), as formas do tipo Colinas e as Planícies e Terraços Fluviais.



Convenções Cartográficas

- Malha Urbana
- Perímetro Urbano
- Rede de drenagem
- Canal Original - Arroio Cadena
- Barragens

Mapa 7: Modelo Altimétrico do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura
 Elaboração: Tania Cristina Gomes

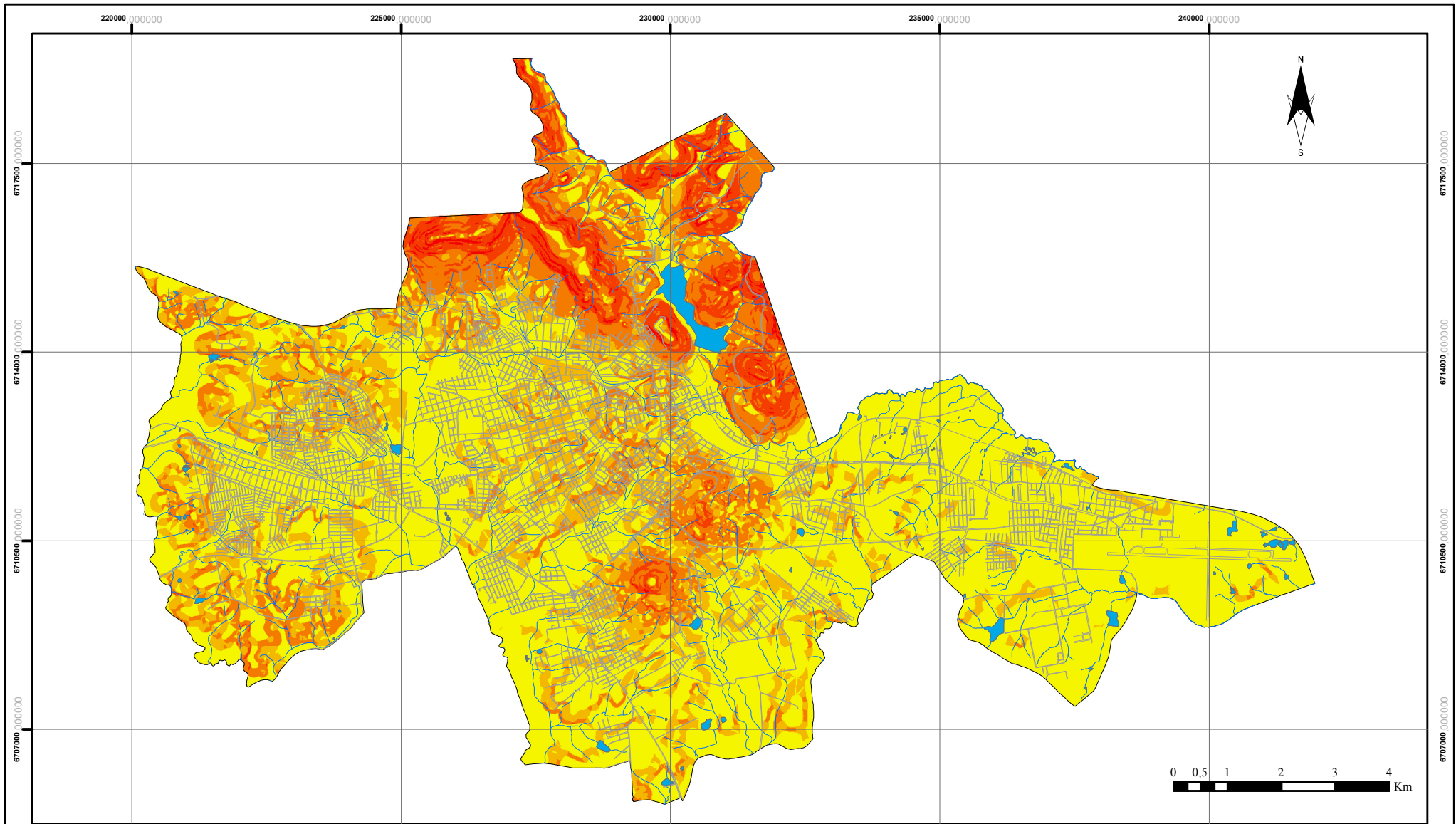
5.3.1.2 Clinografia

Considerando a importância da análise clinográfica para além de estudos referentes ao modelado do terreno, destaca-se a relevância dessa variável no entendimento da dinâmica dos processos atuantes sobre a cobertura superficial, levando a uma melhor adequação de uso e ocupação do solo urbano e culminando com princípios do planejamento urbano e ambiental de uma determinada área perturbada pela urbanização.

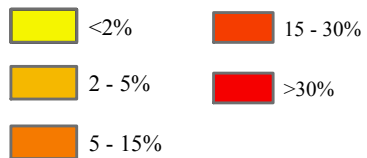
Portanto, faz-se necessária a implantação de legislação que regule o parcelamento e uso do solo urbano. Assim, a Lei Federal n.º 6766/79 estabelece o limite de 30% para urbanização sem restrições para parcelamento do solo urbano, salvo exigências especiais. Já a Lei Municipal de Santa Maria, LUOS n.º 033/2005, de Uso e Ocupação do Solo, exige, para o parcelamento em áreas de declividade entre 30% e 45%, o termo de responsabilidade técnica sobre o laudo geotécnico e a viabilidade da realização da obra.

Para Maciel Filho (1990) e Dal'Asta (2009), as áreas com declividades superiores a 15% caracterizam áreas geomorfologicamente instáveis devido a fragilidade de seus taludes e propensão aos movimentos de massa, estabelecendo a necessidade de obras de suporte para edificações. As edificações em terrenos acima desse limite de inclinação apreciam obras onerosas carecidas da obrigatoriedade da regularização do terreno, sendo necessárias, por exemplo, remoção de terra ou construção de aterro. Além de aumentar o custo da obra podem aumentar a concentração do volume das águas superficiais nas vias urbanas, potencializando a ação erosiva das águas sobre as superfícies onde escoam.

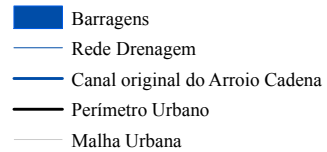
As morfologias do relevo da área estudada tornam-se evidentes a partir da análise clinográfica. Assim, de acordo com a distribuição das classes de declividade do Perímetro Urbano (Mapa 8), as porções correspondentes às declividades inferiores a 15% constituem formas de relevo suavemente ondulado, topografia característica de morfologias existentes na Depressão Periférica, e as porções superiores a 15% despontam, ao norte, os limites do relevo escarpado.



Legenda



Convenções Cartográficas



Mapa 8: Clinográfico do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura
 Elaboração: Tania Cristina Gomes

O somatório das classes inferiores a 2%, 2-5% e 5-15% corresponde a 84% (10.939 ha) da área total, podendo algumas dessas áreas apresentarem restrições quanto ao uso e ocupação do solo, colocando as populações em risco de inundações quando ocupadas nas declividades inferiores a 2% e associadas aos canais de drenagem ou em risco de deslizamentos quando ocupadas nas declividades superiores a 15%, por se tratarem de áreas geomorfologicamente instáveis (Quadro 3).

CLASSES DE DECLIVIDADES	ÁREA	PERCENTUAL
< 2 %	4.287,3536	33 %
2 – 5 %	2.582,7196	20 %
5 – 15 %	4.069,614	31 %
15 – 30 %	1.240,35	9 %
> 30 %	896,9924	7 %
ÁREA TOTAL	13.077,0296(ha)	100%

Distribuição percentual das classes de declividade

Classe de Declividade	Área (ha)	Percentual
< 2 %	4.287,3536	33 %
2 – 5 %	2.582,7196	20 %
5 – 15 %	4.069,614	31 %
15 – 30 %	1.240,35	9 %
> 30 %	896,9924	7 %

Área (ha)

Quadro 3: Classes de declividades e distribuição percentual

Desta forma, as declividades inferiores a 2% constituem morfologias muito planas associadas aos cursos fluviais que, embora ocorram em toda área do Perímetro, predominam nas porções leste, integrados ao curso principal do Arroio Cadena e aos topos planos das colinas. Porções dessa declividade apresentam riscos de inundações, dificuldades vivenciadas pelas populações que ocupam as margens do Arroio Cadena nas Vilas Oliveira e Lídia. No entanto, as várzeas de Arroios Ferreira, Vacacaí Mirim e Passo das Tropas são utilizadas para a prática da orizicultura.

As declividades entre 2% e 5% perfazem uma área de 2.582 ha (20%) incidindo, sobretudo, entre as vertentes das colinas e com maior evidência na porção leste do Perímetro Urbano. Já as declividades entre 5% e 15% representam as vertentes suavemente onduladas das coxilhas e abrangem 4.069 ha (31%), estando bem distribuídas em todo o Perímetro e concentrando-se nas porções centro-oeste e oeste.

As inclinações entre 15 e 30% abrangem uma área de 1.240 ha (9%) que, somada às declividades superiores a 30%, representa 16% (2.137 ha) da área total estudada. Além disso, compreendem as porções íngremes e/ou abruptas do relevo tipo escarpado. Integradas ao Rebordo do Planalto, ao norte, e na porção central associadas aos morros testemunhos, apresentam maiores restrições quanto ao uso e à ocupação do solo, caracterizando-se como áreas inadequadas tanto para urbanização quanto para agricultura urbana³. No entanto, as porções que correspondem aos morros testemunhos encontram-se em um grau de urbanização bastante desenvolvido.

5.3.1.3 Comprimento de vertente (rampa)

O estudo das vertentes é para a Geomorfologia um segmento bastante expressivo, pois compreende o menor setor do relevo e por englobar a análise de processos e formas (CHRISTOFOLETTI, 1979). Desta maneira, o parâmetro comprimento de rampa individualiza-se pela medição do comprimento de uma dada vertente, cuja distância horizontal entre a crista e o talvegue da vertente quantifica seu comprimento. Esse comprimento também incidirá sobre a distância percorrida pelas águas pluviais em superfície até serem captadas pela rede de drenagem. Ao mesmo tempo o comprimento de rampa, dentre outros parâmetros, exerce controle sobre o desenvolvimento de processos erosivos.

Desconsiderando a capacidade de infiltração, permeabilidade do solo, índice de inclinação do terreno, vegetação, tamanho, tipo e quantidade de material em suspensão, por exemplo, quanto maior o comprimento de rampa, maior será o volume de água recolhido, aumentando a velocidade de escoamento, a capacidade de transporte e o índice de potencial erosivo. Porém, é importante salientar que, em alguns casos, quando o comprimento de rampa aumenta também aumenta a superfície de contato entre solo e água, facilitando o processo de infiltração.

De acordo com estudos realizados por Dal'Asta (2009), o Perímetro Urbano de Santa Maria apresenta comprimentos de rampas que variam de 175 a 3.150 m, predominando as rampas curtas (classe 1) e médias (principalmente de classe 2) de um total de 241 rampas

³ Agricultura urbana compreende a agricultura praticada no interior ou na periferia das cidades ou metrópoles (agricultura intra-urbana ou agricultura periurbana). Desenvolvida em pequenas áreas (quintais, terraços, hortas urbanas ou ainda espaços comunitários ou espaços públicos não urbanizados) e destina-se a produção para consumo próprio ou para venda em pequena escala e em mercados locais (MOUGEOT, 1999).

mensuradas que, distinguidas em cinco classes refletem a morfologia das vertentes da área estudada (Tabela 4).

Tabela 4: Frequência de classes de comprimento de rampa

Nº de Classes	Limite inferior	Limite superior	Frequência
1	175	700	102
2	700	1225	99
3	1225	1750	23
4	1750	2275	9
5	2275	3050	8
Área total			241

Fonte: Dal'Asta (2009)

Das 241 vertentes analisadas, 83% correspondem a rampas de até 1225 m, classificadas como curtas a médias, portanto compreendem elevações de pequeno comprimento individualizadas pela rede de drenagem. Porém, ocorrem em distintas situações por predominância de gradientes inferiores a 7% e superiores a 15%, integrados aos vales encaixados de alta declividade do Rebordo do Planalto, onde o entalhamento das vertentes expõe morfologias compostas por vertentes de pequeno comprimento.

As rampas longas de comprimento superior a 1.750 m (classes 4 e 5) concebem apenas 7,05% das rampas mensuradas e ocorrem associadas, notadamente, a colinas suaves de topo plano e a vertentes suaves onde preponderam declividades médias inferiores a 4%. Conectadas à rede de drenagem exibem morfologias muito planas, predominando nas porções leste, sudeste e sul. Já as rampas de comprimento entre 1.225 e 1.750 ocorrem integradas às vertentes onduladas e suavemente onduladas, situadas principalmente nas porções norte e centro, individualizadas pelos morros testemunhos (DAL'ASTA, 2009).

5.3.2 Individualização das Unidades Geomorfológicas identificadas no Perímetro Urbano

O Perímetro Urbano de Santa Maria revela diferentes padrões de relevo inseridos entre duas unidades morfoesculturais, já descritas neste capítulo. Desta maneira têm-se, para a área estudada, três Unidades Geomorfológicas e sete subunidades: Morros e Morrotes da Serra, individualizada em Morros e Morrotes isolados; Unidade de Colinas, individualizada em Colinas de arenito e lamito, colinas de arenito e colinas de lamito e arenito; Unidade de Planícies e Terraços Fluviais, individualizada em Planícies Aluviais e Terraços Fluviais, quantificadas no Quadro 4 e ilustradas no Mapa 9.

TIPOS DE MODELADOS E PADÕES DE FORMAS SEMELHANTES DE RELEVO	ÁREA	PERCENTUAL	DINÂMICA SUPERFICIAL
Modelado de Dissecação	12.053	89,01%	
Morros da Serra Geral	1.554	11,47 %	Erosão, queda de blocos e escorregamentos
Morrotos Isolados da Serra Geral	335	2,47 %	Erosão e escorregamento
Colinas de Arenito e Lamito	3.416	25,22 %	Erosão
Colinas de Arenito	1.425	10,52 %	Erosão
Colinas de Lamito e Arenito	4.117	30,40 %	Erosão
Terraços Fluviais	1.206	8,90 %	Erosão nos canais fluviais e áreas de inundações
Modelado de Acumulação	1.488	10,99%	
Planícies Aluviais	1.488	10,99%	Acumulação
Área Total	13.541	100%	

Quadro 4: Tipos de Modelados e Padrões de Formas Semelhantes do Relevô

Fonte: Dal'Asta (2009)

5.3.2.1 Morros e morrotos da Serra Geral

Esta unidade está integrada ao Rebordo do Planalto, caracterizando áreas de divisores de águas e com grande número de canais de 1ª ordem. São morros e vales de forma genérica resultantes de processos morfogenéticos pretéritos (clima seco) e atuais (clima úmido). Desta maneira, as particularidades do clima atual definiram a intensa dissecação fluvial que, por meio do seccionamento da escarpa, acendeu o recuo do Planalto individualizando morros testemunhos, os quais, por serem relevos residuais, atestam o antigo arranjo da linha de frente do Rebordo (PEREIRA *et al*, 1989; DAL'ASTA, 2009).

Em detalhes esta unidade está individualizada em morros e morrotos isolados (Figura 4). Os morros compreendem uma área de 1.554 ha. Conjunto fortemente ondulado, porém não contínuo, são denominados “serra”, formando vales encaixados de encostas íngremes e vertentes entalhadas. Chegam a cotas altimétricas superiores a 150 m, caracterizando áreas com declividades superiores a 30% e formas com amplitudes entre 120 e 280 m (DAL'ASTA, 2009).

De acordo com Pereira *et al* (1989) e Dal'Asta (2009), as áreas de morros são descontínuas, com vales profundos associados a Bacia Hidrográfica do Vacacaí Mirim, resultante da erosão fluvial regressiva. Para Pereira *et al* (1989, p. 49), o desequilíbrio do perfil longitudinal do Rio Vacacaí Mirim “seccionou a escarpa por erosão remontante, juntamente com seus afluentes, determinando seu alto grau de festonamento, trabalho

facilitado pela existência de falhas e fraturas”. Um exemplo de morfologia com essas características na área de estudos é o morro testemunho Cechella.



De acordo com o mapeamento geomorfológico de Dal'Asta (2009), esta unidade expõe um substrato rochoso combinado de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, arenitos silicificados da Formação Botucatu e arenitos fluviais da Formação Caturrita. Integrados aos arenitos silicificados e às rochas vulcânicas ocorrem as escarpas abruptas e os morros de topos, normalmente convexos. Ainda conforme a mesma autora, abaixo da zona de escarpa sucedem os depósitos de colúvio.

Os depósitos de colúvio são compostos de material proveniente de rochas vulcânicas e arenitos da Formação Botucatu, constituindo uma mistura de blocos e matações de riólitos de basalto ou arenitos, imersos ou emergentes de uma massa de solo com matéria orgânica, diferenciando áreas susceptíveis aos movimentos de massa e caracterizando áreas geomorfológicamente instáveis devido à heterogeneidade desse material (MACIEL FILHO, 1990). Os solos que ocorrem nessas áreas normalmente são rasos e pedregosos, classificados como Neossolos, de espessura de horizonte superficial entre 20 a 40 cm sobre a rocha sã ou intemperizada e com baixo potencial de uso (PEDRON, 2005).

Desta maneira, esta unidade apresenta restrições quanto a uso e ocupação refletidas no baixo índice de urbanização desse local, exibindo nas áreas íngremes uma exuberante vegetação nativa. No entanto, as porções urbanizadas e modificadas pela ação antrópica, a partir de corte e aterro para construção de moradias ou de vias de circulação, desestabilizam

as encostas e potencializam o desencadeamento de movimentos de massa (deslizamentos ou queda de blocos). Nessa unidade pode-se observar também, ao longo da encosta, feições associadas à extração de brita em rocha vulcânica.

A unidade de Morros Isolados compõe a menor unidade do Perímetro Urbano de Santa Maria, 335 ha. São formas isoladas de morrotes com topos convexizados (morros testemunhos) chamados regionalmente “Morro Cerrito” e “Mariano da Rocha”. As cotas desses morrotes isolados variam entre 130 e 246 m, com declividades superiores a 15%, aumentando em direção às áreas mais elevadas e atingindo inclinações maiores a 30% (DAL’ASTA, 2009).

Conforme Robaina, Cassol e Medeiros (2002), nas porções superiores dos morrotes ocorre uma fina cobertura formada por rocha vulcânica e arenitos eólicos provenientes da Formação Botucatu. Esta camada, por apresentar maior resistência, comporta-se como uma camada mantenedora, preservando a forma. Na base e nas porções médias os morrotes, são constituídos de rochas sedimentares areníticas e lamíticas, derivadas das Formações Caturrita e Santa Maria. Os solos que compõem a base dos morrotes são os argissolos, e nas porções superiores são os neossolos.

5.3.2.2 *Colinas*

Esta unidade abrange uma área de 8.958 há compartimentada em três subunidades: Colinas de Arenitos e Lamitos, Colinas de Arenito e Colinas de Lamito e Arenito. Nessas colinas situa-se grande parte da ocupação urbana, inclusive o centro da cidade, caracterizando áreas de ondulações suaves (coxilhas). São colinas morfologicamente côncavo-convexas e tabuliformes onde ocorrem processos erosivos do tipo ravina e voçorocas (Figura 5).

A subunidade Colinas de Arenito e Lamito é, topograficamente, suavemente ondulada e representa o relevo mais próximo das encostas, com altitudes entre 90 e 200 m e declividades que variam entre 5 e 15%. Para Dal’Asta (2009, p. 114), “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”.



De acordo com a mesma autora, há uma sequência de rochas de lamitos (Formação Santa Maria), encobertas por arenitos (Formação Caturrita), que mantém a estrutura mais elevada. Sendo que, associada a essas áreas, nos afloramentos da Formação Santa Maria, ocorre erosão em sulcos, ravinas e voçorocas. Destaca-se que a ocupação da cidade teve início sobre a ampla colina de topo plano localizada na porção central.

A subunidade Colinas de Arenito situa-se no extremo oeste da cidade e compreende uma área de 1.425 ha. São colinas suavemente onduladas, amplitude de até 60 m e topo côncavo-convexo. As declividades variam entre 5 e 15% e as altitudes não transcendem 136 m. Compostas por rochas da Formação Rosário do Sul e da Formação Santa Maria, membro Passo das Tropas, comportam as áreas de maior recarga do aquífero que serve a cidade (MACIEL FILHO, 1990).

A subunidade Colinas de Lamito e Arenito é a mais significativa em área, 4.117 ha, ocupando as porções sul e leste da cidade. Sucodem altimetrias de até 130 m e declividades inferiores a 5%. Conforme Dal'Asta (2009), são individualizadas pela ocorrência de colinas suaves de substrato intercalado por lamitos e arenitos finos da Formação Santa Maria, apresentando processos erosivos do tipo sulcos, ravinas e voçorocas. Associam-se também, as Colinas de Lamito e Arenito, colinas de vertentes alongadas de topo plano e amplitudes de até 40 m.

5.3.2.3 Planícies e Terraços Fluviais

As subunidades das Planícies Aluviais e dos Terraços Fluviais, somadas, abrangem 2.294 ha da área de estudos, cuja gênese está associada à deposição de sedimentos fluviais, caracterizando os depósitos recentes e os terraços fluviais. As planícies distinguem-se dos terraços somente pela diferença altimétrica, visto que ambas estão associadas à mesma gênese e a material sedimentar (Figura 6).

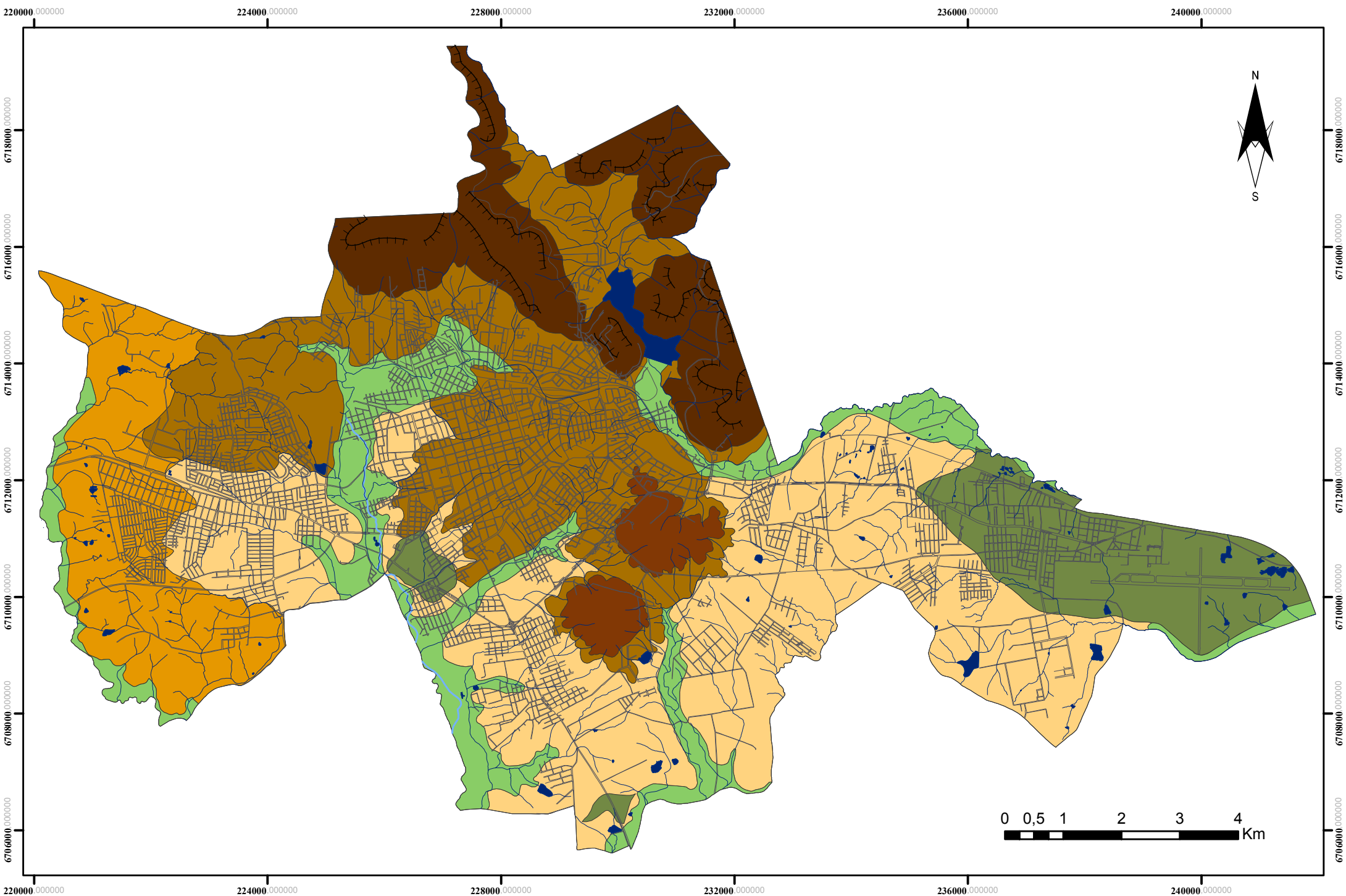


Figura 6: Em primeiro plano a planície aluvial do Arroio Cadena, e, ao fundo num nível topográfico mais elevado, terraço fluvial associado ao Arroio Cadena.

Créditos: Dal'Asta (2009)

A subunidade das Planícies Aluviais abarca 1.488 ha, caracterizando-se por morfologias planas formadas por depósitos recentes associadas à rede de drenagem. Alguns trechos da planície de inundação desenvolvem canais meândricos, promovendo o assoreamento das margens e exibindo pontos de erosão e deposição. Essas planícies não excedem declividades superiores a 2% e, de acordo com Robaina *et al* (2002), são depósitos constituídos por frações de rochas vulcânicas e sedimentares transportadas e depositadas durante os períodos de cheias, quando a carga em suspensão é sedimentada ao longo da planície de inundação. Apresentam-se como áreas sujeitas a inundação e processos de erosão de margem e, igualmente, compreendem áreas mal drenadas e lençol freático próximo à superfície, o que resulta em acúmulo de água em muitos locais, formando solos hidromórficos sujeitos a problemas geotécnicos e, relacionadas a isso, são áreas sujeitas a inundações e a processos de erosão de margem.

Os Terraços Fluviais ocorrem associados aos depósitos dos Arroios Cadena, Passo das Tropas e, sobretudo, Vacacaí Mirim. Compreendem uma área de 1.203 ha. Distinguem-se por ocorrerem em cotas altimétricas superiores às das planícies aluviais, não estando vulneráveis a inundações, e por comporem atualmente áreas de degradação (MACIEL FILHO, 1990). Os terraços ocorrem isolados e situam-se em cotas entre 70 e 110 m, promovendo um deslocamento lateral do canal durante o processo de entalhamento. A morfologia é caracterizada pela presença de colinas suaves a suavemente onduladas e declividades inferiores a 15%, com predomínio de inclinações inferiores a 2%. A erosão, embora pouco significativa, é o processo característico dessa unidade (DAL'ASTA, 2009).



MORFOLOGIA		MORFOMETRIA		LITOLOGIA	DINÂMICA SUPERFICIAL
		Declividade	Altimetria		
Padrões de Relevo	Características				
Padrão em Formas de Morros da Serra Geral	Relevo fortemente ondulado com presença de vertentes escarpadas , drenagem encaixada, predomínio de topos convexos.	> 30%	170 a 436 m	Rochas vulcânicas com intercalações de arenitos eólicos. Na base arenito é composta por arenitos da Formação Caturrita.	Erosão e movimentos de massa do tipo queda de blocos e escorregamentos
Padrão em Forma de Morrotes isolados da Serra Geral	Relevo ondulado, forma de morrotes de topo convexo.	15 a 30%	115 a 240 m	Rochas vulcânicas, arenitos e lamitos.	Erosão e movimentos de massa - deslizamento
Padrão em Forma de Colinas de arenito e lamito	Relevo suave ondulado, colinas predominantemente de topos planos	5 a 15%	90 a 200 m	Arenitos e lamitos da Formação Caturrita e Santa Maria	Erosão laminar e linear - Ravinas e voçorocas
Padrão em Forma de Colinas de arenitos	Relevo suave ondulado, colinas côncavo-convexas-convexas	5 a 15%	70 e 140 m	Arenitos finos da Formação Rosário do Sul e arenitos médios do Membro Passo das Tropas da Formação Santa Maria.	Erosão laminar e linear - Ravinas e voçorocas
Padrão em Forma de colinas de lamito e arenito	Relevo suave, colinas de topo plano e vertentes alongadas.	5 a 15%	70 a 130 m	Litologia da Formação Santa Maria	Erosão laminar e linear - Ravinas e voçorocas
Padrão em Forma de Planícies Fluviais – Planícies Aluviais	Relevo plano associado à rede de drenagem	Até 2%	60 a 94 m	Depósitos recentes. Fragmentos de rochas vulcânicas e sedimentos, transportados, depositados e sedimentados ao longo da planície de inundação em períodos de cheias.	Área de acumulação sujeitas a inundações. Processos erosivos nos canais fluviais.
Padrão em Forma de Planícies Fluviais – Terraços Fluviais	Relevo suave a suave ondulado	2 a 15% predominando declividades < 2%	Altitudes 70 e 115 m	Depósitos recentes que se diferem das planícies aluviais por situarem-se em cotas altimétricas mais elevadas	Erosão laminar e linear - Sulcos e ravinas

Convenções Cartográficas	
	Rede de Drenagem
	Canal Original - Arroio Cadena
	Barragens
	Rebordo do Planalto
	Malha Urbana
	Perímetro Urbano

Mapa 9: Compartimentação Geomorfológica do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000
 Fote: Dal'Asta (2009)
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura
 Adaptação e Edição Gráfica: Tania Cristina Gomes

6 PROCESSO HISTÓRICO DAS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO⁴

“O passado é lição para se meditar,
não para reproduzir.”

Mario de Andrade,
Prefácio Interessantíssimo *in* Paulicéia Desvairada (1921)

Este capítulo perpetra uma revisão sobre a evolução urbana do município de Santa Maria, resgata aspectos históricos sobre o processo de urbanização e destaca os principais fatos que produziram modificações significativas na configuração espacial do Perímetro Urbano. São identificadas as intervenções e derivações ambientais decorrentes da ação antrópica, a partir da investigação das intervenções antropogênica sobre as formas de relevo ao longo do tempo.

Deste modo, inicia-se este capítulo a partir da revisão bibliográfica a respeito da dinâmica da urbanização do município de Santa Maria, com base em trabalhos geográficos considerados referências sobre a temática da evolução urbana. Estes estudos permitiram o entendimento do processo de urbanização e do contexto político-sócio-econômico que condicionou as principais características da expansão urbana, sobretudo possibilitando a identificação de períodos expressivos dessa urbanização particular.

Para subsidiar informações que contemplassem a compreensão do processo de urbanização foram analisados obras e relatos de viajantes naturalistas, como Saint-Hilaire (1987), além de material iconográfico, em busca de feições resultantes da ação antrópica. Buscou-se também como referências autores que abordassem a evolução urbana sob diferentes aspectos e temporalidades.

As obras de Beltrão (1958), Belém (2000), Rechia (1999) e Marchiori e Filho (1997) atenderam à base histórica. As obras de Bolfe (2003) e Dal'Asta (2009) proporcionaram uma análise voltada ao entendimento de períodos mais recentes da evolução urbana, bem como das

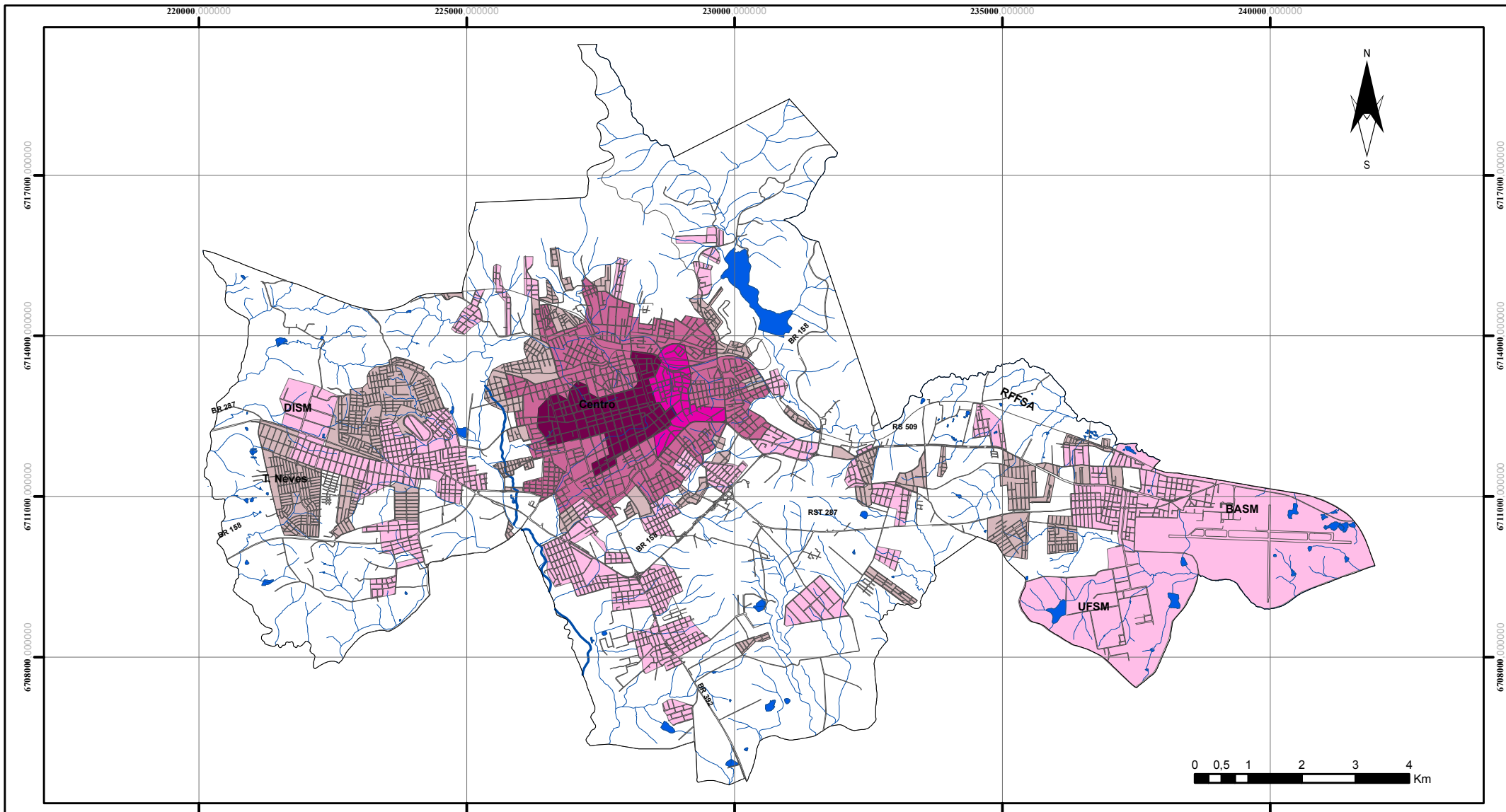
⁴ CLARK (1991) define urbanização como processo social frente às mudanças comportamentais e sociais que sucedem na sociedade e conceitua o crescimento urbano como processo espacial e demográfico em uma determinada sociedade, sendo que ambos os movimentos estabelecem-se a partir de aspectos espaciais e sociológicos inerentes ao desenvolvimento urbano. Porém, ressalta-se que os conceitos de “cidade” e de “urbanização”, que promovem ampla discussão para a Ciência Geográfica, neste trabalho não objetivam essa contenda. Considera-se como marco da urbanização brasileira o fim do século XIX, no entanto, para análise das mudanças antropogênicas decorrentes do processo de urbanização na área estudada, julgou-se pertinente a análise de períodos anteriores. Portanto, os termos “cidade”, “área urbana” e “urbanização” são aplicados em distintos períodos, autônomos de o período caracterizar fases anteriores ou posteriores ao fim do século XIX.

alterações ocorridas no ambiente em decorrência do processo de urbanização. Os estudos realizados por Dal'Asta (2009) reúnem um dossiê completo sobre as condições geoambientais do Perímetro Urbano de Santa Maria, a partir da elaboração do zoneamento geoambiental do Perímetro Urbano. Igualmente, merece destaque, devido à importante colaboração, a pesquisa de Salamoni (2008), a qual apresenta um estudo conciso sobre o crescimento urbano por extensão, a partir da implantação de loteamentos e suas repercussões morfológicas no tecido urbano em períodos distintos da história de Santa Maria.






A partir dos trabalhos mencionados chegou-se então à definição do recorte temporal, fundamentada em acontecimentos de períodos de maior alteração espacial do tecido urbano, ou seja, períodos que incidiram sobre a inserção de novos loteamentos, conjuntos habitacionais, criação do campus universitário ou elementos morfológicos significativos diante da estrutura espacial da cidade, como a criação de novas ruas, traçados de linha férrea, anéis rodoviários e canalização de arroios (Quadro 5). Deste modo, foram selecionados cinco períodos distintos para a análise evolutiva da acumulação das intervenções antrópicas sobre as morfologias de relevo, decorrentes do processo de urbanização, resultando em um mapa sobre a expansão urbana de Santa Maria (Mapa 10).

Períodos	Fatos significativos que ocasionaram modificações na configuração espacial do Perímetro Urbano
1801 a 1885	Natureza Embrionária do Sítio Urbano de Santa Maria – Do Tratado de Santo Idelfonso a Emancipação Político-admirativa
1885 a 1914	A Implantação da ferrovia e da estação Ferroviária
1914 a 1946	Surgimento dos primeiros loteamentos urbanos
1946 a 1979	Implantação da Universidade Federal de Santa Maria e composição de novos vetores de expansão urbana
1979 aos dias atuais	Urbanização Consolidada






Quadro 5: Períodos propostos para a análise evolutiva da urbanização e alterações antropogênicas



Legenda

- | | | | |
|---|-----------|---|---------------|
|  | 1801-1885 |  | 1946-1979 |
|  | 1885-1914 |  | A partir 1979 |
|  | 1914-1946 | | |

Convenções Cartográficas

-  Malha Urbana
-  Perímetro Urbano
-  Rede de Drenagem
-  Canal original - Arroio Cadena
-  Barragens

Mapa 10: Expansão Urbana de Santa Maria - RS

Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000
 Fonte: Bolfe (2003); Dal'Asta (2009)
 Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura
 Adaptação e Edição Gráfica: Tania Cristina Gomes

6.1 A Natureza Embrionária do Sítio Urbano de Santa Maria – Do Tratado de Santo Idelfonso a Emancipação Político-Admirativa (1801 a 1885)

De acordo com Scarlato (1995), a origem das primeiras grandes cidades brasileiras esteve intrinsecamente ligada à função de porto comercial e à função militar, sendo que os primeiros núcleos urbanos surgiram nas planícies e terraços litorâneos, uma vez que serviam de pontos de ligação entre a colônia e a metrópole. Desta maneira, a fundação das cidades do Brasil Colônia associa-se a funções militares e administrativas como, por exemplo, Salvador e Rio de Janeiro. Como fortificações militares surgiram Porto Alegre, Florianópolis, Vitória, Fortaleza, Olinda e Óbidos. Subsequentes surgiram sobre linhas demarcadoras de domínio territorial português, como Vila Bela, Corumbá (MT) e Santa Maria (RS), no século XVIII. Outras, ainda, originaram-se de centros de atividades jesuíticas, em aldeamentos indígenas com fins de catequização ou mesmo de apropriação do território pelo interior do país (BOLFE, 2003).

Com a crescente atividade exploratória do Brasil Colônia acendem ciclos econômicos na conjuntura econômica colonial, inicialmente com os ciclos do pau-brasil e da cana-de-açúcar. Com a crise da agricultura em fins do século XVII e século XVIII, o ciclo da mineração do ouro e da prata se desenvolve impulsionando o crescimento de cidades no interior do território nacional, fato anteriormente não consentido pela Coroa que buscava ocupar áreas litorâneas. A circulação pelo interior do território nacional se intensifica com o ciclo do gado culminando com o surgimento de mais algumas cidades, como, por exemplo, Sorocaba, Pouso Alegre, Passo Fundo, Juazeiro, Feira de Santana entre outras. Marca-se, assim, um período de integração do Rio Grande do Sul com o resto do país, visto que entre o final do século XVIII e início do século XIX a pecuária gaúcha deu um grande salto ao fornecer gado e charque para as áreas de lavouras de exportação e de mineração (SCARLATO, 1995, BOLBE, 2003).

Por conseguinte, a contemporânea configuração territorial rio-grandense resultou de um demorado e prolixo processo de ocupação territorial. O Rio Grande do Sul, por possuir uma costa litorânea praticamente linear e não ser dono de um litoral que possuísse portos marítimos naturais, retardou o seu processo de ocupação e somente foi ocupado cerca de dois séculos após o Brasil ter sido colonizado pela Coroa portuguesa (LAZZAROTO, 1976). A formação do Rio Grande do Sul está atrelada ao contexto geopolítico de disputas territoriais entre espanhóis e portugueses (século XVIII). Estabelecido pelo Tratado de Tordesilhas, as

terras a oeste da linha imaginária pertenciam à Coroa espanhola e a leste, à Coroa portuguesa. Nesse período todo o território rio-grandense, assim como Santa Maria, pertencia à Espanha. No entanto, a fim de demarcar limites, é organizada a Primeira Comissão Demarcadora de Limites, mas como o Tratado de Madri estabelecia que os Sete Povos das Missões tinham sido trocados pela Colônia de Sacramento, deflagra-se a Guerra Guaranítica (1752 – 1756) originando inúmeras batalhas entre a Comissão Demarcadora e os indígenas (SALAMONI, 2008).

Com o reestabelecimento do Tratado de Tordesilhas a partir da anulação do Tratado de Madri pelo Tratado de El Pardo (1761), o território rio-grandense passou à Coroa espanhola e com isso explodiu a guerra entre espanhóis e portugueses por disputas territoriais. Essas disputas territoriais somente cessaram com o estabelecimento do Tratado de Santo Idelfonso (1777), e assim o território de São Pedro do Rio Grande fica dividido ao meio, no sentido longitudinal, passando os limites nas imediações de Santa Maria atual (SALAMONI, 2008).

Assim, nasceu Santa Maria, embrionária de acampamentos militares e uma batalha de prolixos anos entre portugueses e espanhóis que, ao terem cumprido o Tratado de Santo Idelfonso (1777), permitiram que a comissão espanhola-portuguesa, em 15 de abril de 1784, chegasse ao Rincão de Santa Maria e acampasse no Passo do Santa Maria, na margem ocidental do canal original do Arroio Cadena, atual Passo d'Areia (BELTRÃO, 1958, BELÉM, 2000).

Apesar do acordo de paz entre espanhóis e portugueses estabelecido pelo Tratado de Santo Idelfonso (1777), vivia-se em constante clima de desconfiança e, de acordo com documentos oficiais, o então Governador do Rio Grande, Sebastião Xavier Da Veiga Cabral da Câmara, enviou uma carta ao Comissário da 2ª Subdivisão da Comissão Demarcadora, Coronel Francisco João Róscio, e ordenou que a Partida Portuguesa se pusesse em marcha, descendo a Serra de São Martinho do Monte Grande e chegando à primeira guarda denominada “Arroio dos Ferreiras”, arranjando-se em lugar apropriado a duas a três léguas de distância (SALAMONI, 2008).

De acordo com Salamoni (2008), dada a experiência militar dos homens da Comissão Demarcadora, as novas instalações do acampamento deveriam obedecer a requisitos sobre posição estratégica, tendo lugares mais elevados que os do entorno para prevenir a chegada de inimigos e também para facilitar o escoamento das águas e evitar enchentes, além de garantir bom suprimento de madeira e água potável. Desta maneira, o local escolhido foi um divisor de águas, com o arroio Itaimbé no lado leste e as nascentes de um pequeno arroio na sua face

oeste, este localizado a cerca de sete quilômetros a leste da Guarda Portuguesa de São Pedro, então Passo dos Ferreiros. Coaduna-se com essas reflexões Belém (2000, p. 32) ao destacar que as “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”.

No entanto, a origem de Santa Maria, além de estar vinculada ao processo de formação do Estado, está ligada inicialmente às missões jesuíticas do século XVIII, que implantaram no local onde viviam as tribos indígenas dos Minuanos e dos Tapes um posto missioneiro denominado “Guarda de Santa Maria”. Posteriormente o local passa a existir no contexto geopolítico assinalado por disputas territoriais, demarcado por acampamentos militares situados primeiramente às margens ocidentais do arroio Cadena e, posteriormente, sobre o divisor de águas do arroio Itaimbé.

Contudo, é fato histórico e documentado que a cidade de Santa Maria originou-se a partir de um povoamento estimulado pela localização do acampamento da 2ª Subdivisão Demarcadora que, em 1797, veio armar seus ranchos em local pertencente à estância do padre Ambrósio José de Freitas, no Rincão de Santa Maria (BELTÃO, 1958). Essa comissão somava mais de cem pessoas (militares, artífices, capatazes, peões, esposas e filhos de camponeses) e, em apenas um ano, dobrou a população e o pequeno acampamento já se encontrava melhor estruturado com ranchos de moradias, depósitos de materiais, escritórios, quartel e a primeira capela (BELÉM, 2000, MARCHIORI; FILHO, 1997).

Santa Maria, de 1797 até 1801, restringia-se a apenas um acampamento militar, quando, em agosto de 1801, chegou a notícia da guerra entre Espanha e Portugal. O Governo do Continente de São Pedro do Rio Grande extinguiu a 2ª Subdivisão da Comissão Demarcadora ordenando seu deslocamento para Porto Alegre e Rio Pardo, e em outubro a comissão deixa a povoação e seu pequeno núcleo de habitantes e Santa Maria deixa de ser um acampamento militar e torna-se um povoado, compondo o embrião do sítio urbano do atual município de Santa Maria constituído por cem casas abrigando cerca de oitocentos habitantes localizados sobre uma coxilha, sítio apropriado para a acomodação de um acampamento militar, como ilustra a figura 7. (BELTRÃO, 1958, BELÉM, 2000).



Figura 7: Rua do Acampamento – 1890

Fonte: Belém, 1989

Cabe salientar que Santa Maria não teve uma fundação oficial, assinalada em marco histórico, uma vez que sua natureza embrionária envolveu um acampamento militar que não tinha como objetivo fundar um povoamento, e não havia a menor pretensão de emergir uma fortificação; era apenas um acampamento militar provisório que acabou por se tornar um aglomerado de moradores pela presença de um oratório, um capelão e pequenos comerciantes, com tendência a desaparecer. No entanto, após a retirada da Comissão Demarcadora o pequeno núcleo recebeu alguns imigrantes, cerca de cinquenta famílias guaranis provenientes das Missões que se instalaram em uma área denominada “Aldeia”, atualmente a Avenida Presidente Vargas, cuja denominação anterior era “Estrada da Aldeia”. E entre 1802 e 1803 a povoação recebeu grupos oriundos de Rio pardo, Cachoeira, Taquari, Triunfo, Viamão e São Paulo, a maioria açoriana ou descendente de açorianos (BELTRÃO, 1958).

Com o período conturbado da Revolução Farroupilha (1835), o pequeno povoado de Santa Maria presenciou um período de crise resultando em prejuízos ao seu crescimento, pois após apenas um ano de guerra o povoado foi abandonado pela maioria das famílias e a maioria das casas comerciais foram fechadas, restando apenas uma igreja abandonada (BELTRÃO, 1958). A chegada dos primeiros imigrantes alemães estabelece o comércio impendendo o declínio do povoado, e então, em 1837, o Curado é elevado à categoria de

Freguesia de Santa Maria da Boca do Monte (Figura 5). Em 16 de dezembro de 1858, acontece a emancipação político-administrativa quando o território de Santa Maria é desmembrado de Cachoeira do Sul (ZILLMER, 1991). Nesse período inicia-se, também, a ocupação das áreas das encostas e várzeas, o desbravamento da mata nativa e o estabelecimento de pequenas propriedades para a prática de atividades agropastoris (BOLFE, 2003).

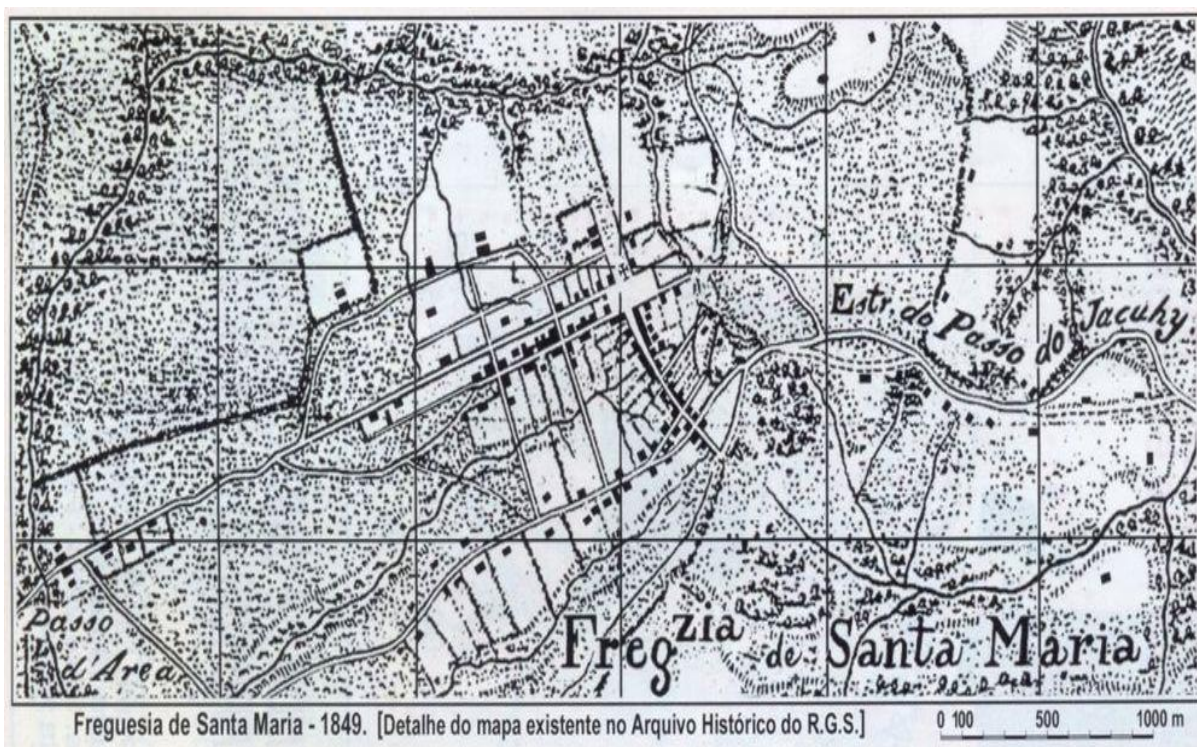


Figura 8: Freguesia de Santa Maria da Boca do Monte

De acordo com Marchiori e Filho (1997), a primeira aglomeração urbana deu origem à Praça Saldanha Marinho e às principais vias da cidade (Figura 9). No entanto, as primeiras “artérias” foram delineadas em razão do trânsito diário dos habitantes ao trabalho, como enfatiza Belém (1989):

As principais artérias, delineadas em razão do trânsito mais forçado pelo labor diário dos habitantes, tomaram os nomes: de Rua Pacífica, a que descia a colônia em direção ao Passo da Areia, e que, hoje, é a Doutor Bozzano, tendo antes sido por muitíssimos anos, do Comércio; e de Rua São Paulo, aquela em que estavam localizados o quartel, o escritório da comissão técnica e alguns ranchos confortáveis de moradia de famílias de oficiais. A essa, logo após da retirada da Partida Demarcação, foi dado o nome de Rua do Acampamento para perpetuar-se a lembrança daqueles que, em última análise, foram os fundadores de Santa Maria. (BELÉM, J., 1989, P. 30-31).

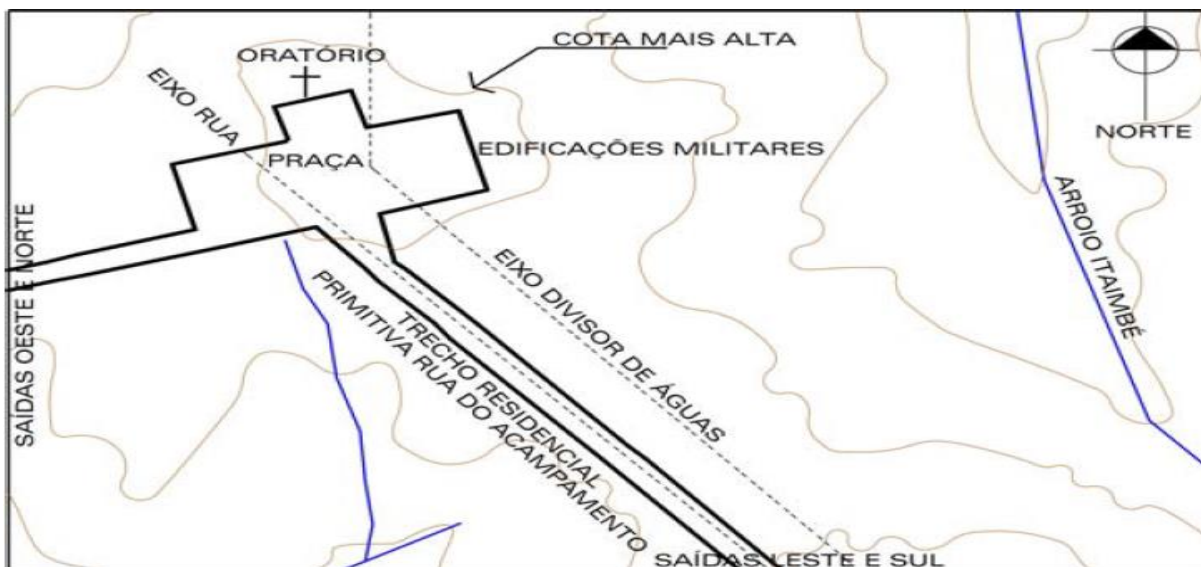


Figura 9: Croqui do núcleo urbano – acampamento militar do Rincão de Santa Maria em 1797

Fonte: Salamoni (2008) baseado em relatos de Beltrão (1958)

Ao analisar o croqui reproduzido por Salamoni (2008) é possível inferir que o traçado das ruas percorre os cumes das coxilhas continuamente pelos divisores de águas e raramente pelos talvegues. Auguste Saint-Hilaire, botânico naturalista, ao realizar a primeira expedição pelo interior do Rio Grande do Sul, em 1821, descreveu a Vila de Santa Maria:

A vila de Santa Maria, chamada geralmente capela de Santa Maria, localiza-se em posição bucólica, a meio quarto de légua da Serra. Está construída numa colina muito irregular; de um lado, avista-se uma alegre planície, revestida de pastagens e de tufos de capim; do outro lado, a vista é limitada por montanhas cobertas de florestas sombrias e espessas. A vila se compõe, atualmente, de umas 30 casas, que formam um par de ruas, onde existem várias lojas comerciais bem montadas. A capela, muito pequena, acha-se numa praça, ainda em projeto (SAINT-HILAIRE, 1987, p. 338).

Outra descrição pertinente refere-se ao relato de Robert Avé-Lallemant, que em 1858 realiza uma expedição pela região e observa a cidade a partir da serra, ao norte, narrando a vista ao sul como um horizonte de terras mais baixas:

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, 1858 *apud* MARCHIORI, 2004, p. 90).

Em termos documentais e de leis de criação do município, Santa Maria inicialmente pertencia ao município de Cachoeira como distrito, este criado com a denominação de “Santa

Maria da Boca do Monte” pela Lei provincial n.º 6, de 17 de novembro de 1837. Fora elevado à categoria de vila com a denominação de “Santa Maria da Boca do Monte” pela Lei provincial n.º 400, de 16 de dezembro de 1857, instalada em 17 de maio 1858 e emancipada de Cachoeira, sendo que em 19 de junho de 1858 é aprovado o primeiro Código de Posturas do Município (BELTRÃO, 1958).

A Câmara Municipal foi instalada numa antiga casa colonial situada na Rua Pacífico, local correspondente ao atual calçadão, centro histórico da cidade. Santa Maria em 1858 possuía 5.110 habitantes distribuídos em dois distritos, entre esses habitantes “20 libertos e 966 escravos” (BELÉM, 2000). Deste total de habitantes, 2905 moravam na Vila Santa Maria da Boca do Monte e 2205 pertencia à Vila Pau Fincado (MORALES, 2008). Desta maneira, a conformação espacial e organização territorial desse período restringem-se a “uma zona destinada ao uso residencial e um campo aberto, algo como uma praça de armas, onde ficava a ala destinada ao setor de comando, depósitos e o Oratório do acampamento” (SALAMONI, 2008, p. 152).

Nos anos entre 1801 a 1885, período referente à primeira mancha urbana, a população correspondia a 6.858 habitantes. Porém, esse período apresentou o único decréscimo ocorrido em seu contingente populacional. De acordo com Bolfe (2003), o aglomerado urbano em 1835 contabilizava 2.905 habitantes, o que, comparado ao contingente populacional dos anos de 1858, 2.290 habitantes, comprova o decréscimo populacional que decorrerá de períodos de conflitos políticos. A Revolução Farroupilha gerou instabilidade no Rio Grande do Sul, pois impossibilitava as pessoas de convergirem para as terras gaúchas impedindo o crescimento da Província. Além da revolução, que se estendeu por uma década (1835-1845), outras batalhas somaram-se ao Movimento Farroupilha: a Guerra Grande, contra as forças platinas de Oribe e Rosas, e a Guerra do Paraguai, as quais se alastraram por várias décadas gerando o declínio e a estagnação da economia gaúcha. Após a guerra a Freguesia de Santa Maria retomou seu crescimento.

No ano de 1861 elaborou-se a primeira planta viária de Santa Maria. Confeccionada pelo agrimensor Otto Brinckman, marcou um trabalho importante, pois levou o poder público, em 1865, a criar iniciativas de desenvolvimento para a cidade (Figura 10). Iniciativas que, após a aprovação da planta na qual foram demarcados os quatro quarteirões e numerados os respectivos terrenos urbanos, eram cedidas, em prazo perpétuo, a quem os requeresse, sob a condição de edificá-las no limite de tempo de um ano (BELÉM, 2000). No ano de 1876 muitas intervenções significativas principiam alterações no ambiente, como destaca Belém

(2000, p. 144) “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”.

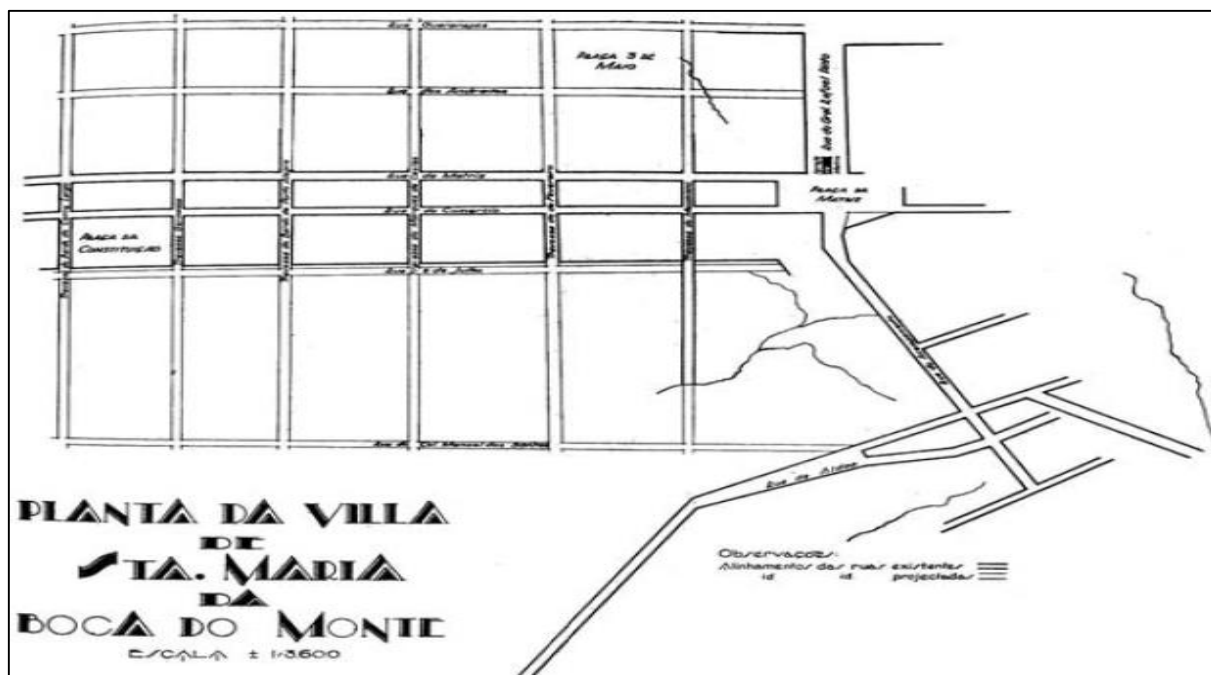


Figura 10: Planta de Santa Maria, organizada por Otto Brinckmann, 1861 (BELÉM, 1933 – não paginado)

De acordo estudos de Salamoni (2008), os anos entre 1861 e 1885 (Figura 11) caracterizaram um período de lenta evolução do tecido urbano. No entanto, houve aumento da densidade urbana em função do crescimento populacional e principalmente pela implantação de uma medida de ceder terrenos para edificação. A principal alteração desse período foi o prolongamento de algumas ruas, nas bordas da cidade, sendo que, no núcleo, a conformação espacial manteve-se a mesma. Outro fato demonstrado no mapa é a presença do primeiro traçado da linha férrea.

Merece destaque a reflexão de Salamoni (2008) que salienta a abertura da picado do Pinhal (1840), a qual diminuía a distância entre Santa Maria e Cruz Alta e tornava a Estrada de São martinho via de condição secundária de deslocamento rumo à região das Missões. O fato trouxe o surgimento de um novo vetor de expansão urbana ao norte da vila e, assim, “do Alto da Eira pelo caminho atualmente representado pela Benjamin Constant até a atual rua Visconde de Ferreira Pinto, e desta até a atual rua Euclides da Cunha; dessa última até a Estrada do Perau. Santa Maria possuía, então, caminhos nas direções norte, sul, leste e oeste” (SALAMONI, 2008, p. 181).

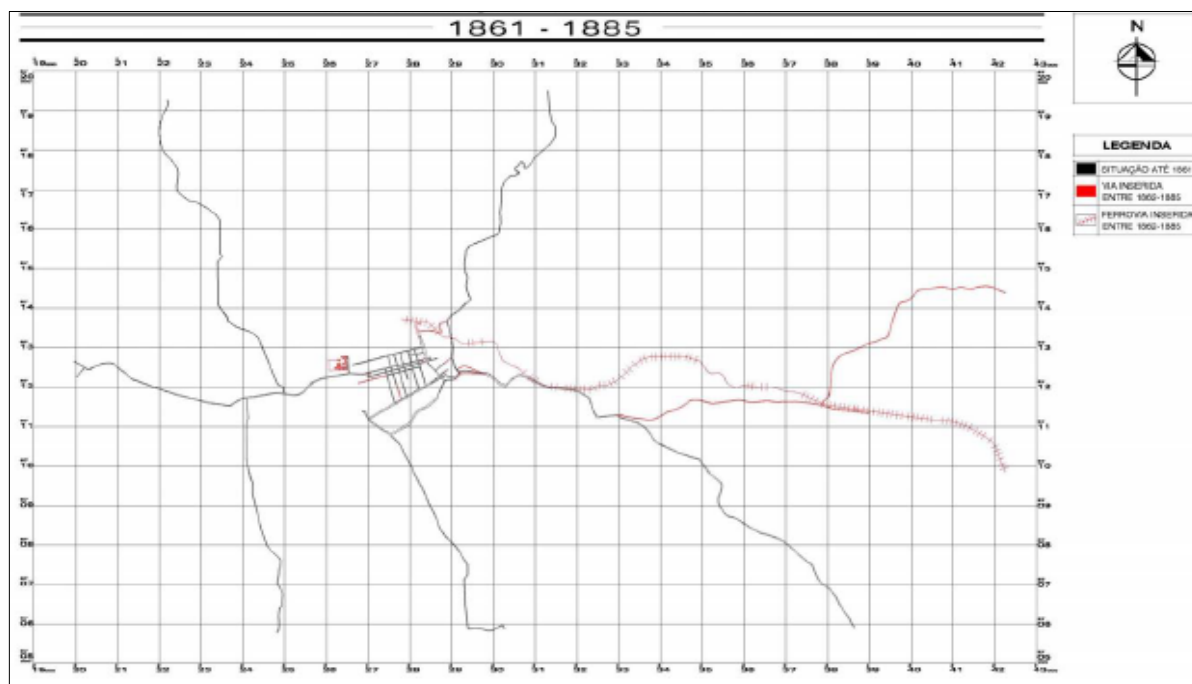


Figura 11: Croqui reproduzido por Salamoni (2008) sobre a evolução urbana de Santa Maria no período entre 1861 e 1885.

Também o mesmo autor faz referências ao relato realizada pelo jurista e político Luiz Alves Leite de Oliveira Bello sobre a configuração urbana local em 1856, que, com cerca de 120 casas térreas, estava mal localizado sobre uma estreita colina ladeada de dois arroios, porém menciona as possibilidades de desenvolvimento local, visto que Santa Maria seria ponto de passagem praticamente obrigatório a quem se deslocasse de Rio Pardo via Cachoeira à Região do Planalto, destacando o novo acesso ao município de Cruz Alta, ou seja, ao Planalto, pela estrada do Pinhal, advertindo os futuros prejuízos sobre São Martinho.

Do período entre o nascimento embrionário e a emancipação de Santa Maria pode-se destacar que, com o reconhecimento do desenvolvimento da vila, foi através da Lei Provincial n.º 1.013, de 6 de abril de 1876, que a vila foi elevada à condição de cidade, passando a ser denominada “cidade de Santa Maria”, pois o núcleo urbano contava com cerca de 3.000 habitantes e aproximadamente 400 residências (BELTRÃO, 1958). A partir dessa Lei Provincial iniciou-se uma série de investimentos e melhorias urbanas, como a publicação do edital de calçamento de uma quadra e meia da Rua do Comércio, em 1877 (atual Doutor Bozzano), apesar de essa obra ter sido concluída em 1895. Em 1879 houve inauguração do novo cemitério (existente até hoje no mesmo local), instalação de iluminação pública a lâmpada nas principais vias e chegou o telégrafo, ligando Santa Maria a Porto Alegre (SALAMONI, 2008).

6.2 A Implantação da Via Férrea e da Estação Ferroviária (1885 a 1914)

O transporte ferroviário, tido no século XIX como um novo setor, é ativado interligando novas cidades, pois a implantação de novas ferrovias articulou de maneira ágil a circulação de mercadorias entre as cidades do interior e os portos, portanto o binômio porto-ferrovia cumpriu um papel significativo para o nascimento e a ampliação dos principais centros regionais e para o fortalecimento das metrópoles brasileiras. (SCARLATO, 1995).

Neste contexto, a rede ferroviária acendeu a estrutura urbana de diversas cidades do país de modo que as “pontas de trilho” ou “entroncamentos ferroviários” aceleraram o crescimento ou originaram jovens cidades que passaram a desempenhar atividades voltadas a atender ao transporte ferroviário. Cita-se o aparecimento de centros comerciais. Nessa conjuntura desenvolveram-se Santa Maria no Rio Grande do Sul, Bauru em São Paulo, Urataí em Goiás, Marília em São Paulo entre outras, atraindo também investimentos para seus centros urbanos (GEIGER, 1963).

Por conseguinte, o evento que levou Santa Maria a um estimável progresso consistiu-se na implantação da primeira linha férrea e na instalação da primeira Estação Ferroviária, fatos expressivos para a história do seu desenvolvimento (Figura 12). Em 10 de setembro de 1885 foram abordados os trilhos da estrada de Ferro Porto Alegre-Uruguaiana no ponto onde se instalaria a primeira Estação Ferroviária de Santa Maria. Em 15 de outubro do mesmo ano foi inaugurado o trecho Cachoeira-Santa Maria (BELTRÃO, 1958). Portanto, o entroncamento das vias férreas, Santa Maria se tornou o principal eixo ferroviário do interior do Estado, ligando a fronteira (Uruguaiana), Porto Alegre e o resto do país. A ligação de Santa Maria, sob trilhos no sentido norte, Planalto, começa no final do Império e termina no Brasil República (1889), como destaca Bernardes (1962):

Esta ferrovia, que partindo de Santa Maria acompanha o grande divisor de águas do Planalto, chegou a Passo Fundo em 1898, mas somente completou a ligação com o norte através do rio Uruguai, em 1910. Neste mesmo ano inicia-se um ramal que, partindo de Cruz Alta, demandava a extremidade sul da floresta do Uruguai (p. 619).



Figura 12: Estação Ferroviária em 1914

Fonte: Acervo Alfredo Rodrigues

Créditos: Venâncio Schleiniger

Neste contexto, nas últimas décadas do século XIX a expansão da mancha urbana é impulsionada pela implantação do sistema ferroviário, da Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA, pois a cidade é considerada o nó ferroviário do centro do Estado. A linha férrea estimulou o avanço e a modernização na cidade, transformando o espaço urbano de Santa Maria a fim de atender a nova demanda de circulação de pessoas e mercadorias (DAL’ASTA, 2009). A Avenida Rio Branco (contínua à Rua do Acampamento), que liga o centro à Estação Ferroviária, tornou-se uma das principais vias da cidade permitindo o estabelecimento de comércio, lojas e hotéis que atendiam às necessidades dos viajantes. Os espaços públicos eram relativamente planejados e bem administrados, situados entre ruas e calçadas largas, canteiros arborizados, áreas de lazer e praças, como a Praça Saldanha Marinho.

Para Salamoni (2008), o período compreendido entre os anos de 1886 e 1902, marcado pela Era da Ferrovia em Santa Maria, apresentou uma nova configuração urbana. Surgiram os primeiros núcleos como o Bairro Itararé, situado na zona norte da cidade, junto à estrada do Pinhal e à ferrovia; Vila Rica, que se situa nos arredores da Igreja do Rosário; Aldeia, região dos arredores da Rua Ipiranga, atual Avenida Presidente Vargas; Alto da Eira, região situada em terrenos mais elevados na entrada da cidade e Passo da Areia, região mais afastada da cidade constituída por chácaras.

Outro registro importante no trabalho de Salamoni (2008) é o fato de que a cidade em 1899 possuía cerca de 6.858 habitantes, sendo que o recenseamento de 1900 apontava 1.323 casas e 7.506 habitantes para a cidade. Assim, se considerar a população anterior à instalação

da ferrovia, a qual contabilizava cerca de 3.000 habitantes distribuídos em 400 casas, o crescimento demográfico é expressivo, pois Santa Maria cresceu mais em 15 anos de ferrovia do que em 84 anos desde a origem de seu núcleo. Logo, a partir da pressão demográfica causada pelo crescimento populacional, fizeram-se necessários a abertura de novas vias de circulação e o agenciamento de novas áreas até então desconhecidas, como evidencia o figura 13 reproduzido por Salamoni (2008).

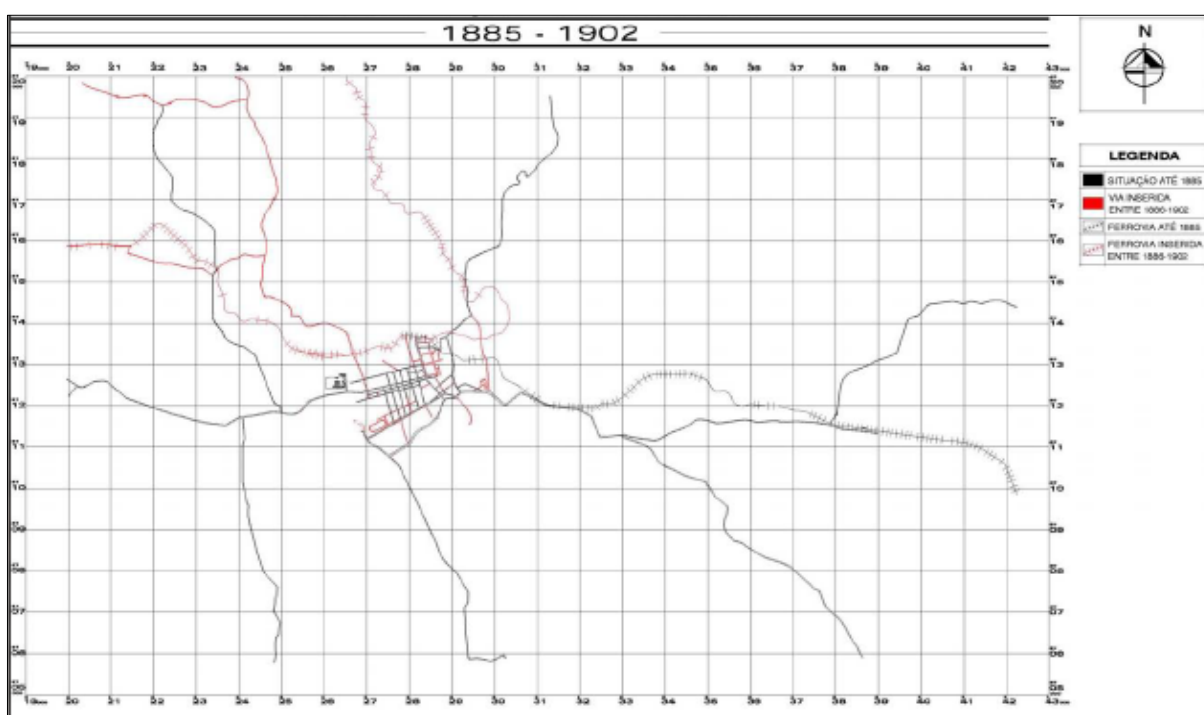


Figura 13: Croqui reproduzido por Salamoni (2008) sobre a evolução urbana de Santa Maria no período entre 1885 e 1902.

De acordo com Bolfe (2003), a instalação da ferrovia, além de permitir o importante entroncamento ferroviário para escoamento da produção, fez com que a Estação Férrea se tornasse um polo ferroviário, favorecendo melhorias nos equipamentos de infraestrutura urbana e atraindo imigrantes para a região. Dentre essas melhorias surgiram a energia elétrica, os serviços postais, a rede telefônica, o calçamento nas ruas centrais e a pavimentação da Avenida Rio Branco.

Destaca-se, neste período, a chegada de imigrantes italianos em 1877 para a colônia de Silveira Martins. Em 1881 inicia-se a construção da estrada entre Santa Maria e a colônia italiana, finalizada em 1882 (BELTRÃO, 1958). Esse caminho dirigia-se de Arroio Grande até o local onde é estação férrea de Camobi, denominada “Estação Colônia” por ser o ponto de desembarque mais próximo das colônias italianas, como observa Salamoni (2008):

Esta estrada da colônia (atualmente denominada Rua Antônio Gonçalves do Amaral) se encontra com a Estrada Geral Santa Maria-Cachoeira (atual estrada municipal para Pains) no local onde atualmente é o Bairro São José, sendo esse local um importante entroncamento na época e por muitas décadas posteriormente (p. 199).

Igualmente, para este período destaca-se a “verdadeira vocação urbana de cidade que, nascendo de um acampamento com função geopolítica, evoluiu para manifestação urbana, com nítida função militar, e atinge a condição de cidade ferroviária” (BERNARDES, 1985, p. 178). Desta maneira, o contexto histórico de Santa Maria abordado até o final do século XIX representa a compreensão da natureza do seu sítio urbano que, embrionário de um acampamento militar com função geopolítica, evoluiu para uma aglomeração urbana de proeminência regional (Figura 14).



Figura 14: Praça Saldanha Marinho em 1905. À direita, Rua do Acampamento
Fonte: Marchiori; Noal Filho (1997, p. 87)

É importante destacar que, entre os anos de 1901 e 1903, o engenheiro belga Gustave Wauthier projetou a Vila Belga no centro da cidade para servir de moradia aos funcionários da companhia belga *Compagnie Auxiliare des Chamins de Fer au Brésil*, que tinham vindo para construir as ferrovias. Foram construídas 80 residências, térreas e geminadas, conformando 40 edifícios em quatro ruas principais e cinco quarteirões. Atualmente a Vila é considerada patrimônio histórico e cultural do município (Lei municipal n.º 2.983/88, de 6 de

janeiro de 1988). Das 80 casas construídas, 79 mantêm sua originalidade e uma foi completamente descaracterizada (Figura 15).



Figura 15: Imagem panorâmica atual da Vila Belga

Fonte: Galeria de fotos da Prefeitura Municipal de Santa Maria – RS

Em 1902 é promulgada a nova Lei Orgânica do Município, visando ao regramento da urbanidade de Santa Maria. Nessa época a cidade contava com cinco principais núcleos: Itararé (situado na zona norte, junto à estrada do Pinhal e à ferrovia), Alto da Eira (região de topografia mais elevada situada na entrada da cidade), Vila Rica (arredores da Igreja do Rosário a oeste), Aldeia (atual Av. Presidente Vargas, anteriormente chamada de Aldeia) e Passo da Areia (região de chácaras, mais afastada da cidade). Observa-se então uma descentralização espacial da cidade, havendo o gerenciamento de novas áreas até então desconsideradas. Assim, inicia-se o parcelamento e novas vias são incorporadas ao tecido urbano como, a leste da Avenida Rio Branco, a ocupação do entorno do atual Bairro do Rosário (SALAMONI, 2008).

Outro importante resgate histórico realizado por Salamoni (2008) é da criação do primeiro anel viário da cidade a partir da abertura da estrada da Caturrita até São Martinho, florescendo um novo vetor de crescimento urbano representado pelo novo traçado dessa estrada (atual Av. Borges de Medeiros), pois a Estrada do Pinhal agora possuía uma variante (ligação norte e atual Euclides da Cunha) que a conectava com a Estrada Geral da Alemoa (atual Av. Dores), formando-se assim o primeiro anel viário leste de Santa Maria. Desta maneira, também se observa o polígono via férrea ao norte- Estrada da Caturrita a oeste- Estrada das Tropas ou Ipê ao sul, o qual delimitou por muitos anos a zona urbana de Santa Maria.

É neste contexto que a expansão da mancha urbana da cidade está inserida, impulsionada pela implantação do sistema ferroviário (Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA) e articulada pela criação do primeiro anel viário. Destacando que, nesse período, o espaço urbano passa a expandir suas extensões para além das áreas centrais e seu entono, em direção sul e leste, mesmo que incipiente, já demonstrando novos vetores de crescimento.

6.3 Surgimento dos Primeiros Loteamentos em Santa Maria (1914 a 1946)

Neste período a cidade de Santa Maria era considerada uma das cidades mais prósperas do interior do Estado devido a seu cenário econômico, baseado na diversidade de fontes de riqueza e intimamente influenciado pelo setor ferroviário que culminava com o surgimento de hotéis, bares e restaurantes para atender à demanda de uma população crescente e à movimentação de pessoas trazida pela Estação Ferroviária (MARCHIORI; FILHO, 1997). Embora a construção da ferrovia tenha consolidado um importante marco para o desenvolvimento da cidade, um novo período iniciou-se com a implantação do primeiro quartel general do Exército Brasileiro em 1909. Essa implantação proporcionou a abertura do serviço militar em Santa Maria, o que favoreceu com o passar dos anos o crescimento populacional (RECHIA, 1999).

Em 1916 a população estimada era de 17.500 habitantes e tinha 3.000 edificações, contando com quatro instituições bancárias e duas imprensas de escritas locais. Em 1918, o engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito é contratado pelo então intendente municipal, Dr. Astrogildo de Azevedo, para elaborar o projeto de saneamento da cidade, o qual foi executado e finalizado após 1929 pela empresa uruguaia Weyss & Freitag (BELTRÃO, 1958).

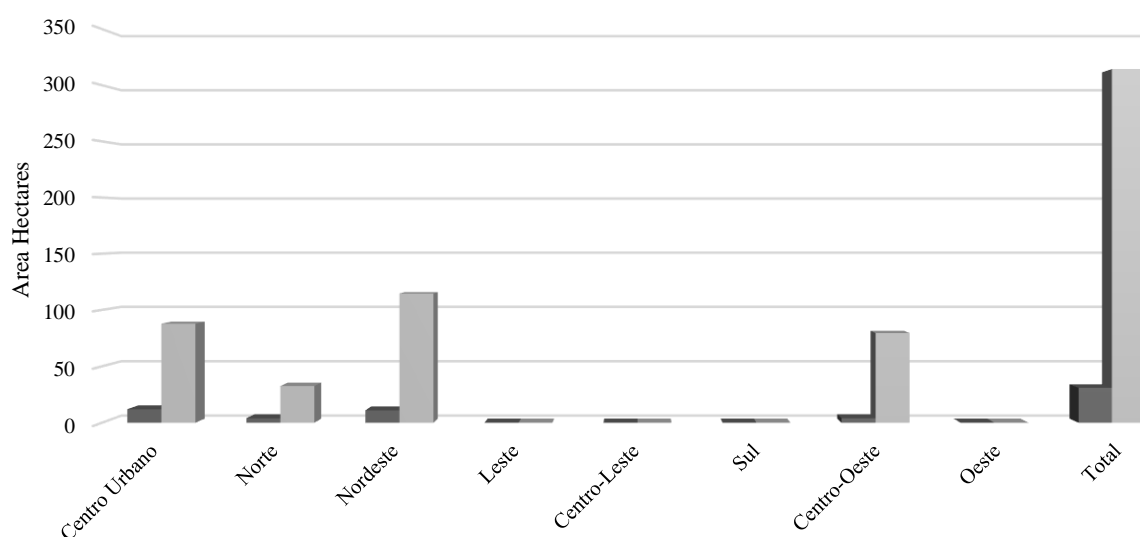
Em 1920 sua população foi contabilizada em 54.960, lotada em 7.695 casas em todo o município (CUSANO, A. 1920 *apud* MARCHIORI; FILHO, 1997, p. 188), sendo que no Perímetro Urbano, em 1921, havia 15.802 habitantes ocupando 2.905 casas (COSTA, A. R. 1922 *apud* MARCHIORI; FILHO, 1997, p. 198). Outro fato importante foi a fundação, em 1931, da Faculdade de Farmácia de Santa Maria, sob os auspícios da Sociedade de Medicina de Santa Maria e tornando-se o embrião da atual Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (RECHIA, 1999).

Destaca-se, nas primeiras décadas do século XX, incluídos os estímulos sobre a expansão urbana, a implantação dos primeiros loteamentos no tecido urbano. Salamoni (2008)

salienta que a conformação espacial da aglomeração urbana de Santa Maria, nessa época, demonstra um expressivo crescimento de espaços conduzidos ao uso urbano, visto que durante um longo tempo a cidade resumiu-se a sua zona central, contudo passou a mostrar sua expansão para além da área central com maior intensidade. Segundo Salamoni (2008), até 1946 foram implantados 31 loteamentos, perfazendo um total de 314,37 ha parcelados e distribuídos em bairros já estabelecidos (Quadro 6).

Localização Bairro	Região Administrativa			
	Região Administrativa	Loteamentos	Área (Hectare)	%
Itararé	R.A. Nordeste	3	46,47	14,78%
Salgado Filho	R.A. Norte	2	21,66	6,88%
N.S. Rosário	R.A. Centro Urbano	5	47,95	15,25%
Centro	R.A. Centro Urbano	4	6,27	1,99%
N.S. Lourdes	R.A. Centro Urbano	1	14,16	5,50%
N. S. Medianeira	R.A. Centro Urbano	2	19,39	6,16%
Patronato	R.A. Centro Oeste	2	11,17	3,53%
Passo da Areia	R.A. Centro Oeste	2	68,35	21,74%
João Goulart	R.A. Nordeste	3	6,04	1,90%
N. S. Dores	R.A. Nordeste	3	53,24	16,00%
Km³	R.A. Nordeste	2	8,81	2,80%
Chácara das Flores	R.A. Norte	1	8,4	2,67%
N. S. Perpétuo Socorro	R.A. Norte	1	2,52	0,80%
Total: 1916 - 1945		31	314,37	100%

Loteamentos Implantados por Região Administrativa 1914 - 1945



	Centro Urbano	Norte	Nordeste	Leste	Centro-Leste	Sul	Centro-Oeste	Oeste	Total
■ Nº Lot Implantados	12	4	11	0	0	0	4	0	31
■ Área Loteada	87,77	32,58	114,5	0	0	0	79,52	0	314,37

Quadro 6: Primeiros Loteamentos por bairros e Região Administrativa (1914 – 1945)

Fonte: SEPLAN/PMSM, 2001; Salamoni, 2008

O Quadro 5 evidencia que o crescimento urbano, além de expressivo em área parcelada, demonstra um processo mais intenso de ocupação nas áreas centrais (28,9%) e para a região Norte do núcleo central: norte 10,35% e nordeste 35,48%, devido ao fato de a ferrovia estar instalada na mesma região. Destaca-se, a nordeste, a implantação de 11 loteamentos parcelados em uma área de 114,56 ha. Em segundo lugar está o parcelamento da zona central da cidade, com instalação de 12 loteamentos ocupando uma área de 87,77 ha, zona onde somente no bairro do Rosário (área central que não havia sido ocupada) foram implantados 5 loteamentos somando uma área parcelada de 47,95 ha, mais da metade do parcelamento realizado nessa zona. Em terceiro, a zona centro-oeste, com 4 loteamentos ocupando área de 79,52 ha. Nota-se que na zona centro-oeste são apenas 4 loteamentos, maiores em área em relação aos loteamentos realizados na Região Administrativa Centro Urbano. Já as zonas leste, sul e oeste não contabilizaram loteamentos para esse período.

De acordo com Salamoni (2008), este período histórico congregou importantes elementos no arranjo da forma urbana de Santa Maria a partir da elaboração do primeiro Plano de Expansão Urbana, de novos loteamentos e da implantação de vários equipamentos urbanos. Ao final da década de 1930 a cidade ganhou novo impulso de crescimento e no ano de 1939 houve 435 novas edificações, e o Perímetro Urbano possuía 88 ruas e 6 praças atingindo os 70.000 habitantes em todo o município. Segundo levantamento realizado por Bolfe (2003), foi na década de 1920 que se iniciou o crescimento vertical da cidade, com a construção do Edifício João Fontoura Borges, situado na Avenida Rio Branco.

Desta maneira, diante do efeito deste crescimento rápido e desordenado, especialmente devido aos loteamentos que proliferavam na cidade, o então prefeito Dr. Antônio Xavier da Rocha em 1937 manda elaborar o primeiro Plano de Expansão Urbana. Na época o traçado geral da cidade constituía um obstáculo para a expansão, pois a cidade se expandiu através da venda de pequenos lotes a prestação, cujos proprietários somente conjecturavam a possibilidade de fazer bons negócios, desinteressados da situação urbana, e por essa razão é que, inicialmente, a cidade cresceu de maneira anárquica (SALAMONI, 2008).

Salamoni (2008) ainda relata que o plano previa a retificação do traçado quadricular da parte velha da cidade (porção embrionária do tecido urbano), que se apresentava com traçado reticular, e também previa a abertura de novas ruas de acordo com o regulamento desse plano de expansão. Assim, 5 novas avenidas foram projetadas e 18 novas ruas foram abertas, conectando a parte velha da cidade ao subúrbio. Igualmente, Santa Maria cresceu muito com as edificações construídas pelos novos caminhos urbanos que, agregados ao

Perímetro Urbano, apresentavam uma tendência de rompimento efetivo de seus limites até então consolidados. Desta forma, até meados do século XX a ocupação urbana restringiu-se ao entorno do centro, desenvolvendo-se também para além dos trilhos da ferrovia, no setor norte.

6.4 Implantação da Universidade Federal de Santa Maria e Composição de Novos Vetores de Expansão Urbana (1946 a 1979)

A inserção do capitalismo no campo, a partir da década de 1950, a incorporação da lavoura empresarial, o incentivo da prática da monocultura e a implantação de parques industriais trouxeram a mecanização ao campo, originando dependência do agricultor perante as inovações, causando a decadência da agropecuária colonial e gerando o processo migratório zona rural/urbana. Fato que viria a gerar adensamento e ocupação desordenada nas cidades, as quais não possuíam estrutura adequada para atender ao grande contingente populacional, “expulsos” do campo (BOLFE, 2003).

Este período representa uma fase de novos vetores de expansão urbana e múltiplas transformações, não somente pela implantação de novos loteamentos, mas justifica-se também pelo estimado contingente populacional urbano, abertura e prolongamento de novas ruas, as quais representam modificações significativas na malha urbana, como por exemplo, o prolongamento da rua Antero Corrêa, entre as ruas Venâncio Aires e Silva Jardim, estabelecendo uma ligação contínua na direção norte-sul.

No início da década de 1940 a população do município contabilizava 70.000 habitantes, destes, 45.000 eram urbanos, estratificados em 4.000 militares, 3.000 servidores ferroviários, 16.000 estudantes e outros 22.000 habitantes relacionados aos familiares de militares, ferroviários ou associados ao funcionalismo do setor educacional (OLIVEIRA MESQUITA, 1940 *apud* MARCHIORI; FILHO, 1997). Deste modo, o período entre os anos de 1946 a 1979 registrou uma fase de grandes transformações para a cidade, pois, além do aumento do contingente populacional urbano, houve ainda uma ampliação das construções e edificações e melhorias em equipamentos urbanos, contabilizando cerca de 10.000 edificações na área urbana e cerca de 100 ruas pavimentadas e com iluminação pública. Esse período assinalou também o desenvolvimento das instituições de ensino, e, além da Faculdade de Farmácia, em 1954 é instalado o curso de Medicina e em 1956 é fundada a Faculdade de

Filosofia, Ciências e Letras Imaculada Conceição – FIC (ABREU, 1953 *apud* SALAMONI, 2008).

De acordo com dados do Censo Demográfico e Contagem da População de 1950, Santa Maria contabilizou 83.001 habitantes, sendo que desse total 47.904 habitantes (57,71%) viviam em áreas urbanas e 35.097 (42,29%) eram residentes no meio rural. Portanto, a população santa-mariense passa a obedecer a um caráter eminentemente urbano já na década de 1950, tendência que se mantém até os dias atuais, quando, em 2010, dos 261.031 habitantes, 95,14% reside na cidade (Gráfico 1).

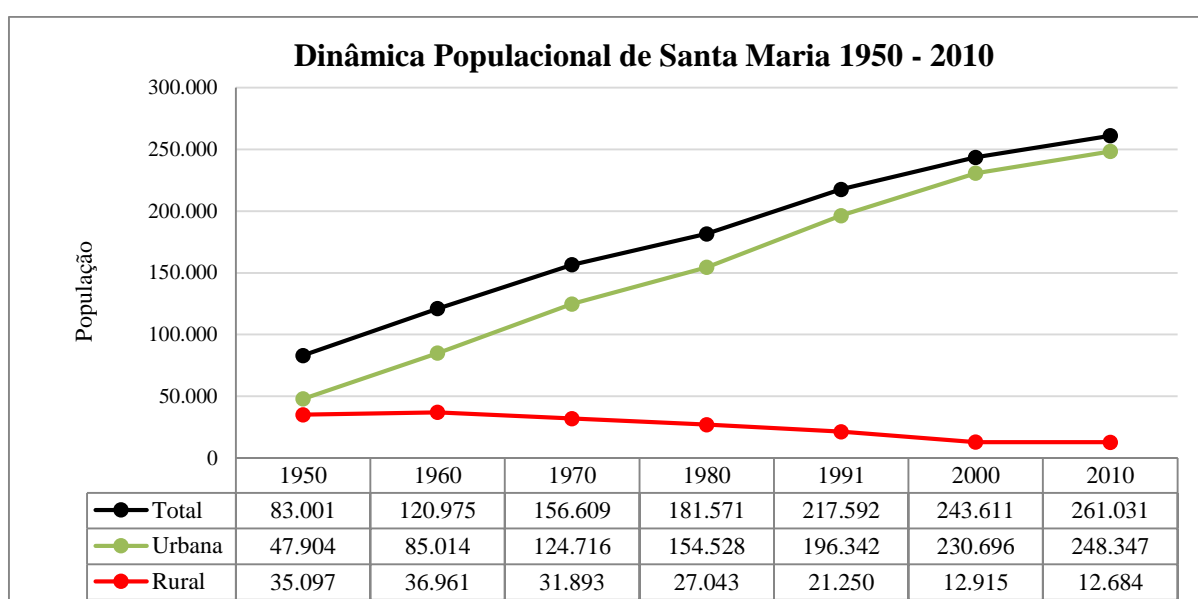


Gráfico 1: População dos Censos Demográficos por situação no domicílio - Santa Maria/RS

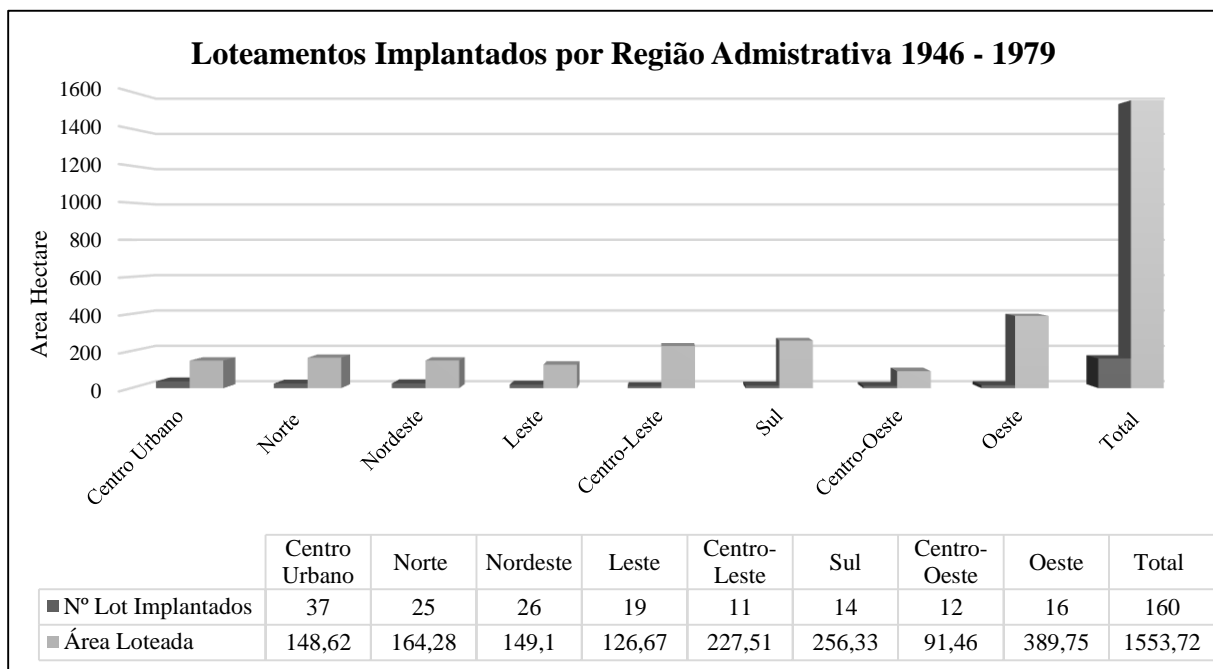
Fonte: Censo Demográfico e Contagem da População – Banco de Dados Agregados (SIDRA) e Biblioteca virtual – Acervo do IBGE

A partir da análise do gráfico é possível inferir que o crescimento populacional de Santa Maria após 1960 foi significativo, praticamente triplicando seu contingente em apenas cinco décadas, especialmente a população urbana, que de 47.904 habitantes na década de 1960 atingiu 248,347 habitantes em 2010. De acordo com Dal'Asta (2009), esse crescimento acelerado do contingente populacional refletiu na expansão urbana horizontal, na verticalização da cidade e no adensamento populacional, constatados pela ampliação contínua das edificações com mais de dez andares após 1970 e, a partir de 1990, a construção de edifícios fora da área central (BOLFE, 2003).

De acordo com Salamoni (2008), a partir da criação dos primeiros loteamentos, implantados durante as primeiras décadas do século XX, elaborou-se o primeiro Plano de

Expansão Urbana para Santa Maria, que previa modificações no traçado quadricular da porção central onde se originaram as primeiras ruas da cidade. Com a instauração desse plano sugeriram muitos outros loteamentos, que, somados aos primeiros mencionados, totalizaram no ano de 1979 cerca de 160 loteamentos abrangendo uma área de 1.553,72 ha e consolidando um período de grandes transformações na malha urbana, cujo adensamento procede ao significativo aumento populacional causado pelo grande número de militares e pela criação de várias instituições de ensino superior (Quadro 7).

Localização Bairro	Região Administrativa	Loteamentos	Área (Hectare)	%
Itararé	R.A. Nordeste	9	62,07	3,99%
Salgado Filho	R.A. Norte	7	72,53	4,66%
N.S. Rosário	R.A. Centro Urbano	2	1,66	0,10%
Centro	R.A. Centro Urbano	5	9,74	0,62%
N.S. Lourdes	R.A. Centro Urbano	15	94,17	6,06%
N. S. Medianeira	R.A. Centro Urbano	15	43,05	2,77%
Patronato	R.A. Centro Oeste	11	88,29	5,68%
Passo da Areia	R.A. Centro Oeste	1	3,71	0,23%
João Goulart	R.A. Nordeste	9	25,78	1,65%
Km ³	R.A. Nordeste	8	61,25	3,94%
Chácara das Flores	R.A. Norte	7	26,75	1,72%
N. S. Perpétuo Socorro	R.A. Norte	7	21,92	1,41%
J. Kubstchec	R.A. Oeste	7	158,83	10,24%
Parque Pinheiro Machado	R.A. Oeste	8	220,63	14,22%
Urlândia	R.A. Sul	7	138,41	8,92%
São José	R.A. Centro Leste	5	76,94	4,95%
Tomazzetti	R.A. Sul	7	117,92	7,58%
Pé de Plátano	R.A. Centro Leste	4	53,83	3,46%
Camobi	R.A. Leste	19	126,67	8,15%
Cerrito	R.A. Centro Leste	2	96,79	6,22%
Distrito Industrial	R.A. Oeste	1	10,29	0,66%
Caturrita	R.A. Norte	4	43,08	2,77%
Total: 1946 - 1979		160	1.553,72	100%



Quadro 7: Loteamentos por Bairro e Região Administrativa (1946 – 1979)

Fonte: SEPLAN/PMSM, 2001; Salamoni, 2008.

O Quadro 7, referente aos loteamentos implantados neste período, manifesta crescimento difuso da malha urbana, conseqüentemente a cidade apresenta novos vetores de expansão urbana em todas as direções. De acordo com análise das áreas loteadas, observa-se o crescimento significativo da porção oeste (loteamentos construídos a oeste e a centro-oeste). Este vetor recebeu 28 loteamentos ocupando uma área de 481,21 ha (30,96%). O vetor leste (centro-leste mais leste) constituiu 30 loteamentos em uma área de 354,18 ha (22,79%). O vetor norte (norte mais nordeste) recebeu 51 loteamentos em uma área de 312,38 ha (20,16%). Sendo a porção sul a ter apresentado menor crescimento, 14 loteamentos em uma área de 256,33 ha (16,49%), seguido da porção central, 37 loteamentos em 148,62 ha (9,56%). Segundo Salamoni (2008), a configuração espacial urbana de Santa Maria até fins da década de 1970 possuía um núcleo bastante definido na área central e adjacências, um núcleo a oeste, um núcleo ao sul e um núcleo a leste, nas circunvizinhanças do campus da Universidade Federal, entretanto expunha distantes áreas vazias entre esses núcleos, mesmo em áreas ditas centrais.

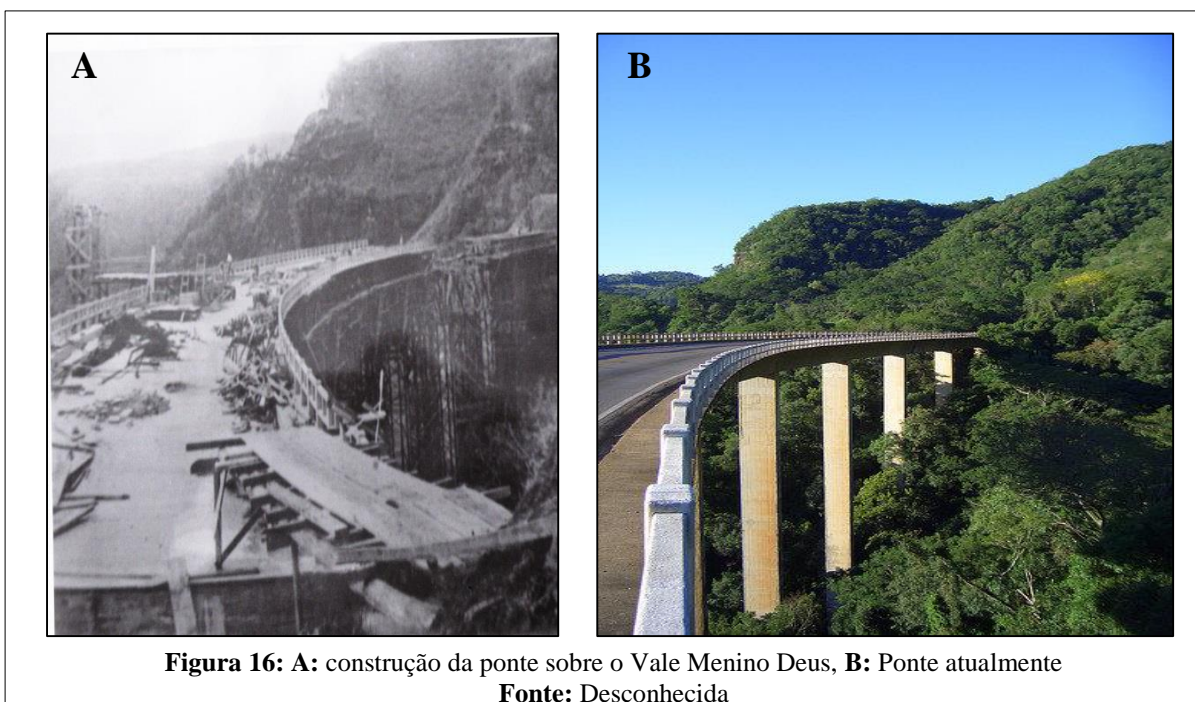
Bolfé (2003) sustenta que a expansão urbana no sentido oeste sobreveio estimulada pela instalação do Distrito Industrial de Santa Maria (DISM) a partir de 1975, onde foram instalados conjuntos habitacionais que objetivavam alocar mão-de-obra para o setor industrial, por exemplo, a Cohab Santa Marta no bairro Juscelino Kubitschek e a Cohab Passo da

Ferreira no bairro Tancredo Neves, nos anos 1980, induzindo melhorias de infraestrutura básica para essa porção da cidade. Considera-se que a instalação do Distrito Industrial culminou em um espaço próspero destinado à área de expansão do setor produtivo industrial. No entanto, a atividade industrial não prosperou e na década de 1990 acabou notando dois processos antagônicos: de um lado, a ocupação desse 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).

A expansão urbana na extensão sul desenvolveu-se, principalmente, ao longo da BR-392, saída para o município de São Sepé. Bolfe (2003) reforça que essa porção se estrutura através de pequenas indústrias, frigoríficos e comércio atacadista, destacando-se o da construção civil e as revendedoras de automóveis, contudo, também ocorrem grandes espaços vazios. No entanto, o acontecimento que representou um novo momento e colocou Santa Maria em uma conjuntura de desenvolvimento local e regional foi a implantação da Universidade Federal de Santa Maria e seu campus em 1960, situado a leste do então Distrito de Camobi, especialmente por ser a primeira universidade instalada no interior do Estado. Também a leste, em 1971 instala-se a Base Área e o Aeroporto Civil consolidando a linearização do vetor de expansão urbana leste-oeste (BOLFE, 2003). De acordo com Salamoni (2008), a implantação do campus universitário ao sul da Vila Camobi, além de ter sido o primeiro empreendimento fora do Perímetro Urbano da época, gerou um grande impulso imobiliário nesse distrito que até então era tido como a antiga Estação Colônia, uma pequena vila originada a partir da sua Estação Férrea e que atendia a colônia italiana de Silveira Martins e arredores.

Houve também transformações nos traçados das rodovias melhorando a articulação destas com o tecido urbano preexistente, pois em 1947 pelo menos três estradas que ligam Santa Maria ao restante do Estado estavam em obras, especialmente, a que ligaria Santa Maria a Porto Alegre via Candelária e Santa Cruz (atual RS-509), diminuindo o caminho que anteriormente era percorrido via São Sepé ou Cachoeira do Sul. Importante ressaltar que o trecho urbano dessa rodovia estadual conectaria o então Distrito Camobi (antiga Colônia) a Santa Maria, substituindo a antiga estrada da Alemoa – São José – Amaral – Camobi, tratando-se de um caminho novo e retilíneo (SALAMONI, 2008). Outro fato a ser considerado é a construção da ponte na BR-158 que liga Santa Maria a Itaara, ao norte. Batizada pelos trabalhadores de “Garganta do diabo” em alusão às dificuldades encontradas pelos trabalhadores durante a execução da obra, a construção iniciou-se em 1950 e foi

inaugurada em 1961, e em 2002 passou à denominação de “Viaduto sobre o Vale Menino Deus” (Figura 16).



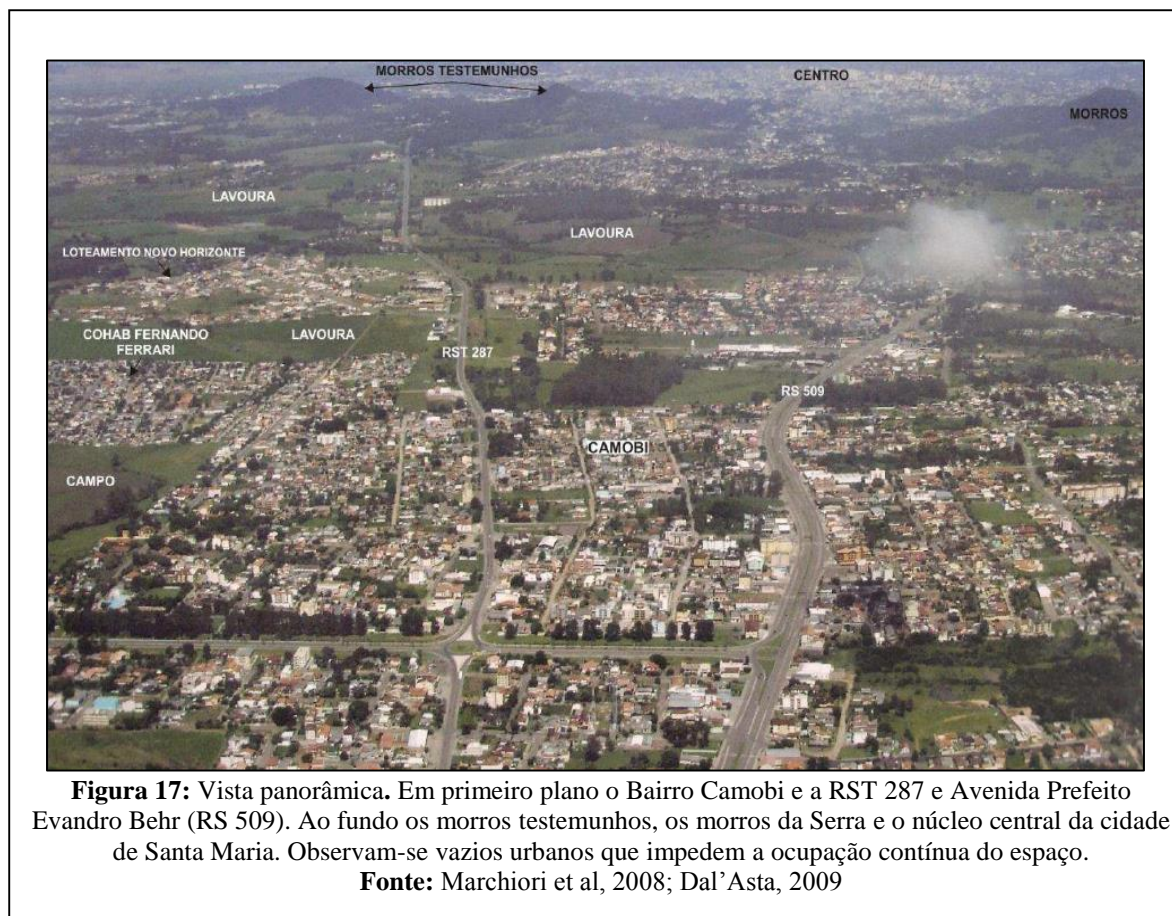
Desta maneira, a efetiva expansão urbana de Santa Maria concretizou-se a partir da década de 1960 se expandindo por todas as direções e contando com cerca de 17 mil prédios, espacializados em cerca de 300 ruas e 10 avenidas (ABREU, 1962 *apud* MARCHIORI; FILHO, 1997). Em 1973 Santa Maria contava com 30 hotéis, 95 pensões, 46 restaurantes, 595 bares, 23 pontos de gasolina, 330 ligações de energia elétrica em edificações, 3 museus, 2 bibliotecas, 3 cinemas, 1 jornal, 5 rádios, 1 emissora de televisão, 1 universidade pública e 4 faculdades particulares para atender a uma população de 156.609 habitantes, destes 124.716 urbanos e 31.893 rurais (SALAMONI, 2008).

Outro acontecimento entre as décadas de 1960 e 1970 a ser destacado é o início do processo de invasões/ocupações, por parte da população, em áreas de propriedade municipal, fato que levou a cidade de Santa Maria a ser conhecida no Estado por “A cidade das invasões”. De acordo com Bolfe (2003), o poder público municipal foi conivente perante a situação, no entanto perdeu o controle e, até o ano de 2003, eram 5.000 lotes clandestinos, situados na periferia da cidade, representada por locais pobres e de precárias condições de saneamento básico. Segundo a mesma autora, as invasões reiniciaram-se na década de 1990 na antiga Fazenda Santa Marta, área do governo do Estado, assentando mais de 3.000

famílias. O fato acabou atraindo, inclusive, pessoas de outros Estados do país e até o ano de 2003 contabilizavam-se mais de 8.600 habitantes chamados “sem teto”, ocupando 0,9 Km². Em 1992, a COHAB Fernando Ferrari, em Camobi, foi invadida por 200 famílias que atualmente ocupam irregularmente uma área verde. A última invasão foi de 110 famílias, em 1993, em uma área de 3,6 ha pertencente a funcionários da Universidade Federal de Santa Maria no bairro Camobi.

Destarte, diante deste contexto o então governo municipal vinha anunciando a necessidade de tomar medidas transformadoras, as quais propunham a alteração dos limites, a criação de 5 novos distritos, reformas no sistema viário, regularização fundiária, canalização do Arroio Cadena entre outras modificações, pois na época havia 6 núcleos habitacionais “sem bairro”, a exemplo o dos “sem teto”, áreas invadidas; na Vila Bilibiu, 6 núcleos situados nas encostas da Serra Geral que, além de serem considerados áreas geomorfologicamente instáveis, são áreas consideradas de preservação ambiental (BOLFE, 2003).

De acordo com Dal’Asta (2009), de 1950 até fins de 1970 as áreas de expansão urbana se distribuíram além do bairro-centro, obedecendo às barreiras que impediam a ocupação contínua do espaço físico-territorial urbano. Essas barreiras geraram os vazios urbanos que envolvem áreas de 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 17).



Salamoni (2008) assinala que o período entre 1967 e 1975 é considerado de aspirações e realidade transformadora; o panorama da cidade acende o debate para a elaboração de um novo Plano Diretor, sendo que já se realizava a obra de canalização do Parque Itaimbé em uma avenida-parque que viria a ser uma via expressa conforme as diretrizes do novo PDDU. Assim, a avenida-parque foi implantada sobre seu leito suprimindo completamente o arroio. Bolfe (2003) expõe que as nascentes do Arroio Cadena situam-se no Parque Itaimbé e corrobora que esse arroio é o principal curso d'água que percorre a cidade de Santa Maria. Continuamente posto como objeto de alterações da sociedade santa-mariense, o arroio sempre foi visto como um obstáculo para a expansão urbana. Consequentemente, grande parte de seu curso já sofreu amplas modificações através de canalização e retificação. Algumas áreas foram transformadas em áreas de lazer e recreação no centro da cidade, a exemplo o Parque Itaimbé (Figura 18).



Figura 18: Parque Itaimbé em 1994 Vale original do Arroio Cadena, canalizado em Sistema de galeria fechada.
Fonte: Bolfe (2003)

Dal'Asta (2009) argumenta que as intervenções de maior dimensão, realizadas pelo poder público na Rede Hidrográfica de Santa Maria, iniciam-se na década de 1960. Em 1961 o extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) preparou o anteprojeto da Barragem do Vacacaí Mirim, prometendo resolver as dificuldades de abastecimento de água na cidade. Ultimamente o reservatório encontra-se em franco processo de assoreamento, logo, reduzindo sua capacidade de armazenamento. Em 1968 o DNOS inicia a canalização do canal principal do Arroio Cadena, onde foram canalizados 1.200 m, 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 (OLIVEIRA, 2004).

A finalidade da construção da Barragem do DNOS era o abastecimento do futuro Distrito Industrial, na época, projetado para o então Distrito Camobi. Após a construção do reservatório, em 1969, as construções foram abandonadas e as estruturas submersas (Figura 19). A ocupação irregular observada na mesma imagem, iniciada na década de 1960 e intensificada na de 1970, teve como fator primário de ocupação a desativação de um ramal da linha que ligava Santa Maria ao norte do Estado. Esse ramal era usado como centro de abastecimento de água e carvão para as locomotivas que seguiam seu curso em direção aos

municípios de Cruz Alta e Ijuí. Quando o ramal foi desativado, as estruturas que ali restaram (casas, galpões, caixas d'água) foram ocupadas por alguns “sem tetos”.

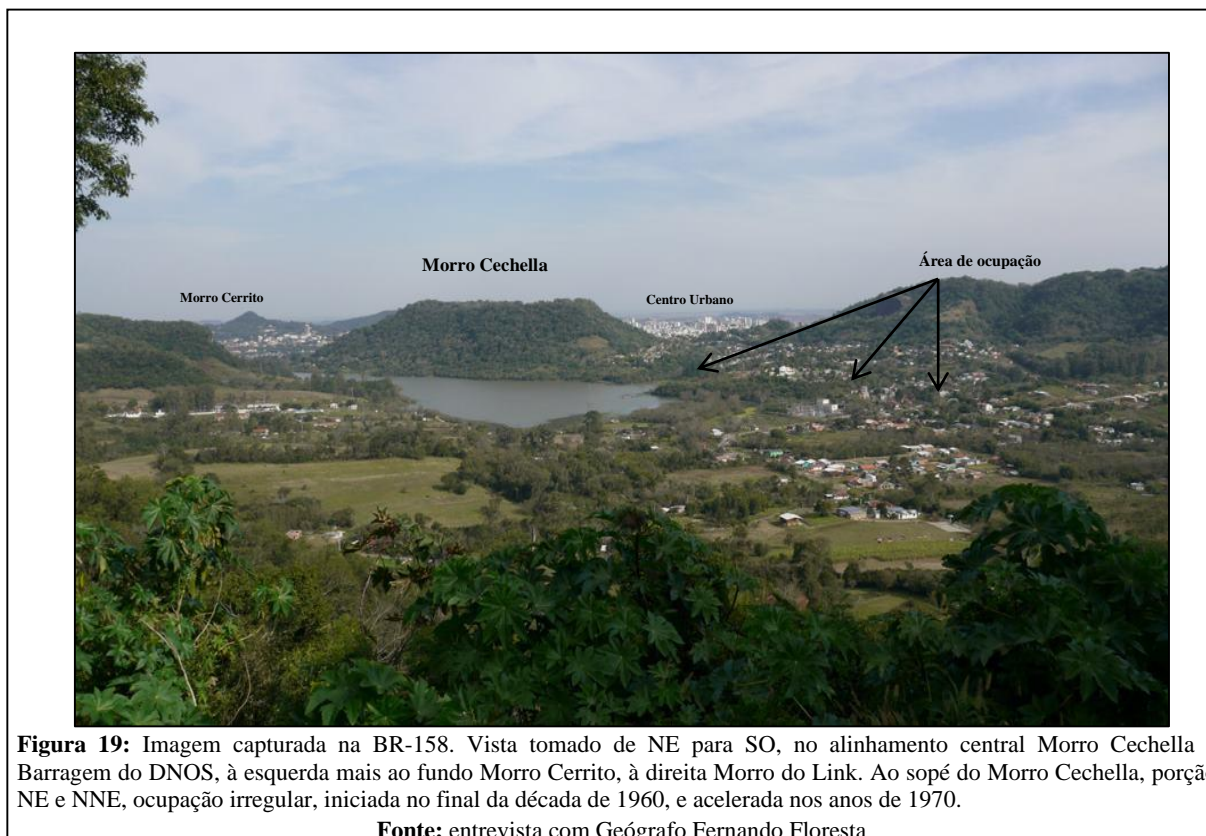


Figura 19: Imagem capturada na BR-158. Vista tomado de NE para SO, no alinhamento central Morro Cechella e Barragem do DNOS, à esquerda mais ao fundo Morro Cerrito, à direita Morro do Link. Ao sopé do Morro Cechella, porção NE e NNE, ocupação irregular, iniciada no final da década de 1960, e acelerada nos anos de 1970.

Fonte: entrevista com Geógrafo Fernando Floresta

Neste sentido, Bolfe (2003) percebe o processo histórico de ocupação e urbanização de Santa Maria como complexo, deficiente de ordenamento territorial e provocando diferentes irregularidades de uso e ocupação do espaço, as quais dificultaram a gestão do espaço urbano. Para Dal’Asta (2009), é da ocupação desordenada e da especulação imobiliária que decorre a conversão de espaços livres em solos urbanizados, tornando-os espaços disponíveis para ocupação mesmo que essa conversão ocorra de maneira inadequada, como a ocupação das várzeas do Arroio Cadena e das encostas da Serra em Santa Maria.

Dal’Asta (2009) aponta também outra alteração significativa concretizada no mesmo arroio, porém a partir da década de 1980: a realização da obra de retificação do seu canal principal, em alto e médio cursos, visando à resolução de problemas relacionados a inundações ao longo do canal. O leito foi transferido, aprofundado e retificado mais a oeste, em seu médio curso, e o leito original aterrado, como pode ser verificado no Mapa 4. No

entanto, as obras estruturais realizadas no Arroio Cadena apenas transferiram os problemas para jusante.

6.5 Urbanização Consolidada – A Partir De 1979

O panorama do início da década de 1980 é a consolidação de uma estrutura urbana do tipo centro-periferia, evidenciada pela distribuição espacial dos valores de mais altos rendimentos demonstrados pela concentração das atividades de prestação de serviços e comerciais, especialmente no centro da cidade. Do mesmo modo, a economia do município se solidifica através do setor terciário, destacando-se como polo regional, permanecendo o setor educacional em ascensão, principalmente pela presença da Universidade Federal de Santa Maria. (ROCHA, 1993).

Salamoni (2008) considera a configuração espacial urbana de Santa Maria em 1980 dispersa e fragmentada, pois existiam diversos loteamentos espalhados, intercalados por vazios urbanos que, de maneira lenta, adensaram-se nas porções oeste, leste e ao longo das rodovias. Ainda em 1980 a população urbana contabilizava 154.565 habitantes e, no início da década de 1991, atinge 196.342 habitantes urbanos. Sendo que somente a Cohab Tancredo Neves concentra 15.000 habitantes. Desta maneira, é possível observar que algumas áreas começam a apresentar adensamento populacional significativo. Igualmente, o município inicia a década de 1980 sob novo Plano Diretor e Obras da Comunidade Urbana para Renovação Acelerada – CURA (SALAMONI, 2008).

O Plano Físico Territorial de Santa Maria, regulamentado pela Lei n.º 2.098 de 10 de janeiro de 1980, é instituído visando a integrar as atividades públicas e privadas em seu território, tendo objetivos de desenvolvimento físico, econômico, social e cultural. Esse plano, vigente entre os anos de 1980 e 2004, mesmo cogitando uma nova abordagem de planejamento urbano apresentava deficiências, sobretudo com relação à adequação de uso do solo. De acordo com Bolfe (2008), o plano apresentava 8 zonas com 17 subzonas, cada uma com exigências diferentes quanto ao uso e à área das edificações, como por exemplo a zona central, definida por esse plano, que incentivava o comércio e a prestação de serviços provocando um adensamento dessas atividades numa única zona, exigência reavaliada no novo plano que propõe a descentralização das atividades comerciais a partir de um novo regime urbanístico. Esse plano considerou, entre outros critérios, para delimitação do Perímetro Urbano, toda a área coberta por loteamentos urbanos; a extensão territorial

comprometida com a urbanização dentro do zoneamento proposto e as tendências de expansão urbana, atuais e futuras, particularmente aquelas orientadas em direção ao bairro Camobi, a leste, vetor onde se desenvolvem novas áreas a partir da implantação da ferrovia sobre o vale do Rio Vacacaí Mirim, entre as encostas da Serra Geral.

Vale ressaltar a evolução sobre as alterações referente ao limite tido como Perímetro Urbano, mesmo que essas modificações tenham origens em anos anteriores a esse período de análise. Assim, o Perímetro Urbano na última década do século XIX compreendia a cidade e os subúrbios numa área de 16.265km², limitado ao norte por uma reta que se iniciava no bairro Itararé seguindo pela estrada do Pinhal e rumo 68,5 graus até encontrar o Passo da areia. A oeste, do Passo da Areia passando pela frente do cemitério até o extremo da Rua Gaspar Martins, e essa rua em linha reta até a Praça Júlio de Castilhos, sendo que a leste tomando a direção do ponto de partida pela estrada que encontra a linha férrea de Porto Alegre (BELÉM, 2000).

No período compreendido entre 1965 e 1986, o Perímetro Urbano passou por duas alterações, conforme relata Bolfe (2003):

A Lei Municipal n.º 1.190, de 26 de Janeiro de 1965, ao alterar o artigo segundo da Lei Municipal número 996, definiu o Perímetro Urbano com uma área de 163 Km². A delimitação sofre uma nova alteração, em 02 de julho de 1986, pela Lei Municipal n.º 2.770, art. 2º, delimitando a cidade numa área de 173 Km² pela incorporação da sede do 3º Distrito de Camobi, que passa a ser bairro de Santa Maria pela (Lei n.º 3.099 de 12 de dezembro de 1988). Do restante da área do extinto Distrito de Camobi cria-se o Distrito de Pains pela Lei n.º 3.369 de 02 de outubro de 1991. Hoje se verifica uma área de 120 km², contradizendo os 173 km². Este fato decorreu da possibilidade do Distrito se emancipar e nele estarem localizados a Universidade Federal, a Base Aérea e o Aeroporto de Santa Maria, equipamentos urbanos que trouxeram incremento ao processo de urbanização e expansão de Santa Maria. Assim, o avanço dos limites da cidade no segundo traçado recebeu as áreas destes equipamentos e áreas agropastoris circunvizinhas (BOLFE, 2003, p. 86).

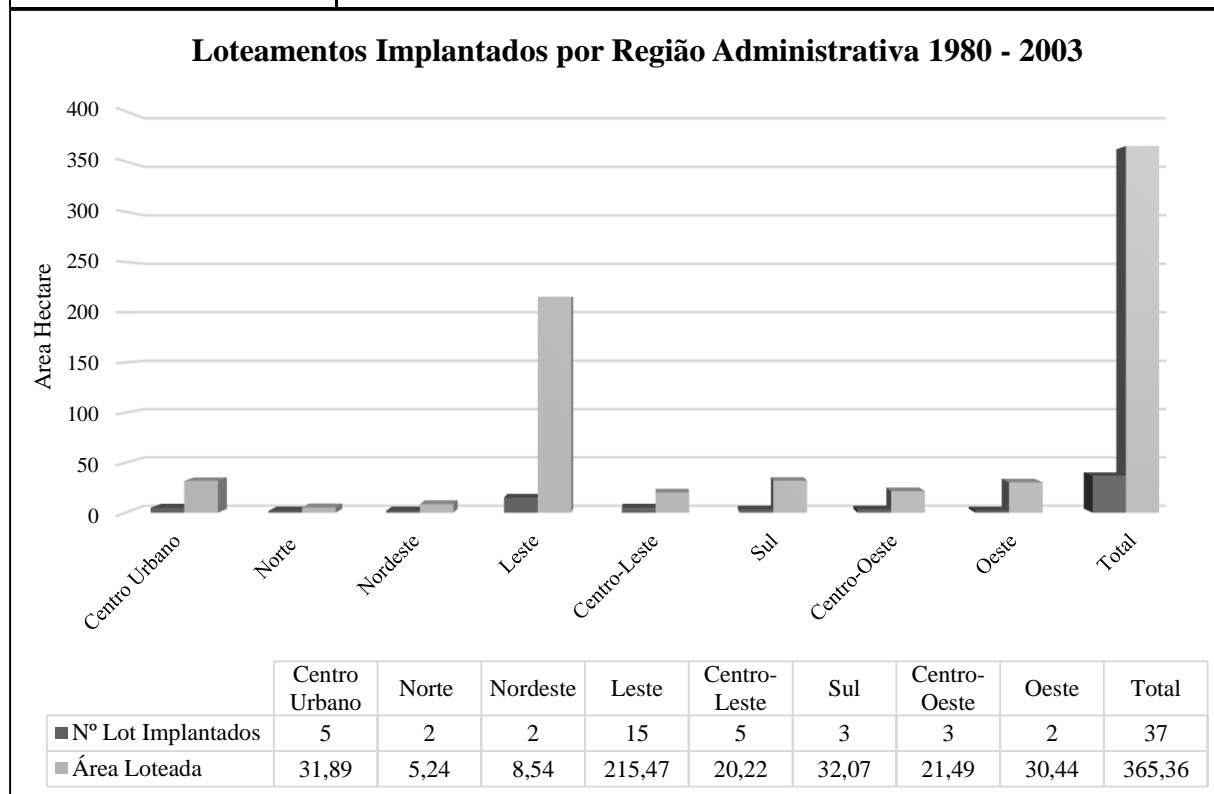
Atualmente o Perímetro Urbano restringe-se ao Distrito Sede do Município, instituído pela Lei Complementar n.º 033 de 29 de dezembro de 2005, abrangendo área de 13.092 ha, incorporando tanto as áreas já urbanizadas quanto aquelas previstas à expansão urbana e sujeitas ao parcelamento do solo.

Salamoni (2008) mostrou a relevância das modificações na estrutura viária das rodovias no início da década de 1990. Praticamente todos os setores foram alterados. Na zona oeste, a BR-158 (Santa Maria-Rosário do Sul) teve seu trecho urbanizado concluído, servindo de rota alternativa de acesso à nova Cohab T. Neves, e desativou-se a antiga via Boi-Morto deixando às margens todos os loteamentos construídos junto a esse antigo caminho. Na zona

leste, a grande obra da RST-287 ligava Camobi a Santa Maria, chamada de “Faixa nova”, atuando como alça de anel viário, desviando o trânsito da zona central de Camobi e tornando-se um novo vetor de crescimento a leste. A construção do anel viário da BR-287, zona sul, entre o trevo das BRs 158 e 287 e o o trevo das BRs 392 e 158, facilitou o tráfego e deslocamento para as regiões sul, norte e leste do Estado sem necessariamente passar pela área urbana da cidade. De acordo com o mesmo autor, das três obras apenas a variante da BR-287 não interferiu de maneira imediata no entorno ocupado, porém as variantes RST-287 e BR-287, ao sul, seccionaram diversos loteamentos no seu entorno.

A implantação de novos loteamentos entre 1979 e 2003 confirma a tendência de expansão urbana a leste da cidade, onde foram implantados 15 loteamentos distribuídos em uma área de 215,47 ha. A soma total de loteamentos construídos é 37, perfazendo um total de 365,36 ha. Nas demais regiões observa-se um crescimento equilibrado, exceto para as regiões norte e nordeste, as quais apresentam a implantação de 4 loteamentos em uma área de 13,78 ha (Quadro 8).

Localização Bairro	Região Administrativa			
	Região Administrativa	Loteamentos	Área (Hectare)	%
Camobi	R.A. Leste	13	75,49	20,66%
Cohab Camobi	R.A. Leste	1	25	6,84%
São José	R.A. Centro Leste	1	0,96	0,26%
Cohab Passo Ferreira	Leste	1	114,98	31,47%
N.S. Lourdes	Centro Urbano	4	25,07	6,86%
N. S. Medianeira	Centro Urbano	1	6,82	1,86%
Patronato	R.A. Centro Oeste	3	21,49	5,88%
João Goulart	R.A. Nordeste	2	8,54	2,33%
N. S. Perpétuo Socorro	R.A. Norte	2	5,24	1,43%
Parque Pinheiro Machado	R.A. Oeste	2	30,44	8,33%
Urlândia	R.A. Sul	2	29,23	8,04%
Tomazzetti	R.A. Sul	1	2,84	0,77%
Pé de Plátano	R.A. Centro Leste	2	9,54	2,61%
Caturrita	R.A. Centro Leste	2	9,72	2,66%
Total: 1980 - 2003		37	365,36	100%



Quadro 8: Loteamentos por bairro e Região Administrativa (1980 a 2003)

Fonte: SEPLAN/PMSM, 2001; Salamoni, 2008

Na zona central, ano de 1992, é inaugurada a ligação viária norte-sul subterrânea, conectando a Avenida Rio Branco à Rua do Acampamento e o calçadão da Rua Dr. Bozzano à Praça Saldanha Marinho por uma “*peatonal*”, sendo considerada uma das maiores alterações estruturais realizadas no centro da cidade. É também no início dessa década que se inicia um grande projeto de requalificação urbana, ao promover a remoção de áreas irregulares em zonas centrais, na antiga favela na Avenida Liberdade, no entorno do cemitério municipal e ao longo da Avenida Mauricio Sirotsky Sobrinho. A população foi removida para dois loteamentos populares construídos, onde antigamente era área de depuração da cidade, assim surgiram as vilas Lídia e Arco-íris (SALAMONI, 2008).

No início da década de 2000 a cidade apresentou uma conformação espacial urbana originária das transformações ocorridas nas décadas de 1950 e 1960, com o surgimento dos primeiros núcleos a leste, ao sul e a oeste. Desta maneira, as principais alterações no tecido urbano ocorreram nas extremidades do Perímetro Urbano e na área central consolidada e adensada, avançado o processo de verticalização no qual antigos edifícios foram substituídos por edificações multifamiliares ou então se compuseram em edifícios mistos, residenciais e comerciais. Fato importante para essa década foi a duplicação de um trecho da RS-509 (Faixa Velha), no bairro Camobi, reafirmando a interligação centro-bairro. (SALAMONI, 2008). O mesmo autor conclui que no início da década de 2003 a urbanização de Santa Maria mostrava-se cada vez mais consolidada, apresentando os subcentros evoluindo de maneira desigual e a zona central expandindo-se menos e adensando-se constantemente, expondo, assim, uma estrutura linear polarizada em distintas regiões, uma centralidade global na região central da cidade e as centralidades oeste e leste, constituindo centralidades locais significativas.

Em 2004 é proposto um novo Plano Diretor para Santa Maria. Anterior ao atual Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA), o plano vigente sob a Lei 2.098/80 foi considerado ultrapassado e não respondia mais às necessidades do município. Assim, o novo plano foi elaborado presumindo um planejamento urbano integrado ou local, seguindo uma tendência surgida nos anos 1990, criando zoneamentos para uso do solo, com características fundamentadas no planejamento participativo e qualitativo. De maneira geral, segundo Bolfe (2003) o plano prevê áreas desfavoráveis à expansão urbana, dotadas de obstáculos de ordem topográfica, ligados à preservação do meio natural e institucional. Assim, tem-se, ao norte, as barreiras da Serra Geral com altas declividades que mantêm a Mata Atlântica preservada por legislação; as várzeas do Rio Vacacaí Mirim e do Arroio

Cadena, áreas de baixa profundidade do lençol freático, sujeitas a inundações e com pouca resistência às fundações e áreas institucionais, reservadas à instalação da Rede Ferroviária, da Universidade Federal de Santa Maria e às instalações militares.

De maneira sintética, analisando a evolução da expansão urbana santa-mariense observa-se que o sentido da ocupação orientou-se, preferencialmente, para leste, condicionado pela topografia, pois a leste o relevo apresenta uma topografia de livre acesso, não exibindo os terrenos fortemente declivosos das encostas da Serra Geral ao norte da cidade ou os morros a sudeste que formam barreiras naturais, impondo limites à ocupação. Notadamente, o crescimento urbano de Santa Maria tem controle determinante na 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. Desta maneira, a conformação da mancha urbana de 1946 até a atual se expandiu para áreas mais planas, em torno de 100 m de altitude (DAL'ASTA, 2009).

De acordo com Bolfe (2003), outro fato de significativa influência na orientação da expansão urbana da cidade são as áreas institucionais, pois analisando o sítio urbano de Santa Maria o mesmo abrange uma área que se estende até as encostas ao norte, a noroeste e sudoeste seguindo até encontrar as unidades militares, a sudeste a presença de morros testemunhos e a leste a expansão seguindo até encontrar a Base Aérea, além da Universidade Federal. Assim, tem-se, além das barreiras físicas naturais, as instituições “que pela rigidez que assumem no seu uso transformam-se em óbices institucionais a reorientar ou impedir o desenvolvimento do tecido urbano em determinadas direções” (SERRA, 1987, p. 138).

Diante do exposto referente ao processo de ocupação, à apresentação dos principais vetores de crescimento urbano e à análise sobre os períodos de expansão urbana de Santa Maria, ressalta-se que do total de área pertencente ao Distrito Sede, 4.807,75 ha (37,20%) configuram-se em área exclusivamente urbanizada (Tabela 5). Observa-se também que o período de maior crescimento do tecido urbano está nos anos entre 1946 e 1979 representando um acréscimo, em área, de 2.524 ha (19,27%), e o período menos significativo corresponde aos anos entre 1885 e 1914, 117 ha (0,89%).

Tabela 5: Períodos de Evolução Urbana e relação de área urbanizada

EVOLUÇÃO URBANA	ÁREA (ha)	PERCENTUAL
1801 - 1885	254,43	1,94%
1885 - 1914	117,49	0,89%
1914 - 1946	872,10	6,66%
1946 - 1979	2579,77	19,75%
A partir de 1979	1040,31	7,95%
Área Total	4864,10	37,20%

Ao relacionar a dinâmica do crescimento e adensamento populacional e os períodos de expansão urbana é possível observar a íntima relação entre essas variáveis, vistos os expressivos movimentos de expansão urbana. Dal'Asta (2009) distingue o Perímetro Urbano de Santa Maria em termos práticos, em áreas urbanizadas e áreas não urbanizadas que, para fins de apropriação do espaço, apresentam dinâmicas distintas. Assim, as áreas urbanizadas correspondem às porções com ocupação estritamente urbana, as quais apresentam uma ocupação descontínua e, contornando essas 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. A mesma autora, ao realizar o estudo sobre uso e ocupação do solo para o Perímetro Urbano de Santa Maria, caracteriza as áreas urbanizadas em: centro urbano, áreas adensadas e áreas pouco adensadas, que, em números, correspondem respectivamente a 9.000 hab/km², variando entre 2.000 e 9.000 hab/km² e 3.700 hab/km². Desta maneira, as áreas urbanizadas de Santa Maria compreendem às áreas de ocupação não homogênea, cujo processo de urbanização descaracterizou o ambiente natural.

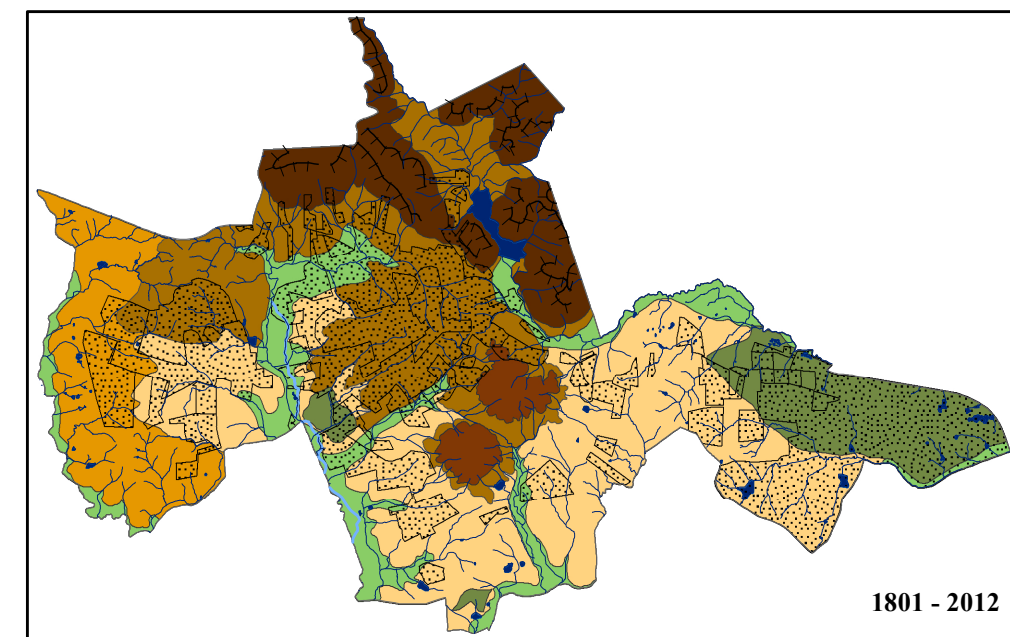
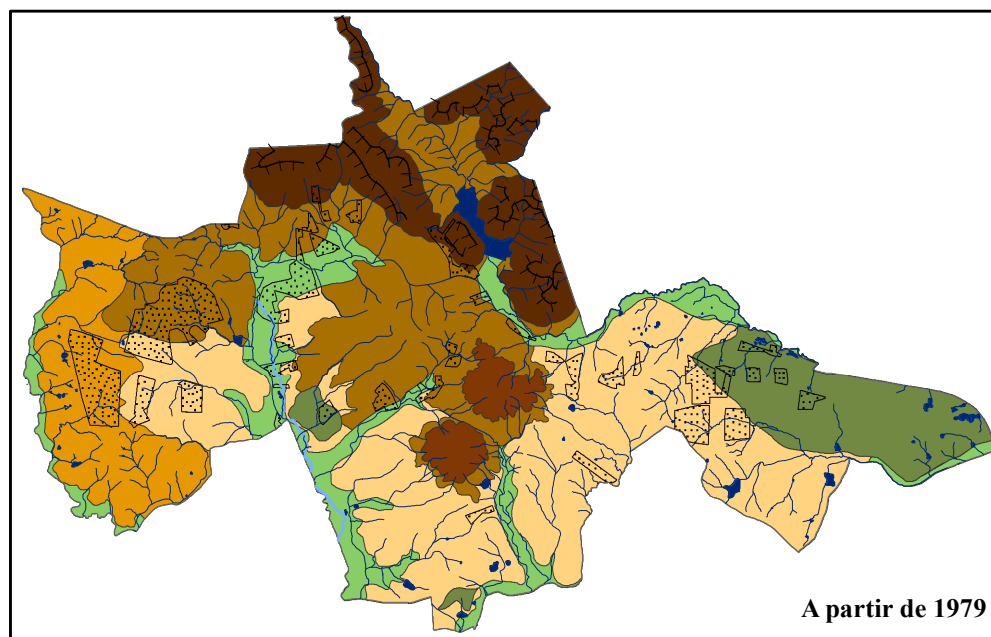
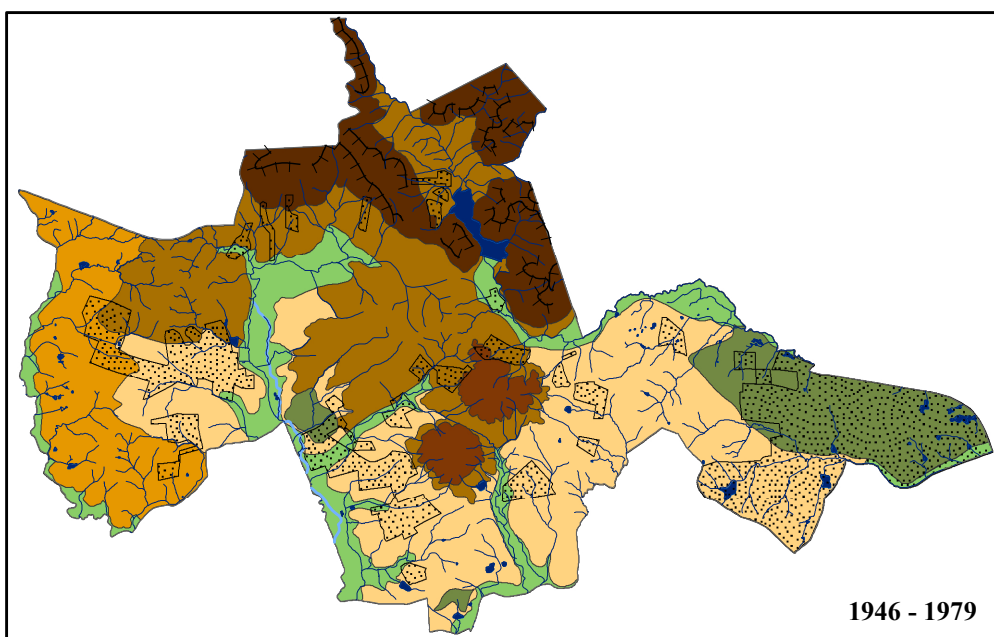
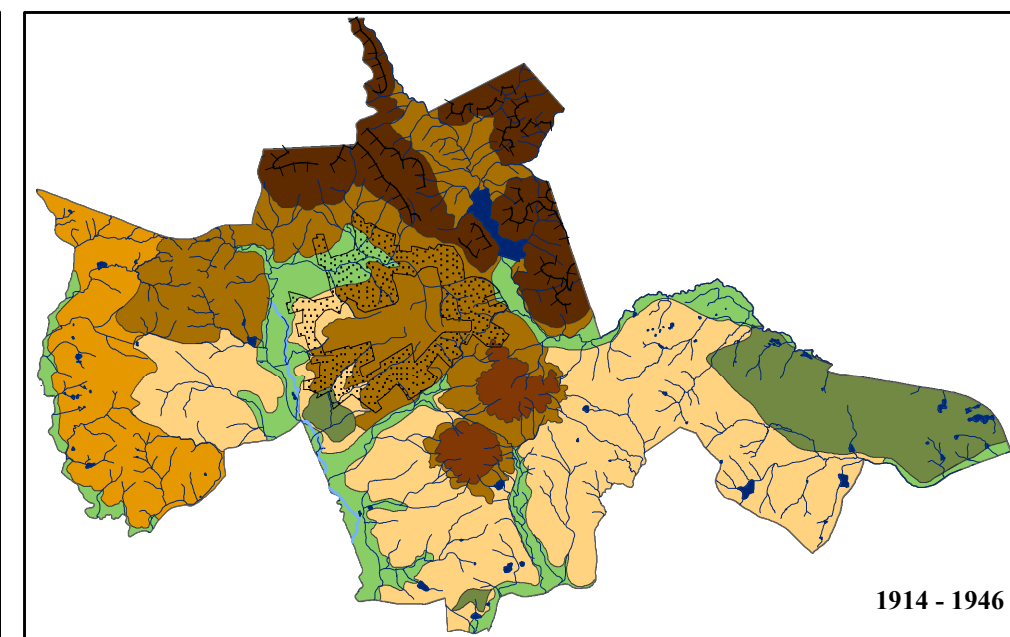
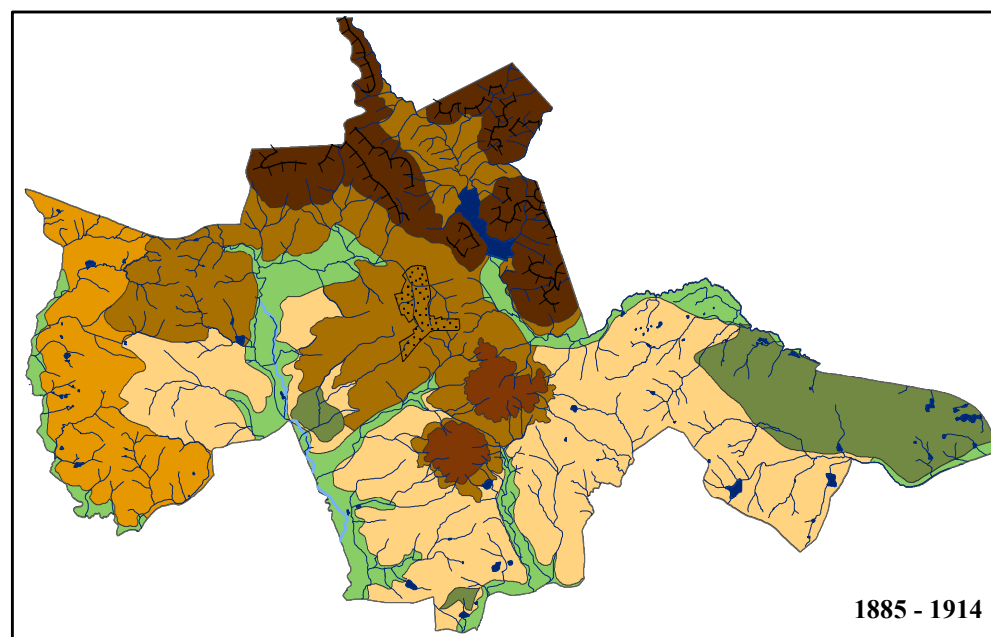
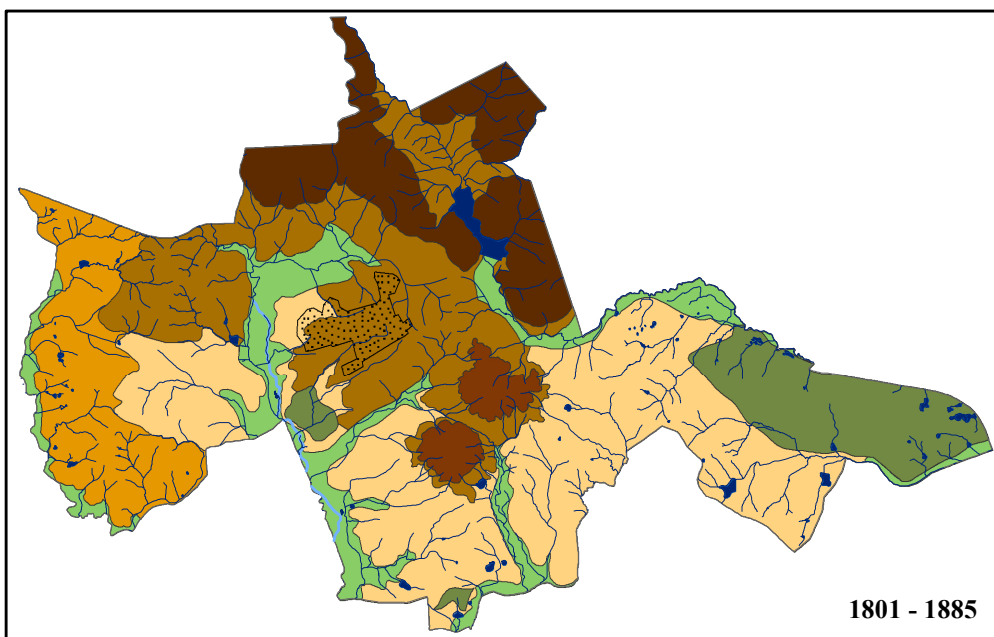
7 A EXPANÇÃO URBANA DE SANTA MARIA E SUAS DERIVAÇÕES SOBRE OS COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICAS

7.1 A Ocupação Urbana sobre os Compartimentos do Relevo

O espaço urbano vivido pela contemporânea cidade média de Santa Maria reflete as significativas alterações e transformações ocorridas em seus 150 anos de emancipação política e sua organização socioespacial. Tais transformações sobrevivem das relações entre crescimento demográfico, adensamento populacional e necessidade de expansão do tecido urbano e das técnicas empregadas na apropriação de novos espaços. Portanto, não distinta de outra cidade em constante processo de desenvolvimento, Santa Maria observou grandes contingentes populacionais e expandiu sua área urbanizada, levando-a a consecutiva implantação de loteamentos urbanos, abertura de ruas e criação de bairros como forma de ocupação do espaço, com ou sem planejamento prévio ou de infraestrutura adequada.







De acordo com a análise sobre a dinâmica populacional de Santa Maria, previamente descrita no capítulo anterior, 96% do contingente populacional reside em áreas urbanas. Desta maneira, o espaço apropriado para fins de urbanização, definido pelos limites da composição do tecido urbano, se expande sobre os compartimentos do relevo conforme a necessidade de ocupação de novas áreas, constituindo igualmente um conjunto complexo de usos do solo, ilustrado no Mapa 11, através da sequência evolutiva e espacial das manchas urbanas sobre Padrão e Tipos de Formas do Relevo que compõem o Perímetro Urbano de Santa Maria.

A ocupação do território santa-mariense inicialmente se deu de maneira lenta e gradual. A área efetivamente ocupada passou de pouco mais de 1% no período de **1801 a 1885**, quando ainda configurava o embrião da estrutura urbana, para mais de 37% da área total do seu atual Perímetro Urbano (Gráfico 2).









Legenda

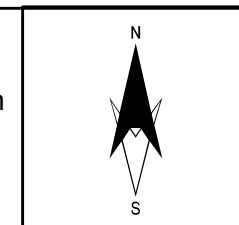
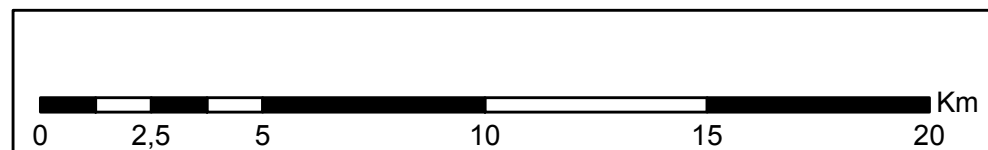
Compartimentação Geomorfológica

-  Morros
-  Morrotes Isolados
-  Colinas de Arenito e Lamito
-  Colinas de Arenito
-  Colinas de Lamito e Arenito
-  Planícies Fluviais
-  Terraços Fluviais

Convenções Cartográficas

-  Barragens
-  Rede de Drenagem
-  Canal Original - Arroio Cadena
-  Rebordo do Planalto
-  Perímetro Urbano
-  Manchas Urbanas

Mapa 11: Evolução Urbana sobre as Formas Semelhantes do Relvo do Perímetro Urbano de Santa Maria - RS



Sistema de Referência: SIRGAS 2000

Base Cartográfica: Cartas do Exército 1:25.000

Orientação: Nina Simone Vilaverde Moura

Elaboração: Tania Cristina Gomes

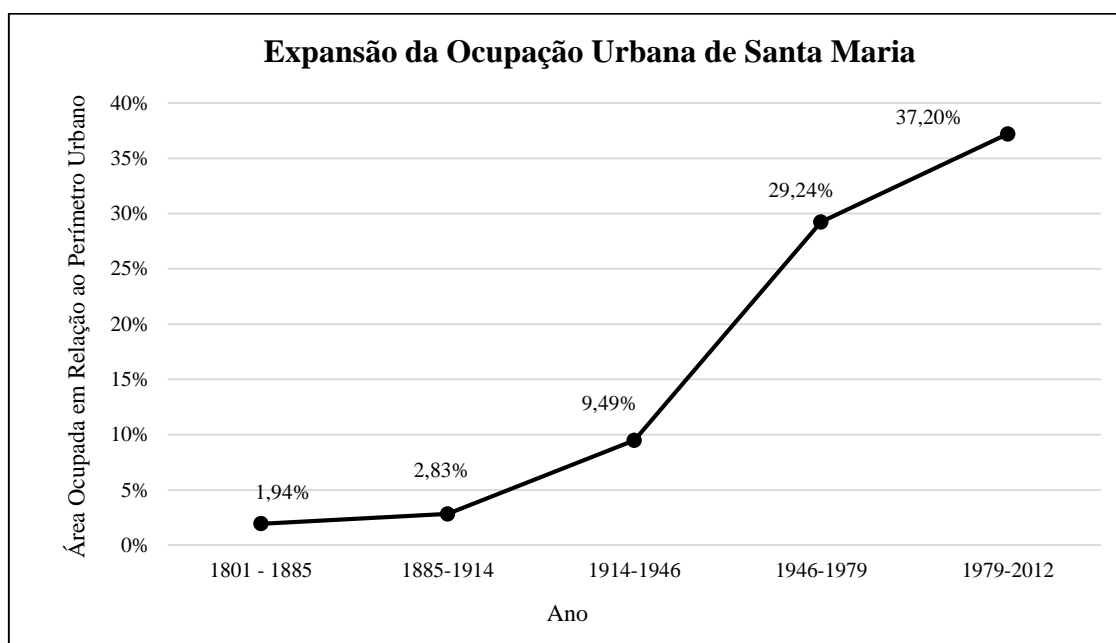
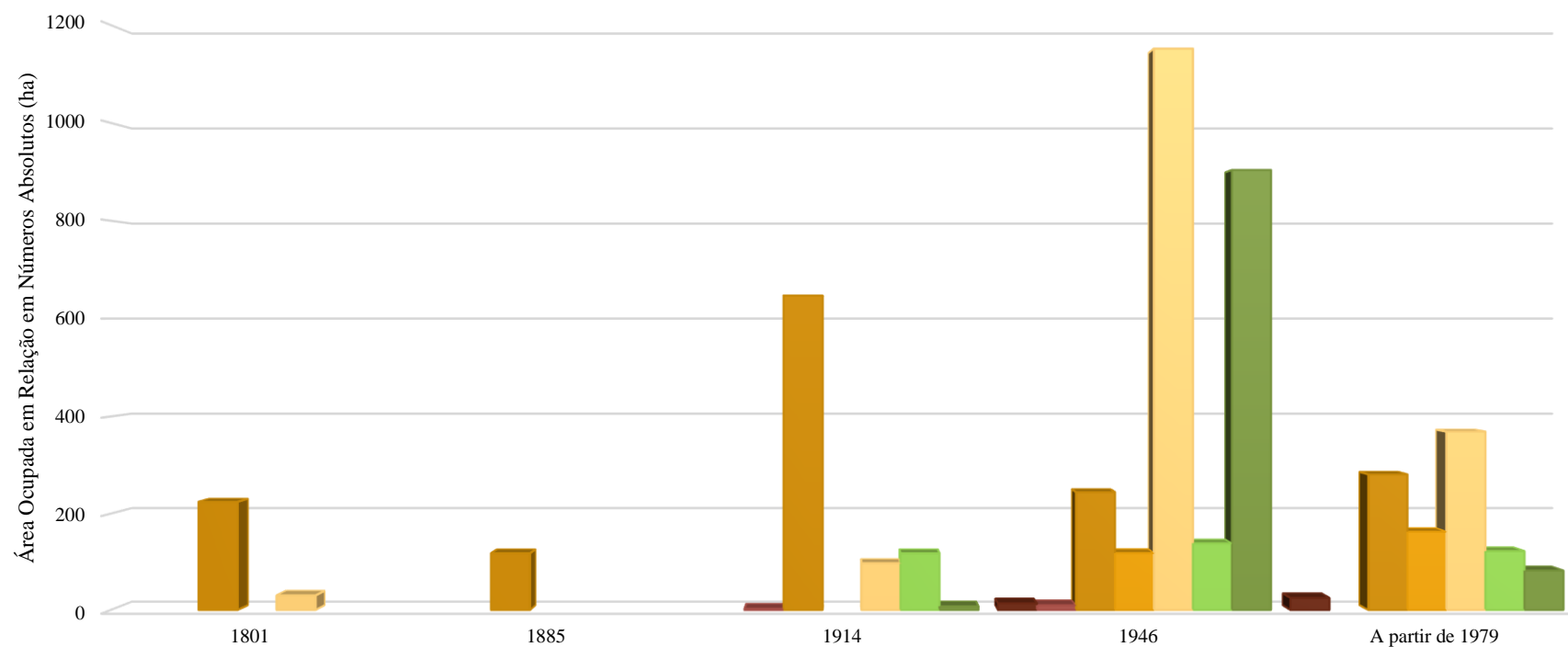


Gráfico 2: Expansão da Ocupação Urbano de Santa Maria, área ocupada em relação ao Perímetro Urbano.

Primeiramente o povoamento urbano assentou-se sobre uma ampla colina (coxilhas de 90 a 200 m de altitude e declividades entre 5 e 15%), localizada regionalmente na Depressão Periférica da Bacia Sedimentar do Paraná e entre o sopé da Serra Geral e os Morros Testemunhos. A expansão urbana para esse primeiro período ocorrera no sentido oeste, ocupando uma área de 254,43 ha, correspondendo a pouco mais de 1% da área total do Perímetro Urbano (Mapa 11). A aglomeração ocupou, predominantemente, áreas do modelado de Dissecação, notadamente no Padrão em Forma de Colinas de Arenito e Lamito (224,44 ha), chegando a atingir parte das Colinas de Lamito e Arenito (30 ha), conforme o Gráfico 3. Assim, caracteriza-se essa primeira fase por lenta expansão urbana, a qual superou o lento crescimento somente a partir de 1914.

Gráfico 3: Área Ocupada em Relação ao Padrão e Tipos de Forma de Relevo



	1801	1885	1914	1946	A partir de 1979
■ Padrão em Forma de Morros da Serra Geral				13,64	24,74
■ Padrão em Forma de Morrotes da Serra Geral			2,28	9,69	
■ Padrão em Forma Colinas de arenito e lamito	224,44	117,5	647,14	244,6	281,3
■ Padrão em Forma Colinas de arenito				117,86	162,18
■ Padrão em Forma Colinas lamito e arenito	30		96,83	1.152,00	368,96
■ Padrão em Forma de Planícies Fluviais - Planícies Aluviais			117,32	138,16	121,83
■ Padrão em Forma de Planícies Fluviais - Terraços Fluviais			7,43	903,81	81,46

Atualmente a área compreende o centro da cidade e se caracteriza por uma paisagem complexa. Constituí o nódulo principal da rede de vias urbanas, concentrando a maior parte de serviços urbanos, sobretudo comerciais, os quais chegam a monopolizar os serviços em escala regional. De acordo com Dal'Asta (2009), o centro urbano corresponde a apenas 1,82% da área total do Perímetro Urbano e individualiza-se pelo forte adensamento populacional (9.000 hab/km²) e de construções, com predomínio da verticalização do uso do solo.

A segunda fase de expansão **(1885 a 1914)** ocorre ainda sob ritmo lento, agregando a área já urbanizada de 117,49 ha que, somada à mancha urbana referente ao período anterior, representa 371,94 ha de área ocupada, importando 2,82% da área total sobre o Perímetro Urbano atual, havendo um contínuo avanço das populações sobre o Padrão em forma de Colinas de Arenito e Lamito. Essa nova parcela de solo ocupada atualmente se encontra integrada ao centro urbano atual, portanto expõe as mesmas características do período entre 1801 a 1885.

A fase subsequente **(1914 a 1946)** acrescentou para a área já ocupada 872,10 ha, que, somada aos períodos anteriores, representa uma área total de 1.242,94 ha atingindo um percentual de 9,49% de área ocupada sobre o Perímetro Urbano. As populações avançaram sobre outros compartimentos do relevo, sendo que, das sete unidades geomorfológicas que compõem o relevo do Perímetro Urbano, apenas os padrões em forma de Morros e Colinas de Arenito não foram atingidas por esse avanço. Ressalta-se a continuidade da ocupação sobre o padrão em forma de Colinas de Arenito e Lamito (647,14 ha) e a ocorrência da ocupação de 117,32 ha sobre a unidade Padrão em Forma de Planícies Aluviais, compartimento que anteriormente não havia sido ocupado. Desse modo, apesar de o período mostrar a ocupação de praticamente todos os compartimentos geomorfológicos, vale destacar que a ocupação ocorreu de maneira concentrada, expandindo-se apenas no entorno do núcleo central, unindo-se continuamente às demais manchas urbanas.

A fase ulterior **(1946 a 1979)** sinaliza um período de expansão urbana bastante expressiva, pois representa, em área ocupada, a importância de 2.579,77 somente para esse período e, somada aos períodos anteriores, as populações ocuparam efetivamente uma área de 3.823,79 ha (29% do total de área ocupada). Ao avançar a ocupação atingiram todos os padrões e tipos de formas de relevo, incluindo Morros da Serra Geral (13,64 ha) e Morrotes da Serra Geral (9,69 ha). Salienta-se a ocupação significativa sobre o Padrão em Forma de Colinas de Lamito e Arenito (1.152 ha), a qual representa em área 30% (4.117 ha) da área total que abriga as unidades geomorfológicas existentes no Perímetro Urbano. Merece

destaque também a área ocupada sobre o Padrão em forma de Terraços Fluviais (903,81 ha) somente nesse período, principalmente a leste do Perímetro Urbano, porção onde se situam a Base Aérea e a Universidade Federal de Santa Maria. Esse mesmo período também revela que a expansão urbana toma dimensões exclusivas em relação aos demais períodos, pois sua urbanização passa a se conformar não mais de maneira concentrada em torno das áreas centrais, mas sim se arranja de modo descontínuo, desenvolvendo núcleos de urbanização fora do eixo central.

O último período (**a partir de 1979**) compreende um acréscimo de 1.040,31 ha sobre a área urbana. Somada aos períodos anteriores corresponde ao total de área urbanizada em Santa Maria (4864,10 ha), 37,20% da área total do Perímetro Urbano. Com exceção do Padrão em Forma de Morrotes Isolados, a área ocupada durante esse período até os dias atuais abrange todos os Padrões e Tipos de Forma de Relevo e acompanha as mesmas particularidades de ocupação do período anterior, ou seja, ocupação descentralizada.

Ao analisar a expansão urbana de Santa Maria (**1801 a 2012**), é possível inferir que a mesma se deu de modo contínuo e radial, desde o surgimento de seu primeiro núcleo urbano até o ano de 1946. Do mesmo modo, em meados da década de 1940, a partir da necessidade de ocupação de novas áreas, a urbanização passa a obedecer a um caráter de urbanização descentralizado, formando núcleos urbanos em distintos locais, porém no sentido leste-oeste devido às dificuldades de ocupação ao norte pela presença dos Morros da Serra Geral.

Também vale abordar a relação de adensamento populacional sobre as áreas urbanizadas. Destarte, as áreas adensadas correspondem a 20% do Perímetro Urbano, ocorrendo em porções centrais, contornado o centro urbano e nas porções leste e oeste, onde representam núcleos de urbanização. São áreas consideradas de razoável nível de concentração populacional e de edificações, com uso predominantemente horizontal do solo. Devido às características de ocupação, as áreas adensadas apresentam variações de densidade demográfica estabelecidas entre 2.000 e 9.000 hab/km², abrangendo áreas de ocupações mais antigas, no entorno do centro, mais adensadas, e áreas de ocupação recentes, menos adensadas. As áreas pouco adensadas representam 12% do Perímetro Urbano e ocorrem na periferia urbana, contornando as áreas adensadas. Retribuem as porções de baixa urbanização ou de baixa concentração de edificações e apresentam densidades demográficas inferiores a 3.700 hab/km², individualizando áreas de futuro adensamento populacional (DAL'ASTA, 2009).

Deste modo, em relação à área total do Perímetro Urbano, a ocupação abrangeu todos os Padrões e Formas de Relevô. Sobressaiu às áreas ocupadas sobre as formas de colinas, as quais estão representadas pelas unidades de Colinas: Arenito e Lamito (1.514,98 ha), Arenito (280,04 ha) e Colinas de Lamito e Arenito (1.647,79 ha), juntas correspondendo a 3.442,81 ha (26,28%) do total de 4.863,17 ha (37,20%) de área ocupada (Gráfico 3). Observa-se também a baixa ocupação sobre as formas de Morros da Serra Geral (0,30%) e Morrotes Isolados (0,091%) em relação à ocupação total do Perímetro Urbano.

A partir da análise sobre a mesma tabela se faz necessário abordar a relação da ocupação urbana com os distintos padrões e formas de relevô. Desta maneira, destaca-se a significativa ocupação sobre a Forma de Planícies Fluviais – Terraços, na qual a urbanização atingiu 82,31% (992,70 ha) da área que compreende esse compartimento (1.488 ha). Esses terraços ocorrem em sua maioria a leste do Perímetro Urbano, estão associados aos depósitos dos Arroios Cadena, passo das Tropas e, especialmente, Vacacaí Mirim. Morfológicamente, compõem colinas suaves de altimetrias que variam entre 70 a 110 m e declividades inferiores a 15%, com predomínio de inclinações inferiores a 2%. Apesar de não representar risco de inundações e embora a erosão não constitua uma característica significativa, devido ao intenso processo de urbanização, a unidade, atualmente, encontra-se em pleno processo de degradação ambiental pela impermeabilização e retirada da vegetação.

Salienta-se, também, a ocupação sobre os padrões em forma de Colinas de Arenito e Lamito (44,36% do total de 3.415 ha) e Colinas de Lamito e Arenito (40,02% do total de 4.117 ha). Sobre essas colinas situa-se grande parte da ocupação urbana, inclusive o centro da cidade, caracterizando áreas de ondulações suaves (coxilhas). São colinas morfológicamente côncavo-convexas e tabuliformes, onde ocorrem processos erosivos do tipo ravina e voçorocas. As Colinas de Lamito e Arenito são as mais significativas em área, ocupando as porções sul e leste da cidade. Os demais padrões representam, respectivamente, 25,35% sobre as Planícies Aluviais, 19,65% sobre as Colinas de Arenito e a ocupação menos significativa sobre as formas de Morrotes Isolados (3,6%) e Morros (2,47%).

Compartimentos	Área (ha)	Área ocupada (ha)	Percentual de Área ocupada em relação aos Compartimentos	Percentual de Área ocupada em relação ao Área do Perímetro Urbano
Morros	1.554	38,38	2,47	0,30
Morrotos Isolados	335	11,97	3,60	0,091
Colinas de Arenito e Lamito	3.415	1.514,98	44,36	11,57
Colinas de Arenito	1.425	280,04	19,65	2,13
Colinas de Lamito e Arenito	4.117	1.647,79	40,02	12,58
Planícies Fluviais – Planícies Aluviais	1.488	377,31	25,35	2,88
Planícies Fluviais - Terraços	1.206	992,70	82,31	7,58
Total	13.092	4.863,17	-	37,20

Quadro 9: Relação Área Ocupada sobre os Compartimentos Geomorfológicos e Área Ocupada sobre o Perímetro Urbano (1801 – 2012)

7.2 Derivações Ambientais decorrentes da Ocupação Urbana sobre os Compartimentos do Relevo

Diante da exposição referente à ocupação urbana sobre os compartimentos do relevo, observa-se que urbanização desenvolveu-se, essencialmente, sobre as formas de relevo que compõem a Depressão Periférica, inclusive nas planícies aluviais e cabeceiras de drenagem que, atreladas à fragilidade natural do substrato, composição dos solos, condições climáticas locais e tipo de cobertura vegetal (campos sulinos, capões e mata galeria), produzem derivações ambientais distintas das originais, intensificando e alterando a dinâmica dos processos superficial. Desta maneira, foram notadas na área de estudo múltiplas intervenções antrópicas sobre as formas de relevo. Essas intervenções modificaram a morfologia original, eliminaram determinadas características fundamentais e originaram novos processos morfodinâmicos.

As propriedades morfodinâmicas da superfície onde se insere o Perímetro Urbano apontam características gerais e diferenças básicas quanto ao seu comportamento morfodinâmico, as quais estão relacionadas às distintas propriedades dos materiais provenientes da Bacia Sedimentar do Paraná e materiais oriundos do Rebordo do Planalto, composto por rochas vulcânicas. Portanto, os sedimentos que compõem a área estudada, além de derivarem de matérias diferentes, originaram-se em condições ambientais climáticas distintas, ora quente-seco, ora quente-úmido, ora drenagem desativada, ora ativada, proporcionando condições de ambientes diversificados para a formação desses materiais, os quais também respondem de maneira distinta a cada ambiente submetido.

Os materiais que constituem os solos provêm de sedimentos recentes inconsolidados do quaternário, das rochas basálticas da Serra Geral, arenitos, siltitos e argilitos fluviais estratificados e arenitos eólicos do Botucatu. A variedade litológica, a composição dos materiais dos solos e sua variabilidade espacial e profundidade, as diferentes morfologias de relevo associadas a parâmetros morfométricos e hidrológico induzem o comportamento das propriedades morfodinâmicas superficiais.

Estudos realizados por Alves, Sausen e Lacruz (2011) evidenciam o potencial de escoamento superficial do Perímetro Urbano. Foram identificadas para área sete classes de escoamento, das quais se destacam as classes inferiores a 80 (baixo potencial de escoamento) que representam cerca de 80% do total da área. As classes superiores a 81 (alto potencial de escoamento) representam aproximadamente 20% (2.716,56 ha) e predominam a porção central, área fortemente urbanizada, e áreas residenciais a oeste e centro-oeste do Perímetro Urbano.

Na compreensão de Moroz-Caccia Gouveia (2010), a fase inicial de urbanização, a partir da abertura de novas ruas e implantação de loteamentos, por exemplo, o escoamento superficial tende a se concentrar desencadeando processos erosivos lineares (sulcos e ravinamentos). As áreas em fase intermediária de urbanização também apresentam escoamento superficial concentrado e tendência à mobilização de sedimentos, principalmente pela ausência ou deficiência de sistema de microdrenagem e saneamento. Já a fase final de urbanização, altamente impermeabilizada, igualmente apresenta escoamento superficial concentrado e, quando possui estruturas de abastecimento, saneamento, comunicação e transporte subterrâneo, pode apresentar problemas relacionados ao rompimento de dutos e rebaixamento do lençol freático.

Deste modo, o baixo potencial de infiltração, o aumento da velocidade de escoamento superficial, a intensificação dos processos erosivos e o aumento da quantidade de sedimentos depositados nos principais canais fluviais e o conseqüente assoreamento do leito dos arroios Cadena, Vacacaí Mirim, Passo das Tropas e Ferrera decorrem gradativamente da impermeabilização dos solos, das áreas de solo exposto designados à construção civil e do manejo inadequado das áreas destinadas à prática da agricultura urbana.

Para Dal'Asta (2009) e Oliveira *et al* (2006), os corpos hídricos compõem a rede hidrográfica do Perímetro Urbano, notadamente aqueles inseridos em áreas urbanizadas, absorveram intensas alterações, tanto em suas características morfológicas quanto em sua capacidade hidrodinâmica. No entanto, as nascentes encontram-se em diferentes estágios de

alteração, visto que no centro da cidade os canais de primeira ordem foram inteiramente canalizados de forma fechada e em locais periféricos ao centro, e nota-se o desenvolvimento acelerado de processos erosivos (ravinas e voçorocas) sobre algumas cabeceiras de drenagem, antecipando processos de deposição a jusante.

Oliveira *et al* (2006) ressalta as intervenções e alterações realizadas sobre o Arroio Cadena. Segundo o autor, as derivações ambientais tem se intensificado nos últimos trinta anos devido ao adensamento da ocupação nas áreas marginais de seus afluentes, pois das 15 sub-bacias hidrográficas pertencentes à Bacia do Arroio Cadena, 11 percorrem áreas de uso urbano. Desta maneira, devido ao processo histórico de ocupação e ao desenvolvimento da urbanização, a bacia hidrográfica como um todo está em constante processo de descaracterização, visto que o surgimento da cidade deu-se sobre a bacia hidrográfica desse arroio.

Outra alteração significativa concretizada no mesmo arroio, porém a partir da década de 1980, foi a realização da obra de retificação do seu canal principal, no alto e no médio cursos, visando à resolução de problemas relacionados a inundações ao longo do canal. O leito foi transferido, aprofundado e retilizado, mais a oeste, em seu médio curso, e o leito original aterrado, como pode ser verificado no Mapa 4. No entanto, as obras estruturais realizadas no Arroio Cadena apenas transferiram os problemas para sua jusante (DAL'ASTA, 2009). De acordo com Oliveira (2004), é fator determinante a realização de obras não estruturais em canais alterados por obras estruturais. O Arroio Cadena sofreu intensificação de processos erosivos e assoreamento de suas margens, o que fez com que o canal tendesse a regressar ao seu curso normal, tornando a meandrar e promovendo inundações em outras porções do arroio.

As formas de relevo submetidas às intervenções dos tipos corte e aterro, mineração e terraplanagem também geram modificações morfológicas, as quais envolvem as feições do modelado antrópico sobre as formas e tipos de relevo. Segundo Moroz-Caccia Gouveia (2010), nessas áreas pode ocorrer formação de depósitos tecnogênicos sobre as morfologias originais, implicando na acentuação das declividades e, por conseguinte, contribuindo na aceleração do escoamento concentrado. Do mesmo modo, a heterogeneidade dos materiais depositados e a descontinuidade de permeabilidade entre esses materiais e os materiais originais geram uma nova condição de infiltração e fluxos subsuperficiais, permitindo a criação de planos de menor coesão entre os materiais, instabilizando as vertentes, favorecendo movimentos de massa. Para o Perímetro Urbano de Santa Marias essas feições advêm

associadas às áreas de extração de materiais empregadas na construção civil, como pedreiras, olarias e áreas de materiais de empréstimo, minerados em áreas urbanas e periurbanas.

As feições resultantes de pedreiras, instaladas no maciço rochoso e utilizadas na extração de basalto, ocorrem ao norte junto aos morros. Apesar de permanecerem desativadas, as lavras deixaram cicatrizes e a rocha exposta impacta visualmente a paisagem. De acordo com Dal'Asta (2009), a mineração do basalto gerou intensas modificações na geometria e no perfil das vertentes, principalmente ao criarem “degraus” artificiais e taludes verticalizados de base plana, nas frentes da lavra, e corpos de “bota-fora” ou depósito de rejeito da pedreira, nas adjacências da frente de extração, individualizando locais compostos de materiais inconsolidados e instáveis, devido à heterogeneidade de seus constituintes, apresentando, desse modo, áreas com restrições de uso e ocupação pelas populações. Segundo a mesma autora, os explosivos utilizados na britagem também provocam descontinuidades e fraturas na rocha, intensificando, através da percolação da água pelas fraturas, o tombamento de blocos rochosos.

Outro tipo de feição associada às intervenções antrópicas se traduz em locais destinados a extração de argilas, subtraídas, em sua maioria, dos aluviões do Arroio Cadena e Vacacaí Mirim. Segundo Dal'Asta (2009), os locais de extração situam-se na periferia e próximos a pequenas indústrias de transformação. A lavra é realizada através da abertura de cavas “a céu aberto”, cuja extração precede a remoção das camadas de solo superficial até atingir a camada de argila. Desse modo, esse tipo de intervenção, modifica a topografia local originando novas morfologias, seja através das cavas abandonadas, da disposição do minério para estocagem ou a partir da construção de canais artificiais, usados para drenar as áreas com acúmulo de água, formadas pelo rebaixamento do terreno. Após a extração total, as cavas são abandonadas sem plano de recuperação de área degradada, certificando mais uma área com restrições ao uso e ocupação pelas populações como as vivenciadas pelas comunidades da Vila Urlândia, onde as cavas abandonadas representam um alerta a eventos de inundações e alagamentos ao transbordarem, especialmente, na ocorrência de eventos pluviiais intensos (DAL'ASTA, 2009).

As lavras de material de empréstimo, extração de argila e areia da Formação Caturrita e Santa Maria, usada na construção de aterros, ocorrem associadas às áreas planas e rebaixadas pela remoção de material superficial. Modificam a morfologia original, intensificam os processos erosivos, expõem os horizontes mais suscetíveis e desestruturam os solos, os quais, quando submetidos ao regime regular de chuvas em Santa Maria, algumas

intensas (precipitação média anual 1.600 mm), aumentam o potencial erosivo e a capacidade de transporte de carga de sedimentos para os canais fluviais e, conseqüentemente, intensificam os processos de assoreamentos (DAL'ASTA, 2009).

Por fim, pode-se inferir que a ocupação do território urbano santa-mariense mantém-se em expansão, alterando e modificando os compartimentos do relevo nos quais se instalam. Destaca-se que as principais intervenções realizadas no relevo tinham como finalidade facilitar o acesso e a ocupação de áreas anteriormente consideradas impróprias ao uso urbano. Embora essas alterações tenham gerado e desencadeado novos problemas urbanísticos, essas obras resultam de políticas públicas ligadas às melhorias na estrutura urbana. Atualmente ainda se observa a falta de iniciativas corretas para favorecer a ocupação adequada das novas áreas inseridas no tecido urbano.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar a urbanização fato concreto diante das alterações no modelado do relevo, entende-se que tudo se inicia pela necessidade de ocupação de determinadas áreas, individualizadas pelas formas de relevo. Desse modo, essas alterações e transformações sobre as formas de relevo são inerentes e simultâneas ao processo de urbanização. A ocupação efetiva e o estabelecimento do espaço urbano de Santa Maria ocorre quando, em 1801, a Comissão Demarcadora abandona o acampamento militar, deixando um pequeno núcleo de habitantes sobre um divisor de águas, formado pelo arroio Itaimbé no lado leste e pelas nascentes de um pequeno arroio na face oeste, destacando uma ampla colina.

Esta colina abriga a área central da cidade, completamente urbanizada e verticalizada, comportando as áreas de maior adensamento populacional. As áreas periféricas da cidade correspondem às novas áreas de ocupação e adensamento populacional, portanto caracterizam áreas de futuras intervenções em detrimento da expansão urbana. Concomitante ao processo de ocupação e urbanização, os compartimentos do relevo foram, ao longo do tempo, modificados e recriados buscando distintas formas de adaptação às limitações impostas pelo processo de ocupação. A urbanização desenvolveu-se, notadamente, sobre os compartimentos que compõem as colinas da Depressão Periférica.

O cenário atual da cidade caracteriza-se pela ausência de conformidade no ordenamento territorial, gerado pelo constante crescimento e adensamento desordenado da população, originando formas caóticas de acomodação do uso do solo urbano sobre os compartimentos do relevo, sobretudo a partir da década de 1950, período que procedeu a conversão de áreas desfavoráveis em uso urbano, ocasionando diversos problemas de ordem socioambiental. Diante dessa realidade, este estudo buscou analisar as modificações ocorridas nas formas de relevo do Perímetro Urbano, transversalmente a caracterização dos elementos geológicos e geomorfológicos, caracterização do processo histórico de ocupação e expansão urbana e identificação das alterações significativas ocorridas nas formas de relevo, decorrentes do processo de urbanização.

Vale lembrar que a delimitação do Perímetro Urbano como recorte espacial, para o desenvolvimento da investigação da Antropogeomorfologia, mostrou-se essencialmente importante visto que sua delimitação inclui as áreas urbanizadas e futuras áreas de expansão, as quais se desenvolvem associadas à dinâmica socioespacial da cidade, transformada em áreas de ocupação conforme a necessidade, condicionadas a leis de uso e ocupação do solo

urbano nas quais o valor do solo determina os distintos tipos de uso. Igualmente, ressalta-se a importância do recorte temporal em distintos períodos, visto que as alterações sobrevêm da história cumulativa das intervenções das sociedades humanas sobre o meio.

No sentido metodológico apostou-se na adoção de propostas metodológicas distintas, o que resultou no refinamento do aparelhamento deste trabalho, sobretudo com vistas à máxima integração dos fatos geomorfológicos. Deste modo, propôs-se a organização da pesquisa a partir da associação dos trabalhos realizados por Ab'Sáber (1969) como base conceitual, e dos trabalhos realizados por Rodrigues (2005) no sentido investigativo na Antropogeomorfologia, com o intuito de satisfazer a orientação metodológica para a pesquisa geográfica recomendada por Libault (1971) e adaptada por Ross (2010). A associação das distintas metodologias contenta os objetivos propostos para este trabalho, gerando procedimentos técnicos e operacionais melhor definidos. Ainda no sentido metodológico, destaca-se a importância do uso das técnicas de geoprocessamento ou aplicação de SIGs, a qual se mostrou uma ferramenta indispensável na análise integrada da representação dos fatos e fenômenos geográficos, possibilitando o processo de síntese das informações.

A adoção da abordagem da Antropogeomorfologia, associada às técnicas de geoprocessamento e cartografia geomorfológica, sustentou uma abordagem mais ampla facilitando a integração e a análise das relações entre os fenômenos físicos e socioambientais. Possibilitou o entendimento das alterações sobre o modelado terrestre a partir das intervenções antrópicas, ou seja, superou a análise embasada apenas em evidências de elementos meramente definidos pelo meio natural e amparou a complexidade da abordagem geomorfológica que, por definição, identifica, classifica e analisa as formas da superfície terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais.

A organização da pesquisa, no seu sentido operacional, foi contemplada a partir de orientações pontuais contidas nos *quatro níveis da pesquisa geográfica*: nível compilatório, nível correlativo, nível semântico e nível normativo. Logo, qualquer pesquisa, ao admitir o caráter geográfico, incide conseqüentemente sobre esses quatro níveis de análise que, embora obedeçam à lógica organizacional, não assumem caráter linear e estático.

A partir da Compartimentação Geomorfológica e do Estudo da Evolução Urbana de Santa Maria obteve-se a dimensão exata da ocupação urbana sobre cada compartimento. A área total do Perímetro Urbano corresponde a 13.092 ha, e dessa área total 4.863,17 ha compreendem a área urbanizada distribuída sobre os distintos compartimentos geomorfológicos. Desse modo, da área total de Morros, 2,47% encontram-se urbanizadas,

3,60% Morrotes Isolados, 44,36% Colinas de Arenito e Lamito, 19,65% Colinas de Arenito, 40,02% Colinas de Lamito e Arenito, 25,35% Planícies Fluviais-Planícies Aluviais e 82,31% Planícies Fluviais-Terraços.

Observa-se que a urbanização desenvolveu-se, fundamentalmente, sobre as formas de relevo que compõem a Depressão Periférica, inclusive nas planícies aluviais e cabeceiras de drenagem que, atreladas à fragilidade natural do substrato, composição dos solos, condições climáticas locais e tipo de cobertura vegetal, produzem derivações ambientais distintas das originais, intensificando e alterando a dinâmica dos processos superficiais. Assim, sugere-se incentivar a ocupação de áreas consideradas vazios urbanos, aproveitando a infraestrutura e a disponibilidade de bens e serviços já existente no local, impedindo a conversão de novas áreas em uso urbano e investimentos públicos desnecessários.

Desta maneira, o Perímetro Urbano de Santa Maria apresentou múltiplas intervenções antrópicas sobre as formas de relevo. Essas intervenções modificaram a morfologia original e eliminaram determinadas características fundamentais originando novos processos morfodinâmicos. Dentre as intervenções destacam-se as relacionadas à canalização e retificação do Arroio Cadena, corte e aterro, mineração, terraplanagem, pedreiras, lavras de material de empréstimo, as quais modificaram e originaram diferentes feições no modelado do relevo.

Observa-se também que as intervenções, especialmente as realizadas na rede hidrográfica, embora objetivassem a melhoria da estrutura e dos equipamentos urbanos, foram conduzidas de maneira setORIZADA (realizadas pelo poder público e conseqüentemente de maior dimensão) ou pontual (realizadas pela própria população) e não propunham a premissa de que qualquer alteração deveria ser sugerida no âmbito de bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento. Desta maneira, as intervenções auferidas na área urbana de Santa Maria, a partir da implantação de medidas estruturais ou não estruturais, estabeleceram novas condições ao comportamento hidrodinâmico das bacias, as quais, ao tenderem a se adaptar a essas novas condições, impactaram, sobretudo, a jusante das bacias hidrográficas.

De modo eminente os estudos de ordem ambiental, sobretudo estudos antropogeomorfológicos, contentam e fundamentam as precisões políticas e administrativas de qualquer município. São instrumentos de adesão técnica na elaboração do planejamento socioeconômico e ambiental. Deste modo, Santa Maria necessita de estudos que resultem no entendimento das derivações ambientais decorrentes do processo de urbanização, a partir de abordagens que incluam a complexa relação entre sociedade e natureza.

Igualmente, é fato exímio que o Poder Público exerce importante função ao conduzir o planejamento territorial dos municípios, os quais devem atentar especialmente às questões explícitas de planejamento urbano, amparado pela legislação vigente sobre uso e ocupação do solo urbano e uso de instrumentos técnicos, a exemplo estudos como este aqui apresentado. Lembrando que, embora a legislação atual relacionada às questões urbanas tenha obtido avanço significativo, na prática o que se constata é a prática recursiva dos princípios de produção e reprodução do espaço sob a forma mercadológica, normalmente aqueles ligados ao setor imobiliário. Negam-se iniciativas à prevenção de eventos que gerem danos às populações instaladas em áreas geomorfologicamente instáveis, ou então negam-se ações articuladas de controle socioambiental.

As cidades médias, a exemplo de Santa Maria, não sofreram alterações tão impactantes como os grandes centros urbanos, no entanto, se analisadas em escala de detalhe, é possível verificar que as alterações já concretizadas são inúmeras e devem ser consideradas. Observa-se um contrassenso, estabelecido pelos investimentos públicos em habitação e saneamento, por exemplo, e a falta de cumprimento legal sobre o controle do uso do solo adotando as prerrogativas dos planos diretores e a regularização da atividade imobiliária propendendo o interesse social, orientando-se por Estatuto da Cidade, Código Estadual do Meio Ambiente, Código de Posturas do Município, Código de Obras e Edificações e, especialmente, Lei de Parcelamento de Uso do Solo Urbano.

Por esta razão faz-se necessário adotar um ajuste de conduta e controle sobre questões referentes à expansão urbana, levando-se em consideração pressupostos básicos de planejamento os quais passam pela preparação de um conjunto de decisões para ações futuras, direcionado a atingir metas pelos meios preferíveis de obtenção do *optimum* dos recursos e benefícios, assumindo o planejamento como instrumento que permite a lúcida análise sobre os complexos problemas enfrentados pelas sociedades, sendo capaz de equipar métodos de organização eficazes para melhor utilização dos recursos com o mínimo possível de custo social⁵.

⁵ MAMHIS, Marion in: *Planning Theory and Philosophy*, 1979. Trad. Vera Maria Favila Miorim. Rev. Armando Silva de Araújo. Rio Claro, abril de 1985.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. N. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista do Instituto de Geografia**, 4, São Paulo, 1983, p. 5-18.

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas do quaternário (1969). In: **A obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**. São Paulo: Beca, 2010. (DVD anexo)

AB'SÁBER, A. N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea, no planalto brasileiro (1949). In: **A obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**. São Paulo: Beca, 2010. (DVD anexo)

ALMEIDA, R. E. M. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1967. 96 p. (Boletim 241)

BALLY, A. W.; SMELSON, S. Realms os Subsidence. In: C.S.P.G.: **Facts and Principles of Wold Petroleum Ocurrence**. Canadá: 1980, 1.003 p.

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

BELTRÃO, R. **Cronologia histórica de Santa Maria e do extinto município de são Martinho 1787-1930**. Editora Pallotti, Santa Maria, 199p.,1958.

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.

BERNARDES, N. Bases geográficas do povoamento do Estado do Rio Grande do Sul. In: **Boletim Geográfico**. Ano XX, N° 173, jan./fev., 1962. p. 03-29.

BERNARDES, S. A. C. Santa Maria da Boca do Monte, In: **Revista do Centro de Ciências Sociais e Humanas**. Santa Maria: Imprensa Universitária, UFSM, 8(2):173-188, 1985.

BOLFE, S. A. **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.

BORINI, D. A.; SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. **Modelagem dinâmica do escoamento superficial na área urbana de Santa Maria**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.5671 – 5678.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – CASA CILVIL, SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Lei Complementar n.º 6.766 de 19 de dezembro de 1979 – Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.

CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001 (2ª edição, revista e ampliada), p. 1-5.

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

CASSETI, V. **Geomorfologia**, 2005. Disponível em: <www.funape.org/geomorfologia/>. Acesso em: 20.07.2011

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed da Universidade de São Paulo, 1974. 149p.

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

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Editora Blücher, São Paulo. 2 ed., 1980, 188p. 1980.

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

CLARK, D. **Introdução à geografia urbana**. 2. ed. Tradução Lucia Helena de Oliveira Gerardi; Silvana Maria Pintaudi. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Eds.) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 4. ed., 2001, p. 93-148.

CORDANI, U. G. *et al.* **Estudo preliminar de integração do pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras**. Bol. PETROBRAS – Exploração de Petróleo, n. 15, 70p, 1984.

DALMOLIN, R. S; PEDRON, F.A. Solos do município de Santa Maria. *In*: **Ciência & Ambiente**, n. 38 (jan./jun. 2009). Ed. UFSM. p. 59 – 78

DAL'ASTA, A. P. Elaboração de zoneamento geoambiental para o perímetro urbano de Santa Maria – RS. (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geociências, Pós-Graduação em Geografia e Geociências), Santa Maria, 2010, 176 p.

DIAS, T. S. **A expansão da ocupação urbana sobre o relevo do município de Porto Alegre**. Monografia apresentada como requisito parcial do título de Bacharel em Geografia no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2011.

FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2008. 318p.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005), p. 76-80. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/54/44>> Acesso em 10.agosto. 2011.

FURTADO, A. M. M.; MACEDO, M. R. A. As unidades de relevo e a expansão do sítio urbano da grande Santarém – Microrregião do Médio Amazonas Paraense – Estado do Pará: observações preliminares. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos, métodos e técnicas**. Goiânia, 6 a 10 de setembro de 2006/Brasil. p. 1-10.

GASPARETTO, N. V. L. *et al.* **Mapa geológico da folha de Santa Maria – RS (1:50000)**. Santa Maria: Finep – UFSM, 1988.

GASPARETTO, N. V. L. *et al.* **Mapa geológico da folha de Santa Maria**: texto explicativo. FINEP - UFSM, 1988.

GEIGER, P. P. **Evolução da rede urbana brasileira**. Ministério de Educação e Cultura, 1963. (Coleção o Brasil Urbano: 1)

GONÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A.J.T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). *In*: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 190 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados Agregados (SIDRA). Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo> >. Acesso em: 15.10.2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico. Rio de Janeiro, 2000.

LAZZAROTO, D. **Antropologia: uma teoria da revolução cultural**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 1976.

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1971. 14 p.

MACIEL FILHO, C. L. Mapeamento geotécnico e planejamento da ocupação urbana de Santa Maria. *In*: **Congresso brasileiro de Geologia de Engenharia**. 2. São Paulo. 1978. Anais... São Paulo. Associação Brasileira de geologia de Engenharia. 1978. p. 65-257.

MACIEL FILHO, C. L. (Coord.) **Mapa geológico da Folha de Camobi – RS**. (1:50.000). Santa Maria: Finep - UFSM, 1988.

_____. **Carta geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitária: UFSM, 1990.

MAMHIS, M. *in*: **Planning Theory and Philosophy, 1979**. Tradução de Vera Maria Favila Miorim e Revisão de Armando Silva de Araújo. Rio Claro, abril de 1985.

MARCHIORI, J. N. C.; NOAL FILHO, V. A. (Org.) **Santa Maria: relatos e impressões de viagem**. Santa Maria: UFSM, 1997.

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

MARCHIORI, J. N. C. A vegetação em Santa Maria. **Ciência & ambiente**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, v. 1, n. 38 (jan./jun.), p. 93-112, 2009.

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.

MESCERJAKOV, J. P. Les concepts de morphostruture et de morphoscultures: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. Paris: **Annales de Geographie**, 77 années, 423, 1968, p. 539-552.

MILANI, E. J. Geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental e a avolução geológica da Bacia do Paraná. *In*: Holz, M., DE ROS, L. F. (Orgs.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000, p. 275-302.

MORALES, Neida Regina Ceccim (Org.). **Santa Maria: memórias**. Santa Maria: Pallotti, 2008. 271 p.

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, 1998, p. 69-85.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo**. (Tese de doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 2010, 363 p.

MOUGEOT, L. J. A. 1999. For self-reliant cities: urban food production in a globalizing South. *In*: Koc M, MacRae R, Mougeot LJA & Welsh J (eds), *For hunger-proof cities: sustainable urban food systems* (Ottawa: IDRC), p. 11-25

MOURA, N. S. V. Estudos Geográficos com Ênfase na Geomorfologia: Questões Teóricas, Metodológicas, Mapeamentos e Aplicações em Estudos Ambientais. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Uberlândia**, v. 2, n. 1, p. 171-181, jan./jun. 2011.

MOURA, R. **Paraná: Meio Século de Urbanização**. RA'EGA. Curitiba, UFPR, n. 8, p. 33-34, 2004.

MULLER FILHO, I. L. **Notas para o estudo da geomorfologia do Rio Grande do Sul, Brasil**. Departamento de Geociências, UFSM. Publicações especiais, n. 1, Santa Maria, 1970.

NASCIMENTO, M.D. do. **Fragilidade Ambiental e Expansão Urbana da Região Administrativa Nordeste da Sede do Município de Santa Maria – RS**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Geografia e Geociências. Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia. Santa Maria, 2009.

NASCIMENTO, M. D. do; BERNARDO, S. e S.P. Mapeamento geomorfológico da área abrangida pela carta topográfica de Santa Maria – RS como subsídio ao planejamento ambiental. *In: Revista brasileira de geomorfologia*, v. 11, n. 2, 2010.

OLIVEIRA, A. M. S. A abordagem geotecnogênica: Geologia de engenharia no quinário. *In: Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente*. Digeo – IPT. São Paulo, 1995, p. 231-241.

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.

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.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **O Homem e o Ambiente Geológico: Geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998. 271 p.

_____. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no Município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005), p. 24-31.

PESSÔA, Ramon Leal. **ArcScene 9.2: uma abordagem geral sobre criação de animações tridimensionais, 2009**. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/26825005/ArcScene-9-2-Uma-abordagem-sobre-criacao-de-Animacoes-3D>>. Acesso em: 17 dez. 2012.

PEREIRA, P. R. B. *et al.* Contribuição à geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. **Geografia – ensino & pesquisa**. Editora da UFSM, n. 3, p. 37-68, 1989.

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 elaboração de zoneamento geoambiental para o Perímetro Urbano de Santa Maria – RS. 173 Graduação (Curso de Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Lei complementar municipal n.º 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>. Acesso em: 13.01.2012.

_____. **Lei complementar municipal n.º 034 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>. Acesso em: 13.01.2012.

_____. **Lei complementar municipal n.º 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 n.º 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>. Acesso em: 13.01.2012.

_____. **Plano diretor de desenvolvimento urbano ambiental (PDDUA) de Santa Maria – RS.** 2006. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/>. Acesso em: 13.01.2012.

_____. **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>>. Acesso em: 13.01.2012.

RECHIA, A. **Santa Maria:** panorama histórico-cultural. Santa Maria: Associação Santa-Mariense de Letras, 1999. 312 p.

RELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência & ambiente.** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, v. 1, n. 38 (jan./jun.), p. 43-58, 2009.

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.

ROCHA, L. H. M. da. **O papel de Santa Maria como centro de drenagem da renda fundiária.** Florianópolis, SC, Departamento de Geociências, Centro de Ciências Humanas, 1993: Dissertação (Mestrado em Geografia Regional).

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: **CARLOS, A. F. A. E OLIVEIRA, A.U.** (org) *Geografias de São Paulo: Representações e crise da metrópole*, vol.1, Ed. Contexto, São Paulo, 2004. P. 89 – 114.

_____. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 17, p. 101-111, 2005.

RODRIGUEZ *et al.* **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Edições UFC, 2007.

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 geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista da pós-graduação de USP.** São Paulo, n. 6, 1992

_____. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**. 1. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2006.

_____. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 8 ed. São Paulo: Contexto, 2010. 85p.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. 4. ed., São Paulo: Edusp, 2003.

SAADI, A. A geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas. **Geonomos**, Belo Horizonte – MG, v. 5, n. 2, p. 1-4, 1997.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem ao Rio Grande do Sul**. Martins Livreiros. Porto Alegre, 1987.

SALAMONI, G. F. **O crescimento urbano por extensão e suas repercussões morfológicas em estruturas urbanas: estudo de caso: Santa Maria – RS**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional – UFRGS, 2008. 372p.

SANTOS, M. Estrutura, processo, função e forma como categoria do método geográfico. *In: Espaço e método*. São Paulo: Nobel, 1985.

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.

SARTORI, M. da G. B. **Clima e percepção**. São Paulo, v.1, Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 2000. 227 p.

SARTORI, M. da G. B. *et al.* Contribuição à geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. **Geografia ensino & pesquisa**. n. 3. 1989. p. 37-68

SARTORI, P. L. P. Geologia e geomorfologia de Santa Maria. **Ciência & ambiente**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, v. 1, n. 38 (jan./jun.), p. 19-42, 2009.

SARTORI, P. L. P.; GOMES, C. B. Composição Química-Mineralógica das Últimas Manifestações Vulcânicas na Região de Santa Maria, RS. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, Rio de Janeiro, v. 52, nº 1, p. 125 – 133, 1980.

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.

SCARLATO, F. C. Urbanização Brasileira. (Org.) Jurandir L. Sanches Ross, *In: Geografia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1995. p. 381-523

SCHERER, C.M.S.; FACCINI, U.F.; LAVINA, E.L. (2000). Arcabouço estratigráfico do mesozóico da Bacia do Paraná. *In: DE ROS, L.F.; HOLZ, M. (Eds.). Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p.335-354.

SERRA, G. **O espaço natural e a forma urbana**. São Paulo: Nobel, 1987.

SOUZA, B. S. P. e. A qualidade da água de Santa Maria/RS: uma análise ambiental das sub-bacias hidrográficas dos rios Ibicuí Mirim e Vacacaí Mirim. 2001. 234 f. **Tese de Doutorado** (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, 2001.

STROBAERCKER, T. M.. A urbanização no Rio Grande do Sul. *In*: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs.). **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012, p. 178-209.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. *In*: **Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000, p. 7-34.

_____. **Geomorfologia: novos conceitos e abordagens**. *In*: VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Curitiba, 1997, p. 24-30.

SUERTEGARAY, D. M. A., FUJIMOTO, N. S. V. M. Morfogênese do relevo do Estado do Rio Grande do Sul. *In*: VERDUM, R., BASSO, L. A., SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs.) **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004, p. 11-26.

TRICART, Jean. *Principes et méthodes de geomorphologie*. Paris: Masson Ed., 1965. 201p.

VALERIANO, Márcio Morisson. Dados topográficos. *In*: Teresa Gallotti. Florenzano. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008, cap. 3, p. 72-104.

ZILLMER, R. J. **A pequena produção hortigranjeira existente na periferia urbana de Santa Maria – RS**. Santa Maria. UFSM. Curso de Geografia, CCNE, 1991. (Relatório de Iniciação Científica).

ANEXO

Anexo A: Quadro demonstrativo das características das Unidades Geotécnicas

	Depósitos
Depósito de Terraço	Pouca extensão em área e pouco frequente. Apresentam-se em apenas dois locais: exemplo Bairro Patronato. Solo podzólico vermelho, unidade de São Pedro (Mapa de solos do RS).
Depósitos Fluviais de Várzeas	São depósitos recentes e os mais significativos localizam-se nas várzeas do Cadena e do Vacacai Mirim. São compostos por sedimentos arenosos ao norte e arenoso-argilosos de cor cinza ao sul. O solo superficial é jovem e pouco desenvolvido. As aluviões do Cadena recobrem as formações Caturrita, Santa Maria e Rosário do Sul, e as aluviões do Mirim recobrem apenas as duas primeiras. Os aquíferos são alimentados por infiltração da água da chuva, sendo vulneráveis à poluição por se constituírem de material inconsolidado, permeável e de baixa profundidade. Já os problemas geotécnicos estão associados a pouca profundidade do lençol freático, inundações em épocas de cheia e pouca resistência a fundações.
Depósitos Coluvionares	Podem se originar de riólito proveniente da serra, basalto, Botucatu e arenitos em forma de blocos ou matações imersos ou emergentes em matéria orgânica. Apresentam solos incipientes e podem ser compostos quase que totalmente de areia (areias do Botucatu). Os colúvios da serra situam-se abaixo da escarpa rochosa recobrimo a vertente daí para baixo de forma não contínua. Na Depressão são difíceis de ser encontrados, constituindo-se de retalhamentos das formações Santa Maria e Caturrita, contudo são solos mais profundos contendo às vezes argila cinza e escura de baixa consistência.
Unidade	Substrato Rochoso
Riólito Serra Geral	O riólito, como rocha vulcânica, tem comportamento semelhante ao dos basaltos, porém é menos fraturado e seu grau de alteração também é menor que nos basaltos, estando a rocha abaixo do manto de alteração praticamente sã. A brita dessa rocha usada como lastro de via férrea tem apresentado resultado satisfatório. Cortes em rocha na BR-158 mostram sinais de alteração e saprólito com alguns centímetros, ocorridos provavelmente após a abertura da estrada.

<p>Basalto e Diabásio Serra geral</p>	<p>A sequência inferior tem uma estrutura de forma tabular, mas não necessariamente contínua e de mesma espessura, inexistindo em alguns locais. Onde são espessos apresentam a parte central mais compacta. Essa unidade apresenta uma intensa fissuração, predominante vertical no meio do derrame (estrutura colunar) e horizontal no topo e na base. O contato entre os derrames pode apresentar material brechoide e/ou delgadas camadas de arenito <i>intertapp</i>. É raro encontrar um basalto sem sinais de alteração, alguns derrames encontram-se totalmente alterados.</p>
<p>Arenito Botucatu</p>	<p>São arenitos eólicos pré-basalto (antigas dunas de origem eólica). É composto por arenito essencialmente quartzoso contendo feldspatos alterados e cimentados por sílica ou óxido de ferro, com estratigrafia cruzada de grande porte.</p>
<p>Formação Caturrita</p>	<p>Constituída por camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza-claro e de composição essencialmente quartzosa e matriz argilosa, contendo em algumas partes considerável teor de feldspato, intercaladas frequentemente por camadas ou lentes de siltitos de espessura menor e de cor avermelhada. A facilidade de infiltração permite que a intemperização avance com relativa rapidez, e manifesta-se pela descoloração da litologia – remoção parcial do ferro que forma o cimento do arenito – e aparecimento de pontuações brancas e desagregação de grãos de arenito. A alteração, nesse caso, apresenta-se sob a forma de fissuramento, originando fendas hexagonais, pequenas placas e pastilhas, semelhante ao que ocorre na Formação Santa Maria.</p>
<p>Formação Santa Maria – exceto arenito basal</p>	<p>Segue uma sequência de siltitos argilosos e arenitos argilosos, estratificados, de cores variadas, mas de modo geral tendendo para o vermelho. Concordante e gradualmente segue uma argila siltosa ou lamito, vermelha, maciça, com níveis mais claros de concreções calcárias. Os minerais argílicos são quase que exclusivamente esmectitas e, portanto, expansivas - expansividade limitada pela presença de óxido de Fe. O processo de intemperização desse material é inicialmente físico, sendo que fissuras colunares e horizontais se multiplicam à medida que se aproximam da superfície e conduzem à desagregação do material nos horizontes superficiais. Esse fissuramento é resultado do processo de inchamento e retenção das argilas em função da variação de unidade.</p>
<p>Arenito Basal Santa Maria</p>	<p>Arenito grosseiro, feldspático e poroso de cor rosada e de origem fluvial. Em alguns lugares conglomerático, com grânulos de quartzo e bolas de argila. Bem estratificado, mas em certos pontos tem aspecto maciço. Geralmente apresenta-se como material de fácil escavação, com pouca resistência a erosão, formando caneluras nos barrancos e ravinas em beira de estradas, fenômeno que ocorre quando a capa protetora do solo superficial foi cortada. Em raros locais essa unidade aparece como rocha dura, com cimento silicoso, e tem sua resistência à erosão aumentada consideravelmente.</p>
<p>Formação Rosário do Sul</p>	<p>Constituída por rochas sedimentares de origem fluvial; arenito muito fino ou siltito de cor rosada homogênea, com estratigrafia cruzada acanelada ou paralela contendo fraturas. A intemperização é caracterizada por descoloração, maior fragmentação próxima à superfície topográfica seguindo a estratigrafia e diáclases. Num estágio mais avançado, o aspecto é um amontoado de fragmentos angulosos a semiangulosos de cores variadas. O material de solo intemperizado ou solo</p>

	saprolítico pode ser facilmente escavado, não suportando ação prolongada da água da chuva que provoca sulcos de erosão.
Unidade	Comportamento Hidrológico
Riólito Serra Geral	Seu comportamento é semelhante ao dos basaltos. A permeabilidade é de fissuras, mas estas são mais espaçadas, o que diminui a permeabilidade do maciço e a capacidade de armazenamento do mesmo. A vulnerabilidade e as recomendações quanto a poluentes são as mesmas relativas aos basaltos.
Basaltos e Diabásio Serra geral	Permeabilidade fissural. Possui pouca capacidade de armazenamento, a qual fica limitada ao espaço fraturado entre os blocos de rocha. Na zona de contato entre derrames ou mesmo nas zonas de diaclasamento horizontal a permeabilidade horizontal é maior que a vertical, ocasionando muitas vezes surgências de água nas encostas. Na zona de diaclasamento colunar a permeabilidade é maior. A espessura do solo residual do basalto pode apresentar desde medidas insignificantes, como nos solos litólicos, até profundidades que correspondem ao corpo todo do derrame. Sobre os solos residuais, pode ser encontrado ainda o colúvio, considerado moderadamente permeável. Proporcional às facilidades de infiltração está a vulnerabilidade desses aquíferos, que poderá ser baixa a elevada dependendo da espessura do solo, e assim substâncias poluentes poderão deteriorar as pequenas fontes. Os problemas geotécnicos possíveis estão ligados à estabilidade dos taludes. Numa permeabilidade fissural, a subida do nível piezométrico é rápida em períodos de chuvas. A pressão da água influencia os depósitos coluvionares, que podem perder a estabilidade e provocar escorregamentos, ou age sobre partes do maciço rochoso parcialmente intemperizado, em taludes íngremes, provocando quedas de blocos de rochas.
Arenito Botucatu	Possui permeabilidade alta, bem como seus solos residuais. A alimentação se processa por infiltração através do solo na área de exposição dessa unidade. A recarga indireta por drenância descendente, a partir dos derrames de basalto, é outra modalidade de recarga. Esse arenito é um aquífero importante para a Bacia do Paraná. Como o mergulho geral das camadas é para norte, existe um fluxo geral nesse sentido, nas camadas mais intemperizadas. Próximo à encosta que constitui a Serra, devido à condição de topografia, há um fluxo para jusante motivado pelo rebaixamento do nível piezométrico, em consequência da descarga nas fontes que bordejam essa área geomorfológica. Pelo mesmo motivo, a maior espessura dessa rocha não é produtiva. A vulnerabilidade desses aquíferos suspensos, alimentadores das fontes da Serra Geral, é elevada, pela facilidade de infiltração e pelo pequeno e relativamente rápido caminho que a água deve percorrer. A vulnerabilidade do aquífero mais interiorizado e mais importante para a Bacia do Paraná é baixa, em função dos baixos gradientes e, conseqüentemente, da baixa velocidade no sentido da intemperização do maciço rochoso. A subida do nível piezométrico, durante os períodos de chuva, é menos acentuada em meios porosos que em meios fissurados. Por isso, a instabilidade causada nos depósitos coluvionares adjacentes será menor, porém não desprezível.

Formação Caturrita	<p>Formação complexa com aquíferos, camadas semipermeáveis e impermeáveis. Grande parte dos arenitos possui muito silte e argila expansiva que lhe diminui a permeabilidade. A alimentação dos aquíferos se processa, na área de exposição da formação, por infiltração através do solo residual ou através do solo coluvionar. O podzólico vermelho-amarelo permite uma infiltração maior e o podzólico vermelho-brumo-acinzentado, uma infiltração menor. Há ainda uma recarga indireta pró-drenância descendente a partir do arenito Botucatu ou do basalto. Como existe uma permeabilidade horizontal maior no contato com o arenito Botucatu, há tendência à formação de fontes nesses locais. No contato inferior com a Formação Santa Maria há outra linha de fontes mais importantes que drenam o arenito basal. A importância dos aquíferos dessa formação deve ser diferenciada. Onde predomina a fácies siltico-argilosa, geralmente na parte superior formam-se aquíferos suspensos ou cativos em arenitos com permeabilidade moderada a baixa. São responsáveis por surgências nas encostas. Não tem interesse para abastecimento de água, porém pode manter o solo em estado elevado de saturação prejudicando suas propriedades geotécnicas. Onde predomina a fácies arenosa, especialmente no arenito basal, a permeabilidade é alta a moderada. Forma-se aí um aquífero que só não tem maior importância na área mais urbanizada por situar-se nas partes mais altas das colinas e, portanto, com inúmeras fontes de descarga. Mesmo assim é bastante. A vulnerabilidade da formação é proporcional à facilidade de infiltração, a contaminação nas fácies argilosas serão menos prejudiciais do que fácies arenosas. No arenito basal, os prejuízos de contaminação serão consideráveis. Como grande parte da urbanização de Santa Maria se desenvolve sobre esse arenito, ele já se encontra em grande parte poluído, sendo normalmente desprezado pelos perfuradores de poços profundos.</p>
Formação Santa Maria – exceto arenito basal	<p>Praticamente impermeável. A parte superior funciona como capa impermeável enquanto os siltitos e arenitos argilosos da base são semipermeáveis. Após as chuvas pode haver alguma acumulação de água nas fissuras próximas ao solo. Isso não significa o nível freático da formação, o qual, a rigor, não possui, pois não é aquífero. Devido à impermeabilização, a água fica retida no solo superficial mantendo-o geralmente muito úmido. A importância dessa camada é funcionar como selo isolante entre o que está acima e abaixo dela. Como não é vulnerável, poderá ser usada para se colocar lixo ou detritos poluentes sobre ela.</p>
Arenito Basal Santa Maria	<p>Camada permeável e possui aquífero livre e confinado. O nível freático do aquífero livre mantém-se por longa extensão abaixo da camada impermeável sem haver confinamento, isto é, ocorre uma zona aerada entre o nível do aquífero e a camada impermeável superior. À medida que se aprofunda torna-se confinado. A alimentação do aquífero se dá em áreas de exposição de solos residuais e por drenância descendente das aluviões que o recobrem. Há poucos pontos de descarga natural do aquífero. As linhas de fluxo, pelas condições estruturais, dirigem-se à zona urbana. Para Santa Maria, esse aquífero é o mais importante por ser o mais explorado. Os poços profundos instalados sobre as Formações Santa Maria ou Caturrita junto à zona mais urbanizada captam água nessa camada. Pela modalidade de recarga, pela pouca descarga natural e pelas direções do fluxo a área de exposição dessa camada é muito vulnerável, exigindo as maiores atenções. O solo, por ser mais permeável, seca mais rapidamente após as chuvas.</p>

Formação Rosário do Sul	Possui permeabilidade moderada a baixa com aquíferos de baixa produção, exploráveis apenas por poços escavados. A infiltração, na área de exposição, processa-se através do solo residual raso. Por recarga indireta pode receber água de outras formações. A vulnerabilidade é baixa a média em função da baixa permeabilidade dos solos. Nas áreas de topografia baixa, o nível freático está muito próximo à superfície.
Unidade	Propriedades Geotécnicas
Riólito Serra Geral	O riólito, tal como os basaltos, quando são ou quase são comportam-se como rocha dura. A brita, as pedras de calçamento e as de alicerce usadas em Santa Maria provêm dessa rocha. O substrato rochoso, para fins de escavação, comporta-se como material de terceira categoria. O solo é escavável como material de primeira categoria. Essa unidade, como fundação, não apresenta problemas especiais. O solo geralmente se comporta como pré-adensado. Os taludes em rochas são estáveis mesmo em posições próximas à vertical. O solo residual dessa unidade não apresenta boa capacidade de suporte como subleito de estradas ou aterro. Devido à pouca espessura do solo na serra, as estradas vicinais assentam, às vezes, sobre o saprólito, o qual apresenta suficiente resistência às cargas e à erosão. O comportamento relativo à infiltração de esgoto é semelhante ao dos basaltos.
Basaltos e Diabásio Serra geral	Os basaltos, quando são ou quase são, comportam-se como rocha dura. Durante muitos anos foram usados para britagem. Hoje a brita de basalto foi substituída pela brita de riólito, em parte devido à alterabilidade do basalto e em parte à localização das pedreiras. A estabilidade dos taludes cortados nessa formação está na dependência principalmente do tipo de material cortado (basaltos compactos, arenitos intertrapeanos, materiais brechoides, basaltos vesículos-amigdaloidais), bem como da espessura da rocha e da compartimentação do maciço. Na BR-158 é comum o fenômeno de queda de blocos de rochas. Devido à elevação do nível piezométrico durante as chuvas, são relativamente frequentes os escorregamentos no colúvio que se assenta sobre essa formação. Esses escorregamentos transformam-se muitas vezes em corridas de terras. Os solos residuais oferecem um material de baixa capacidade de carga para subleitos de estradas ou para aterros. Com relação a fundações, não oferecem problemas especiais. O solo residual comporta-se geralmente como pré-adensado. A absorção de esgoto por sumidouros não é indicada, tanto devido à baixa permeabilidade do solo residual como pela elevada permeabilidade das fraturas que poderiam levar os poluentes aos aquíferos.
Arenito Botucatu	Essa formação tem um comportamento geotécnico que varia desde rocha dura e muito abrasiva, quando muito silicificada, até arenito brando e mesmo areia com pouca coesão, quando alterada. A resistência à erosão das partes litificadas é alta, porém das partes alteradas e do solo residual arenoso é baixa. Com relação a fundações não apresenta problemas especiais. Para escavação oferece resistências variáveis, conforme o grau de litificação, podendo essa unidade ser classificada como material de primeira, segunda ou terceira categorias, sendo essa última pouco frequente na região. Segundo Costanzo Junior, Virgili e Maciel Filho (1978), a inclinação mais adequada para os taludes é de 1H:3V. Quedas de blocos de arenito ocorrem em taludes altos e quase verticalizados. Como subleito de estradas essa

	<p>unidade mostra boa capacidade de suporte. Esse arenito apresenta boas condições para abertura de túneis devido às características autoportantes do maciço.</p>
<p>Formação Caturrita</p>	<p>A resistência do solo à erosão é normalmente baixa. A resistência do solo saprolítico é menor ainda, de tal forma que, quando o solo superficial é retirado, a erosão progride rapidamente formando sulcos no terreno. Com relação a fundações, as camadas arenosas espessas não oferecem problemas especiais, bastando encontrar a profundidade em que tenha capacidade de carga. Os solos argilosos ou siltico-argilosos ou arenosos sobre camadas argilosas, a pouca profundidade, apresentam problemas de expansão semelhantes ao da Formação Santa Maria, porém com menor intensidade. O substrato rochoso deve ser classificado como rocha branda ou solo sobreconsolidado, podendo as argilas serem consideradas como duras fissuradas. Esse material, se imerso na água após secagem, desagrega-se totalmente. Os taludes abertos no solo, solo saprolítico ou substrato rochoso, 1H:1V ou 1H:1,5V ou mesmo maiores, são estáveis a escorregamentos. Os siltitos argilosos apresentam o fenômeno de desagregação em pastilhas e queda de detritos que se acumulam em sarjetas, fazendo o talude recuar. Como aterro, as camadas arenosas possuem boas condições se tiverem pouca argila expansiva. Não é aconselhável seu uso como sublastro ou sub-base, pois, à exceção dos arenitos e arenitos conglomeráticos basais, são matérias finas.</p>
<p>Formação Santa Maria – exceto arenito basal</p>	<p>Em termos geotécnicos, pode ser classificada como rocha evolutiva ou solo pré-adensado. Nas escavações apresenta uma resistência considerável, exigindo até escarificação ou martelotes hidráulicos. Exposta ao tempo vai se desagregando em pastilhas centimétricas ou milimétricas. A resistência à erosão dessa unidade é fraca. O solo, quando desprovido de vegetação, fica sujeito a formação de ravinas que se aprofundam rapidamente retirando até o solo saprolítico. Esta é a unidade que apresenta maior número de cicatrizes de ravinamento. Como fundação essa unidade apresenta dois aspectos, um com relação à capacidade de carga e outro com relação à expansividade. Uma boa capacidade de carga em terrenos altos é alcançada a pouca profundidade, pois os solos são rasos. Nos terrenos de baixadas, próximos a rios ou sangas, devido à existência de colúvio argiloso e ao teor de umidade das argilas, o solo apresenta baixa consistência até vários metros de profundidade e, conseqüentemente, baixa capacidade de carga, exigindo geralmente fundações mais profundas. O outro aspecto relativo à expansividade atinge os terrenos altos, principalmente, e as partes baixas secundariamente. Apresenta a maior incidência de problemas de fundação devido a solos expansivos, refletidos na rachadura de paredes. Inapta à instalação de sistema de saneamento por sumidouro por impedir a infiltração dos efluentes. Como aterro, os materiais dessa formação não possuem boas condições de suporte. Como subleito de estradas ou ruas, exigem reforço de subleito. Com relação a taludes, o lamito (parte superior da unidade) apresenta taludes desgastados pela desagregação e pela chuva, mas estáveis a escorregamentos com até 55 graus de mergulho. Os siltitos argilosos (parte inferior), quando cortados a 45 graus na BR-392, apresentam pequenos escorregamentos demonstrando não serem totalmente estáveis nessa inclinação. O fenômeno mais importante no lamito é o da desagregação devido ao ressecamento, o qual provoca um recuo do talude e uma acumulação de detritos na base do talude ou na sarjeta, com um ângulo de repouso de até 42 graus. O talude que tiver maior insolação terá maior desagregação.</p>

<p style="text-align: center;">Arenito Basal Santa Maria</p>	<p>Unidade facilmente escavável e as raras partes de rochas, cimentadas por sílica, exigem meios mais energéticos. Os horizontes pedológicos têm mais resistência à erosão do que o solo saprolítico. Os taludes são estáveis em inclinações superiores a 1H:1V, havendo cortes estáveis com inclinação de 75 graus. São, no entanto, pouco resistentes à erosão. As partes que sofrem cimentação pelo ferro constituem o melhor material da região para compactação. Podem ser utilizados para corpo e camadas superiores de aterros. Os taludes devem receber proteção vegetal devido à alta erodibilidade desses materiais.</p>
<p style="text-align: center;">Formação Rosário do Sul</p>	<p>A escavabilidade dessa formação é muito irregular em função da litologia, ora de arenito, ora de siltito. A profundidade média de material escavável situa-se em torno de 5 a 8 m, chegando, em alguns casos, a 15 m. Podem ser usadas para corpo ou para superiores de aterro, nesse último caso, quando arenosos e de maiores suporte. Os pavimentos construídos sobre essa formação normalmente dispensam reforço do subleito (CONSTANZO JUNIOR; VIRGILI; MACIEL FILHO, 1978). Os cortes abertos em arenito apresentam boas condições de estabilidade. Quando há siltito intercalado, diminui essa resistência devido ao fenômeno de desagregação superficial. Geralmente cortes 1H:1V são estáveis.</p>

Fonte: Maciel Filho (1990) Org: Gomes, T. C.