

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INVESTIGAÇÃO DA MORFOLOGIA ORIGINAL E
ANTROPOGÊNICA DO ARROIO CADENA, SANTA
MÁRIA/RS**

JULIANA FERRARI

Orientadora:

Profª Drª Nina Simone Vilaverde Moura

PORTO ALEGRE

2018

JULIANA FERRARI

**INVESTIGAÇÃO DA MORFOLOGIA ORIGINAL E ANTROPOGÊNICA
DO ARROIO CADENA, SANTA MARIA/RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia como requisito para obtenção do título de Mestra em Geografia.

Orientadora:

Profª Drª Nina Simone Vilaverde Moura

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental

Banca Examinadora:

Drª. Marilene Dias do Nascimento

Prof. Dr. Luis Alberto Basso

Prof. Dr. Paulo Roberto Rodrigues Soares

**PORTO ALEGRE
2018**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitor: Jane Fraga Tutikian

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Ferrari, Juliana

Investigação da morfologia original e antropogênica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS. / Juliana Ferrari. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018.
[161 f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2018.

Orientadora: Nina Simone Vilaverde Moura

1. Antropogeomorfologia. 2. Urbanização. 3. Cartografia retrospectiva. 4. Geomorfologia urbana. 5. Cidades médias. I. Título.

CDU 551.4

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Miriam Alves

CRB 10/1947

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil

CEP: 91501-970 / Caixa Postal: 15001.

Fone: +55 51 3308-6329 Fax: +55 51 3308-6337

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão fica expressa e concretizada através de cada linha desta pesquisa. Esse percurso iniciou antes mesmo da aprovação para ingressar no Mestrado.

A cada pessoa que, de forma direta ou indireta participou dessa caminhada, me inspirou na paixão pela Gestão Ambiental e pelas questões urbanas, a cada professor, amigo, familiar que me incentivou, deixo meu agradecimento.

Em especial à minha família, e principalmente aos meus pais, Miriam e Claudio, que proporcionaram a minha continuidade na academia, e sempre me inspiraram a buscar meus sonhos.

Agradeço à Professora Nina Simone Vilaverde Moura, por me receber como sua orientanda, e despertar a minha dedicação e busca contínua do conhecimento geomorfológico;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa durante 24 meses;

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo fomento à pesquisa e ao desenvolvimento acadêmico, proporcionado ao longo desse período através de suas estruturas e de seu quadro humano;

Deixo um agradecimento à colega e amiga Katia Maria Pires da Silva, que em diversos momentos durante esses anos me ajudou nessa construção e descoberta geográfica;

Ao Fernando Floresta, geógrafo, “Cadenólogo”, entusiasta da história santamariense e do arroio Cadena, que desde 2011 cativou a minha aproximação e curiosidade com o mesmo;

Por fim agradeço a todos os demais órgãos, bibliotecas, institutos, que contribuíram na coleta dos materiais que possibilitaram a geração dos resultados aqui apresentados.

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a minha avó, Marta (*in memoriam*), com todo meu amor, gratidão e saudade, por sempre ter enchido e abrilhantado a minha vida e o meu coração. Quem sempre me protegeu através de suas orações, zelando por mim quando sai de casa aos 17 anos para estudar em Santa Maria, e que se tornou um anjo alçando aos céus pouco antes da confirmação do meu ingresso ao Mestrado. Obrigada vó!

RESUMO

O estudo apresentado a seguir objetiva a identificação das características originais da planície fluvial do canal principal do arroio Cadena, localizado no perímetro urbano da cidade de Santa Maria, com posterior análise das modificações nas feições geomorfológicas. A pesquisa se baseou na abordagem metodológica da Geomorfologia Antropogênica ou Antropogeomorfologia, investigando a morfologia pré-intervenção ou original e contrapondo com a ação geomorfológica resultante da interação com a ação antrópica e o conseqüente movimento da urbanização. Os levantamentos e análises ocorreram através da fundamentação da geomorfologia urbana, aprofundando-se através da cartografia geomorfológica evolutiva e retrospectiva. Devido a essa abordagem a articulação técnica e operacional ocorreu por meio de pesquisas em fontes historiográficas e iconográficas, incluindo consultas bibliográficas e documentais. Com isso foi possível identificar o contexto histórico e socioeconômico da produção do espaço urbano que impulsionou e agiu sobre essa morfologia, e determinar os recortes temporais representativos dessas modificações e feições. Entre os principais motivadores da expansão foram identificados a viação férrea, as instituições militares e as instituições de ensino. A economia sustentada pelo militarismo, pelo serviço público em geral, e pelo setor terciário, sendo uma cidade alicerçada no comércio. Como resultado foram produzidos dados que sistematizam e expressam tais mudanças. Identificou-se a década de 1960 como ponto de partida para as alterações antropogeomorfológicas diretas na bacia hidrográfica do arroio Cadena, com tamponamentos e canalizações nas diversas microbacias que drenam a área urbana. A consequência é a alteração do escoamento e da vazão no canal principal, com episódios de inundações, que resulta em uma nova medida na década de 1980: a transferência do canal principal. Opta-se pelo deslocamento do canal, associado a retificação, retilinização, alargamento e aprofundamento da calha fluvial. Esses dados estão instrumentados por meio dos mapas evolutivos gerados, que apontam como feições atuais e resultantes da ação antropogeomorfológica a alteração da sinuosidade do arroio Cadena, as cavas de extração de argila na sua planície e nas áreas de terraços, o surgimento e/ou a intensificação dos processos erosivos nas margens e o assoreamento nos trechos a jusante, com presença de processos deposicionais, identificados através da fotointerpretação. Entre as soluções de engenharia propostas ainda na década de 1990, esteve a inserção de gabiões e pedras, com a utilização de concreto armado nas laterais de um trecho bastante urbanizado do canal principal. Essa análise proporcionou a identificação dos agentes sociais e das condicionantes socioeconômicas que historicamente agiram e/ou continuam agindo na cidade de Santa Maria, como elementos dinamizadores. Permitiu ainda a visualização de que muitas das ações aplicadas nos últimos 50 anos, e que em suas épocas eram vistas como soluções e medidas de planejamento, ocorreram de forma isolada e são entendidas atualmente como inadequadas e responsáveis por muito mais impactos negativos do que positivos. Essa pesquisa se construiu questionando o entendimento de planejamento e gestão, buscando através desse conflito de conceitos e de conhecimentos, contribuir para uma gestão pública com continuidade, inclusiva e interdisciplinar.

PALAVRAS-CHAVE: Antropogeomorfologia. Urbanização. Cartografia Retrospectiva. Geomorfologia Urbana. Cidades Médias.

ABSTRACT

The following study intends to identify the main watercourse's fluvial plain of the Cadena stream, located at Santa Maria's urban perimeter, original characteristics, with further analysis of the changes in geomorphological features. The survey was based on Geomorphology Anthropogenic's or Anthropogeomorphology's methodological approach, researching the pre-intervention or original morphology and contrasting with the geomorphological action that resulted from the anthropic action and the subsequent urbanization process. The surveys and analysis occurred through urban geomorphology's reasoning, deepening through evolutionary and retrospective geomorphological cartography. Due to this approach, the technical and operational articulation occurred through researches in historiographic and iconographic sources, including bibliographic and documentary consultations. Hence, it was possible to identify the historical and socioeconomic context of urban space production who pushed and acted on that morphology and to determine the representative timing cut-outs of these modifications and features. Between the main motivating factors of expansion were identified the railway works and operations of military and education institutions. The economy sustained by militarism or by tertiary sector and public services in general, limits the city to be underpinned on trade. As a result it were produced data who systematize and express such changes. The 60's were identified as the starting point to direct anthropogeomorphological changes in the Cadena's stream river basin with tamponade and ductwork in the various micro-basins who drain the urban area. The consequence is the alteration in the drainage and flow on the main watercourse, with flood incidents which results in a new measure in the 80's. The transfer of the principal watercourse. It was chosen the watercourse's displacement, associated to the river gutter's ratification (straightening), enlargement and deepening. These data are instrumented through generated evolutionary maps, who point the changes in the Cadena's stream sinuosity as a result of current features and anthropogeomorphological action. The clay extraction's diggings in its plain and in the terraced areas, the emergence and/or reinforcement of erosive processes at the riversides and the silting in the lower stretches, with depositional processes, identified through photointerpretation. Between proposed engineering solutions still in the 90's, there was the insertion of gabions and rocks, using reinforced concrete at the sides of a main watercourses highly urbanized stretch. This analysis provided the identification of the social agents and socioeconomic determinants who historically acted and/or are still acting in Santa Maria's city, as dynamical element. It also allowed to see that many actions that were applied in the past 50 years and at its time were seen as solutions and planning measures, occurred in isolation from one another and today are understood as inadequate and responsible for much more negative than positive impact. This research was built questioning the understanding of planning and management, pursuing to contribute through this conflict of concept and knowledge to a public management with continuity, inclusive and interdisciplinary.

KEYWORDS: Anthropogeomorphology. Retrospective Cartography. Urbanization. Urban Geomorphology. Medium Cities.

FERRARI, Juliana. **Investigation of the original and anthropogenic morphology of the Cadena stream, Santa Maria /RS.** Juliana Ferrari. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018. [161 f.] il.

SUMÁRIO

I - INTRODUÇÃO	15
1.1 Tema da Pesquisa	16
1.1.1 Geomorfologia Aplicada a Gestão Socioambiental.....	16
1.2 Justificativa e Objetivos	19
1.3 Situação e Localização da Área de Estudo	24
II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....	30
2.1 Teoria, Conceitos e Metodologia	30
2.1.1 Geomorfologia Urbana.....	35
2.1.1.1 A construção da Paisagem Urbana.....	35
2.1.1.2 A urbanização e as mudanças no sistema hidrogeomorfológico	37
2.1.2 Geomorfologia Antropogênica ou Antropogeomorfologia.....	40
2.1.3 Cartografia Geomorfológica	42
2.1.3.1 Cartografia Geomorfológica Evolutiva e Retrospectiva	45
III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS.....	48
3.1 Pesquisa Bibliográfica	48
3.2 Pesquisa Documental.....	49
3.3 Sistematização dos Dados e Seleção de Indicadores	54
3.3.1 Banco de Dados	55
3.3.2 Mosaicamento e Georreferenciamento das Aerofotografias	57
3.4 Interpretação e Processo Cartográfico	60
IV - CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA ÁREA.....	68
4.1 Panorama Geral de Santa Maria	68
4.2 Características do Meio Físico – aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos....	71
V - QUADRO HUMANO, CONDICIONANTES HISTÓRICAS E SOCIOECONÔMICAS	86
5.1 Síntese Histórica do Processo de Surgimento e Ocupação da Cidade: Santa Maria e seus agentes dinamizadores	86
VI – MORFOLOGIA ORIGINAL E MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	103
6.1 Expansão urbana – a dinâmica social e ambiental no arroio Cadena	104
6.2 Os processos atuantes sobre o relevo no arroio Cadena	116
6.2.1 Estágio Morfológico Original e/ou Pré-Perturbação	117
6.2.2 Estágio Morfológico de Perturbação Ativa.....	120
6.2.3 Estágio Morfológico Pós-Perturbação e/ou Antropogeomorfológico	129
Considerações Finais	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Capa do caderno Revista Mix, com chamada de reportagem “O Cadena que temos, o Cadena que queremos”.....	21
Figura 2 Croqui da hidrografia da área urbana e localização do objeto de estudo...	25
Figura 3 Hidrografia do município de Santa Maria.....	26
Figura 4 Setorização das microbacias hidrográficas do arroio Cadena.....	27
Figura 5 Bairros de abrangência do canal principal do arroio Cadena.....	29
Figura 6 Perfil demonstrativo das alterações nas formas fluviais dos cursos d’água, resultantes da intervenção na planície de inundação.....	39
Figura 7 Perfil esquemático de processos de inundações com ocupações irregulares.....	40
Figura 8 Diagrama demonstrativo sobre a taxonomia do relevo.....	44
Figura 9 Exemplar escaneado de uma das 25 ortofotocartas referentes ao levantamento de 1966.....	55
Figura 10 Mosaico semi-controlado parcial de Santa Maria em 1992.....	58
Figura 11 Mosaico semi-controlado parcial de Santa Maria em 1980, formado a partir de dez fotografias, em três faixas de voos distintas.....	59
Figura 12 Aerofoto integrante da Faixa 05 do levantamento de 1980, com marcas de uso em azul, e antes de efetuado o recorte das bordas.....	64
Figura 13 Situação de Santa Maria e localização do perímetro urbano.....	69
Figura 14 Vista do município de Santa Maria.....	72
Figura 15 Cobertura do Rebordo do Planalto.....	73
Figura 16 Litologia do município de Santa Maria.....	75
Figura 17 Contextualização geológica na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	76
Figura 18 Mapa Geomorfológico do Perímetro Urbano.....	79
Figura 19 Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do arroio Cadena.....	81
Figura 20 Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do arroio Cadena.....	82
Figura 21 Contextualização das Classes de Solo predominantes na Bacia do Cadena.....	85
Figura 22 Mapa Espanhol detalhado de uma parte do atual estado do Rio Grande do Sul, Brasil.....	90
Figura 23 Área de Santa Maria, extraída de recorte da Figura 22.....	91

Figura 24 Recorte do mapa do Engenheiro Francisco das Chagas Santos, primeiro mapa da região, mostrando a Guarda Portuguesa, a oeste, e o Acampamento da Expedição que deu início a Santa Maria.....	91
Figura 25 Planta da Vila de Santa Maria da Boca do Monte em 1861 – Escala 1:3.600.....	93
Figura 26 Na fotografia a Rua do Acampamento, a mais antiga daquela cidade.....	94
Figura 27 Fotografia da Praça de Santa Maria em 1905.....	95
Figura 28 Praça de Santa Maria em 1930.....	97
Figura 29 Praça de Santa Maria em 1950.....	99
Figura 30 Praça Saldanha Marinho em 1970.....	101
Figura 31 Contextualização da transição dos Biomas no município de Santa Maria, demonstrando abrangência da Mata Atlântica e do Pampa, demonstrando o predomínio do Bioma Pampa no território do município.....	103
Figura 32 Primeira Planta de Santa Maria, elaborada por Brinckmann em 1848, adaptada com observações posteriores por Brenner, em 1995.....	106
Figura 33 Planta da cidade de Santa Maria em 1902, elaborada por José Nehrer, e adaptada por Silva (2013).....	107
Figura 34 Planta de Santa Maria no ano de 1944.....	108
Figura 35 Obras no canal principal do arroio Cadena para conter inundações.....	110
Figura 36 Notícia sobre a poluição do Cadena.....	112
Figura 37 Notícia de erosão nas margens do Cadena.....	112
Figura 38 Notícia de inundações associadas ao Cadena.....	113
Figura 39 Notícia de erosão nas margens do Cadena impactando a infraestrutura urbana.....	113
Figura 40 Na figura A está a confluência do arroio Cadena com a Sanga da Aldeia. A figura B também com o Cadena.....	114
Figura 41 Na figura A e B registro dos fundos do shopping, com parte de seu estacionamento e área de plantio de mudas como medida compensatória do empreendimento. Na figura B, a vegetação a direita refere-se a mata ciliar do arroio Cadena.....	116
Figura 42 Mapa da projeção da Geomorfologia Pré-Urbana/Original na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	118
Figura 43 Mapa da Morfologia Pré-Perturbação na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	119

Figura 44 Mapa da cobertura do solo na abrangência do arroio Cadena em 1966, com base no estudo de Alves (2012).....	121
Figura 45 Mapa da Morfologia do arroio Cadena, com perturbação ativa pelo processo de ocupação de suas margens.....	123
Figura 46 A construção ao fundo refere-se a uma antiga área destinada a atividade oleira, localizada próximo as margens do arroio Cadena, na Urlândia.....	124
Figura 47 Mapa de processos antropogeomorfológicos no arroio Cadena, com perturbação ativa - 1980.....	125
Figura 48 Mapa de processos antropogeomorfológicos no arroio Cadena, com perturbação ativa - 1992.....	128
Figura 49 Trecho gabionado do arroio Cadena, localizado na Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas, nas proximidades da Vila Lídia, entre o Bairro Noal e Juscelino Kubitschek.....	130
Figura 50 Trecho gabionado do arroio Cadena, localizado na Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas, nas proximidades da Vila Lídia, entre o Bairro Noal e Juscelino Kubitschek.....	131
Figura 51 Mapa da cobertura do solo na abrangência do arroio Cadena em 2013, com base no estudo de Alves (2012), com destaque para alta densidade de edificações no entorno do canal principal.....	133
Figura 52 Mapa de processos antropogeomorfológicos no arroio Cadena ativos em 2013.....	135
Figura 53 Recorte comparativo da alteração da sinuosidade entre 1980 e 2013, devido as obras de engenharia a montante que alteraram a hidromorfodinâmica do arroio Cadena, e a jusante assume padrão retilíneo devido as obras de retificação e mudança de leito.....	136
Figura 54 Descarte de resíduos sólidos diretamente nas margens do arroio Cadena junto ao trecho gabionado, na Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas.....	138
Figura 55 Descarte de resíduos sólidos na planície fluvial do arroio Cadena.....	139
Figura 56 Moradias de baixa renda, margeando a mata ciliar que sinaliza a área do antigo canal do arroio Cadena.....	140
Figura 57 Moradias de baixa renda em áreas de inundação do antigo canal do arroio Cadena.....	140
Figura 58 Ruas alagadas, em áreas onde o arroio tenta retomar seu leito original reativando meandros em áreas de alta impermeabilização e ocupação.....	141

Figura 59 Construção de novas moradias em áreas de risco.....	141
Figura 60 Registro do curso do arroio Cadena, em trecho do canal retificado.....	142
Figura 61 Áreas de risco a inundação e deslizamentos na Bacia Hidrográfica do arroio Cadena.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Simplificação dos graus de evolução das modificações morfológicas na cartografia.....	46
Quadro 2 Diretrizes metodológicas adotadas.....	48
Quadro 3 Material Documental levantado.....	51
Quadro 4 Material Cartográfico levantado.....	52
Quadro 5 Plantas de Santa Maria levantadas.....	53
Quadro 6 Indicadores e instrumentais para avaliação de impactos e mudanças em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados.....	65
Quadro 7 Eventos históricos que influenciaram na dinâmica da cidade de Santa Maria.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)
Companhia de Habitação do Rio Grande do Sul (COHAB)
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)
Conselho Regional de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul (COREDE)
Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)
Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS)
Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM)
Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul (FEE)
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN)
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Organização das Nações Unidas (ONU)
Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM)
Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)
Secretaria de Obras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul (SOP)
Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA)
Sistema de Informação Geográfica (SIG)
Unidades de Conservação (UC's)
Universidade de São Paulo (USP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Universidade Franciscana (UNIFRA)
Universal Transversa de Mercator (UTM)

I - INTRODUÇÃO

A tecnificação e o desenvolvimento econômico no último século transformou intensamente a relação da sociedade com a natureza. Os padrões socioculturais mudaram, a ciência obteve consideráveis avanços (aumentando também a expectativa de vida) e isso resultou em um crescimento demográfico rápido. Esses fatos intervêm diretamente na relação da sociedade com o ambiente natural, a partir da apropriação e crescente exploração dos recursos naturais (ROSS, 1994).

O crescimento em áreas urbanas tem gerado característicos problemas e alterado as cidades. O meio físico é o componente ambiental que mais interage de modo direto com o ambiente construído, que através da urbanização se depara com problemas resultantes de políticas de planejamento que não contemplam as necessidades reais e a manutenção da qualidade ambiental. Isso se caracteriza como Dinâmica Ambiental, já que trata do espaço urbano e suas transformações, levando em consideração a ocupação desordenada do espaço¹, como a exemplo de construções em áreas de encostas e ao longo de canais fluviais. Essa dinâmica de modificações ocasionadas pelas solicitações de uso urbano, ao associar-se a algum recurso hídrico, pode vir a gerar a degradação ou esgotamento do mesmo, erosão, assoreamento e contaminações. Além de prejudicar a qualidade de vida da população e alterar a paisagem.

Para Ross (1990) a conservação da biodiversidade é condição necessária para o desenvolvimento sustentável e harmonização dos objetivos sociais e econômicos, e requer o planejamento local e participativo no nível das autoridades locais, comunidades e associações de cidadãos. Na intenção de recuperar ou proteger áreas ameaçadas pelo uso antrópico², o planejamento ambiental se destaca como alternativa para impulsionar ações de preservação e conservação dos recursos naturais.

¹ O Espaço sempre como o presente, uma construção horizontal, uma situação única.

² Nessa pesquisa o antrópico e a ação antrópica são abordados a partir do entendimento de que o ser humano age como mediador da condição histórica, como sujeito produtor do espaço geográfico e agente geomorfológicos. Cabe ao processo de pesquisa desvendar quem são esses agentes sociais, reconhecendo classe, gênero e territorialidade, deixando de universalizar e reduzir o todo à um vazio sem consistência e responsabilização.

1.1 Tema da Pesquisa

1.1.1 Geomorfologia Aplicada a Gestão Socioambiental

A análise e proposição de um modelo integrado de gestão ambiental num contexto de urbanização são de fundamental importância, dado ao alcance da intervenção antrópica no meio físico. Potencial causadora de impacto ambiental, a intervenção social muitas vezes traz consigo significativa capacidade de degradação. A partir da percepção desse potencial a reflexão ambiental possibilitou o surgimento e o desenvolvimento da legislação ambiental (SILVA, 2004) para o planejamento, gestão e ordenamento territorial. Esse ordenamento territorial passa desde a ocupação urbana adequada à preservação das bacias hidrográficas³, que somente poderá ser conduzida de modo eficaz se os agentes sociais perceberem os recursos dentro de um quadro de escassez, como elementos dissociáveis de padrões de qualidade mínima e sensíveis ao dinamismo das atividades sociais (VICTORINO, 2004).

A administração pública tem responsabilidades com a gestão socioambiental, já que articula políticas públicas e para isso precisa de estratégias que visem o atendimento das demandas sociais, com responsabilidade social e ambiental, evitando impactos negativos que se não contidos podem vir a ser custosos e de difícil reversão para a mesma no futuro. No entanto, no contexto das cidades, mais especificamente na gestão pública, o monitoramento ambiental é quase utópico, não sendo aplicados parâmetros e critérios para avaliar quais são os impactos, o porquê eles ocorrem, e quais as ações causadoras, para assim poder mitigá-los.

As pautas urbanas, dentre elas a sustentabilidade e o desenvolvimento, envolvem governos, pesquisadores, sociedade civil, iniciativa privada. Este é um quebra-cabeças, o qual ao faltar uma peça o resultado fica oneroso. Cada parte desse sistema defende seus interesses, e é um desafio associar todas elas atendendo as demandas, sem gerar conflitos ou descontentamentos.

Toda essa dinâmica pode ser entendida dentro de um processo de participação

³ Ou bacia de drenagem: área na superfície que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. Ou seja, um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados, de modo que toda a vazão converge o escoamento até resultar em um leito único e um único ponto de saída (CHRISTOFOLETTI, 1980; TUCCI, 1997).

social. Giaretta (2011) em um resgate da participação social e gestão ambiental municipal no Brasil constata que a participação social evoluiu, porém ainda há carência da realização de estudos acadêmicos, de pesquisas, necessárias para o aprofundamento teórico e metodológico visando à formulação de estratégias para a prática da gestão ambiental nas cidades.

Esses problemas sociais se materializam na superfície terrestre. Diante dessa realidade o estudo da vulnerabilidade e o reconhecimento dos processos em determinada unidade de paisagem⁴ torna possível a avaliação das dinâmicas, permitindo desde a investigação da potencialidade dos processos até a evolução no tempo, associados à atuação antrópica na natureza.

Um potencial de objeto de estudo está nas bacias hidrográficas, que são unidades de pesquisa importantes dentro dos estudos geográficos, por possibilitarem a realização de uma análise integrada das dinâmicas superficiais entre a sociedade e o meio físico. A geomorfologia, ao se aplicar nesses estudos, permite que os impactos ambientais sejam mensurados, a partir de investigações e análises que buscam a compreensão de como os aspectos e dinâmicas podem influenciar no grau de fragilidade de uma bacia hidrográfica (MALVEZZI; MIYAZAKI, 2016).

Nesse contexto de urbanização e alterações, a impermeabilização e canalização dos rios urbanos refletem no aumento da vazão de cheia e sua frequência, aumentando também a carga de resíduos sólidos e interferindo na qualidade e fragilidade ambiental dos rios próximos às áreas urbanas. Esses, juntamente com a ocupação irregular e a concentração populacional, são os principais problemas de infraestrutura interligados as falhas do planejamento urbano e a falta de projetos e pesquisas que envolvam o desenvolvimento urbano e a qualidade socioambiental (TUCCI, 2008).

Ross (1994) afirma que a preocupação com o desenvolvimento por parte dos governantes, sociedade e planejadores não deve levar em conta apenas as potencialidades dos recursos, mas principalmente as fragilidades dos ambientes naturais diante das intervenções do antrópicas no meio físico. Para isso é necessário um maior entendimento dessa dinâmica e interdependência, a fim de esclarecer e dimensionar os limites da ação antrópica sobre a natureza, e consequentemente

⁴ Paisagem compreendida como forma e funcionalidade, como um processo de constituição e reconstituição de formas.

embasar políticas que promovam a recuperação e conservação ambiental, e o desenvolvimento com qualidade ambiental.

A expansão urbana trouxe a necessidade de estudos que investiguem a fragilidade dos ambientes e da configuração do relevo. Em áreas de periferia a carência desses estudos se sobressai, já que a ocupação ocorre de forma desordenada. Com a gestão correta no processo de urbanização e perseguindo a eficiência nos investimentos, as perdas e deseconomias são reduzidas. E para alcançar esse modelo de desenvolvimento e expansão, a base está em conhecer as potencialidades e limitações do meio físico frente às intervenções humanas (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

Os estudos aplicados dos processos morfológicos e o mapeamento permitem a análise da distribuição espacial e a avaliação da intensidade de processos quase sempre não percebidos. Wolman & Schick (1967, apud VERSTAPPEN 1983) destacam o papel da ação humana na mudança dos processos geomorfológicos, trazendo o exemplo de uma pequena bacia de drenagem em um cenário de extensão urbana. A infiltração diminui gradualmente e a superfície de escoamento aumenta, enquanto a vegetação é substituída por edifícios, vias asfaltadas e concretadas. Com as obras de canalização e retificação dos cursos d'água o sistema hidrológico dessa bacia é alterado, os picos de descarga tornam-se mais elevados, a velocidade e a vazão dos rios é alterada, e as pontes que pareciam servir para sua finalidade podem se tornar inadequadas (BOTELHO; SILVA, 2004).

Contemplando esse contexto, como partida para essa investigação tem-se a morfologia original, ou morfologia pré-intervenção, que é abordada por Rodrigues (2005) como aquela morfologia que não sofreu alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta. Em contraposição, a morfologia antropogênica é aquela que tem a intervenção antrópica como ação geomorfológica, modificando processos e a localização dos materiais superficiais, intervindo em vetores, taxas e balanços dos processos, e gerando com isso essa nova morfologia assim denominada.

Diante disso, buscando contribuir no contexto do planejamento e da gestão ambiental, essa pesquisa se propõe a resgatar a morfologia original da planície fluvial do arroio Cadena, em Santa Maria-RS, e analisar as modificações nas feições através do reconhecimento da Geomorfologia Antropogênica.

1.2 Justificativa e Objetivos

O arroio Cadena presenciou e se suscetibilizou à incorporação da cidade de Santa Maria ao seu curso. Historiadores e arqueólogos têm o consenso de que aproximadamente dois mil anos atrás a região de Santa Maria já era ocupada por índios de tradição tupi-guarani, os quais tinham como tradição acampar próximo aos rios e arroios da região, usando as matas de galeria e as matas que cercavam a “Serra” como refúgio para o seu modo de vida.

Conforme Alves (2012), mais de cem anos depois do início da ocupação, em 1902, já eram habitadas grande parte das áreas que representam os atuais bairros centrais da cidade, uma área com alta densidade de drenagem. Na época havia pouca preocupação com a topografia e os cursos d’água, e o traçado das vias e as divisões de lotes não contavam com um planejamento que as contemplasse. Deste modo, muitos cursos d’água passavam pelos fundos de lote, e a mata ciliar e o cuidado com a preservação dos canais eram desconsiderados. Características que se mantêm até hoje, porém com o agravante de que hoje essas áreas se encontram urbanizadas e se tornaram local de despejo de resíduos e dejetos.

Parte-se do pressuposto de que o modelo de expansão de Santa Maria ocorreu sob influência de diversas instituições, órgãos federais, iniciativas públicas em prol do desenvolvimento e que de modo geral, buscavam conectar o município às diversas regiões do Estado. Essa estratégia ocorria devido a sua localização geográfica, central, que facilitava esse fluxo. No entanto, a ausência de projeção de cenários dentro do planejamento existente na época para a criação das políticas públicas, no decorrer de todo século XX fez com que o desenvolvimento ocorresse de forma desordenada, com a infraestrutura contemplando apenas alguns setores da cidade e da sociedade.

Isso propiciou que Santa Maria, como a grande maioria das cidades, se desenvolvesse em um modelo de vida urbano caracterizado pela expansão desmedida, sem perspectivas que contemplassem a ordenação territorial a longo prazo, tendo historicamente um resultado adversativo para a qualidade socioambiental urbana. O adensamento populacional e o processo de verticalização da cidade suprimiram grande parte da vegetação, e forçaram um modelo de urbanização que excluiu a conservação dos cursos d’água de suas prioridades. Como consequência a dinâmica social, iniciou-se um processo intenso de ocupações

irregulares, constituindo a periferia de Santa Maria.

A ocupação irregular e sem infraestrutura em Santa Maria se tornou um dos grandes problemas de degradação e poluição de seus recursos hídricos. O crescimento populacional desordenado e sem infraestrutura deixou desprotegido o entorno de seus cursos d'água. Como protagonista tem-se o arroio Cadena, que é percebido como um esquecimento na gestão dos recursos hídricos em Santa Maria. Isso considerando que, com o processo de urbanização e adensamento populacional, seus canais foram intensamente alterados e degradados, sofrendo impactos de pavimentação e retirada da mata ciliar. O curso d'água, que é narrado popularmente como um “cartão-postal” (Figura 1) desmerecidamente ignorado, se tornou um problema ambiental para Santa Maria.

O processo de ocupação ocorre juntamente com a degradação das matas ciliares, que têm a função de proteger as margens do arroio. Tal arroio, que percorre por mais da metade do território⁵ da cidade de Santa Maria, sofre também impactos pelo descarte de resíduos e entulhos no seu curso. A ação da população altera a dinâmica, intensifica os processos, aumenta os impactos e diminui a qualidade ambiental da área.

A urbanização tem afetado as planícies de inundação e interferido na erosão e sedimentação do arroio Cadena. Em Santa Maria a canalização foi uma prática usada para controlar inundações e drenar terras úmidas. Porém, não foram realizadas intervenções para controle da erosão das margens. Canalizações envolvendo o alargamento, aprofundamento ou a retificação do canal se associam ao aumento da erosão das margens, afetando áreas urbanas e causando riscos à população (FERRARI; PASQUALI, 2015).

⁵ Um conjunto de relações sociais, um campo de forças (SOUZA, 2003). Espaço geográfico sob apropriação, dominação, sob influência do político. “Pensado, definido e delimitado a partir das relações de poder. (...) Paisagens contêm territórios que contêm lugares que contêm ambientes valendo, para cada um, todas as conexões possíveis” (SUERTEGARAY, 2001).



Figura 1 - Capa do caderno Revista Mix, com chamada de reportagem “O Cadena que temos, o Cadena que queremos”. A figura demonstra a idealização do arroio como uma área de lazer, e a frustração diante da poluição do arroio. No texto da reportagem relata-se “poderia ser um dos cartões-postais da cidade”, “nosso maior recurso hídrico se transformou (...) em um lixão a céu aberto”.

Fonte: Diário de Santa Maria – Fevereiro de 2011.

A partir da análise do curso do arroio e da ocupação de suas encostas são perceptíveis os impactos ambientais causados pela intervenção humana. A falta de preocupação com o ambiente e com as sucessivas irregularidades é abordada como uma herança cultural e gestora no município, onde falhas em um sistema são tratadas tradicionalmente com negligência e omissão. E para entender melhor quais foram essas falhas cometidas e o quanto elas influenciaram na modificação das feições morfológicas, é fundamental fazer um resgate histórico-geográfico das dinâmicas sociais que ocorreram na área de estudo.

Alves (2012) acredita que os diferentes campos de pesquisa da Geografia relacionados às investigações da urbanização têm potencial de corroborar com a questão dos graus de uso antrópicos e de seus padrões de uso e ocupação. Isso ocorre de modo a contribuir ampla e plenamente com o planejamento das cidades, sendo o diálogo entre as concepções teórico-metodológicas desenvolvidas pela Geografia Física um viés para o melhor entendimento da dinâmica espacial e temporal urbana.

Para Pedro (2008) isso envolve tanto os aspectos físicos como os humanos. Os estudos são um desafio na geomorfologia urbana, já que as pesquisas sobre esse tema ainda são recentes e escassas. Com isso, tem-se a certeza de que o desenvolvimento de estudos que envolvam a geomorfologia urbana aplicada pode contribuir para as bases teóricas e reflexões sobre a dinâmica entre sociedade e ambiente nas áreas urbanas.

Um número bastante expressivo de pesquisas mencionando o arroio Cadena já foram realizadas, com destaque para: Bortoluzzi (1971), com a abordagem geológica; Bolfe (2003), analisando as tendências e condicionais das transformações do espaço urbano de Santa Maria, mencionando as planícies e os terraços do Cadena; Oliveira (2004), trabalhando com o zoneamento e hierarquização das áreas de riscos da área total da bacia; Nascimento (2010), com o mapeamento geomorfológico; Alves (2012), também utilizando dos aerolevantamentos e demais materiais cartográficos e históricos para demonstrar a cronologia da cobertura vegetal e da qualidade ambiental na paisagem da cidade; Silva (2013), abordando a relação da sociedade com o arroio; Gomes (2013), com a compartimentação do relevo de todo município; entre outros. A contribuição desse novo estudo, através da apresentação de um histórico sobre a ocupação do arroio Cadena, para a gestão ambiental urbana

no caso de Santa Maria e do arroio, visa servir de recurso para evitar, precaver⁶, prever⁷ e/ou reduzir os problemas em relação à ocupação de encostas, desvios de curso, intensa canalização e pavimentação, entre outras formas de impactos humanos.

As políticas ambientais urbanas são de extrema importância na proteção e controle da qualidade dos recursos hídricos, e na manutenção e limitação de uso de acordo com as condições geomorfológicas. Considera-se que por meio do reconhecimento da morfologia original através da pesquisa se torna possível o resgate da planície fluvial do arroio Cadena, que presumivelmente têm sua identificação dificultada por sua descaracterização ao longo dos anos pela urbanização, e perturbada no decorrer do desenvolvimento da cidade. Essa reconstituição é fundamental para compreensão dos processos e para dimensionar as modificações no sistema investigado. Parte-se da preposição de que o estabelecimento desta cronologia também permitirá o resgate e condensamento de informações que possivelmente estão sendo perdidas ao longo dos anos pela ausência da centralização e valoração dessas, pela não priorização por parte das instituições responsáveis e pela dificuldade de manutenção, recursos e mão de obra nos acervos documentais.

Buscando alcançar o que foi hipoteticamente sugerido, fixou-se como **objetivo geral** desta pesquisa o de **identificar e delimitar a planície fluvial pré-perturbação do arroio Cadena e analisar as modificações nas feições através do reconhecimento da Geomorfologia Antropogênica**. A fim de alcançar o objetivo geral desta pesquisa, reconheceu-se a necessidade da adoção de alguns procedimentos, realizados através da execução dos cinco objetivos específicos elencados abaixo:

- ❖ Construir ensaios teóricos-metodológicos que orientem sobre os significados de meio ambiente, natureza, paisagem, urbano, hidrografia, geomorfologia, entre outros, no âmbito da geografia.

⁶ Entendendo o princípio da precaução como a antecipação de cenários e medidas em relação a riscos futuros ainda desconhecidos, como forma de garantia e cuidado. É uma postura proativa.

⁷ O princípio da prevenção baseia-se em conhecer, decidir e ordenar, com a capacidade de antecipar, perceber previamente. É implementado através de instrumentos, firmados na Conferência de Estocolmo e na RIO 92, sendo eles: o mapeamento e inventário, o planejamento integrado, o ordenamento territorial, o licenciamento ambiental, a fiscalização e monitoramento, e a auditoria periódica.

- ❖ Contextualizar a área de estudo no âmbito geológico-geomorfológico regional;
- ❖ Resgatar o processo de ocupação e as transformações na área de estudo;
- ❖ Analisar as transformações na planície fluvial, decorrentes da dinâmica de urbanização;
- ❖ Elaborar mapas da morfologia original e antropogênica da planície fluvial, apresentando as respostas ambientais identificadas.

Acredita-se que ao efetivar o proposto por essa pesquisa se torna possível a produção de dados que expressem as mudanças nesse sistema fluvial, bem como a avaliação o grau de evolução das modificações morfológicas gerado pela intervenção urbana, além de estar contribuindo para identificação de agentes sociais históricos relevantes no processo de produção de Santa Maria. Assim, espera-se que as considerações desta investigação subsidiem novas pesquisas e sirvam também como base para as tomadas de decisão no planejamento e gestão ambiental na administração pública de Santa Maria e de outras cidades médias com dinâmica similar.

1.3 Situação e Localização da Área de Estudo

A área de estudo desta pesquisa é a planície fluvial do canal principal do arroio Cadena, tendo seu canal principal em área urbana uma extensão aproximada de 12 quilômetros (Figura 2), localizado no município Santa Maria – RS. A bacia hidrográfica do arroio Cadena é uma sub-bacia⁸ do rio Vacacaí – Vacacaí Mirim (G60) (Figura 3), inserida na Região Hidrográfica do Guaíba (GRASSI, 2001). A bacia possui uma área total de 20.768,02 há, sendo que o comprimento total do canal principal⁹ do arroio Cadena é de 21.229,78m (NASCIMENTO; WERLANG; FACCO, 2012) e a maior parte localiza-se na área urbanizada de Santa Maria. A bacia hidrográfica do arroio Cadena é composta por 15 microbacias¹⁰ hidrográficas (Figura 4).

⁸ Segue-se a mesma lógica da microbacia para a sub-bacia, uma questão de escala e planejamento, também um instrumento político. Ou seja, uma microbacia integra uma sub-bacia, que integra uma bacia.

⁹ É a distância que se estende ao longo do curso d'água desde a sua foz até determinada nascente.

¹⁰ Tem-se o entendimento de microbacia como uma unidade geográfica delimitada por uma rede de drenagem. Ou seja, quanto ao aspecto geográfico a microbacia se iguala a definição de bacia hidrográfica, podendo ser compreendida como uma “pequena bacia”. Porém se aderiu gradualmente ao termo “microbacia” como uma estratégia de gestão, a fim de facilitar o planejamento. Ou seja, tornou-se uma unidade de planejamento, intervenção e monitoramento, reduzindo as variáveis ambientais, sociais e econômicas que existem na complexidade e extensão de uma bacia hidrográfica.

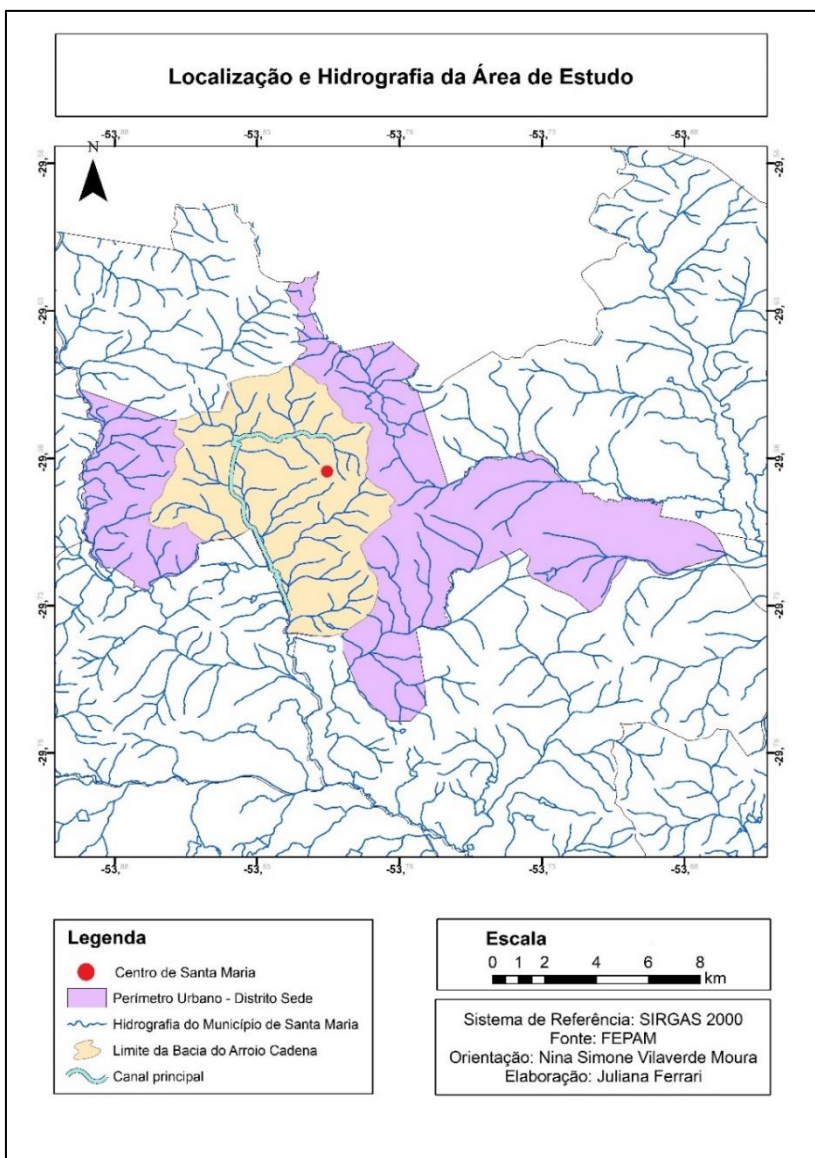


Figura 2 – Croqui da hidrografia da área urbana e localização do objeto de estudo. Elaboração: FERRARI, J.

Destas microbacias, 11 estão na área urbana de Santa Maria, e as demais em área rural, estando três em área pertencente ao Exército Nacional (OLIVEIRA; RECKZIEGEL; ROBAINA, 2006, VAZ, 2009). O nome, “Cadeña”, que significa cadeia, foi dado pelos espanhóis, devido ao cerco que o mesmo faz em praticamente 2/3 do espaço físico do qual se concentra a cidade (FLORESTA, 2011). Uma das principais nascentes em área urbana da bacia encontra-se junto ao quartel do 1º Regimento de Polícia Montada da Brigada Militar, no Bairro Nossa Senhora das Dores. O arroio passa, através de suas microbacias, pelos bairros Itararé, Perpétuo Socorro, Salgado Filho, Carolina, Caturrita, Divina Providência, Passo D’Areia, Noal, Juscelino Kubitschek, Patronato, passando pelo Renascença, Urlândia e Lorenzi, seguindo até sua foz - o arroio Arenal - onde atravessa a BR-392 e encontra o Rio Vacacaí,

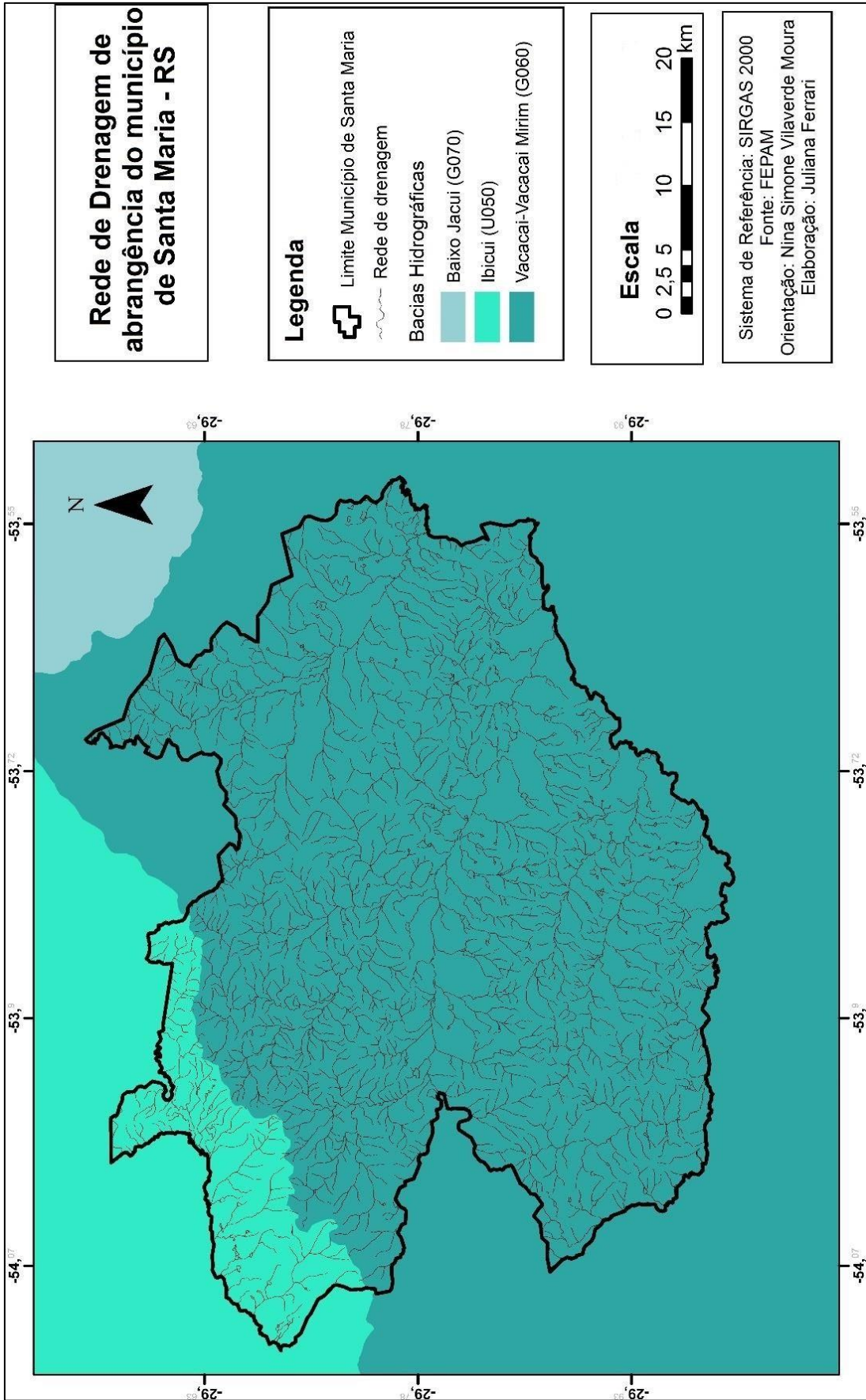


Figura 3 – Hidrografia do município de Santa Maria. Elaboração: FERRARI, J.

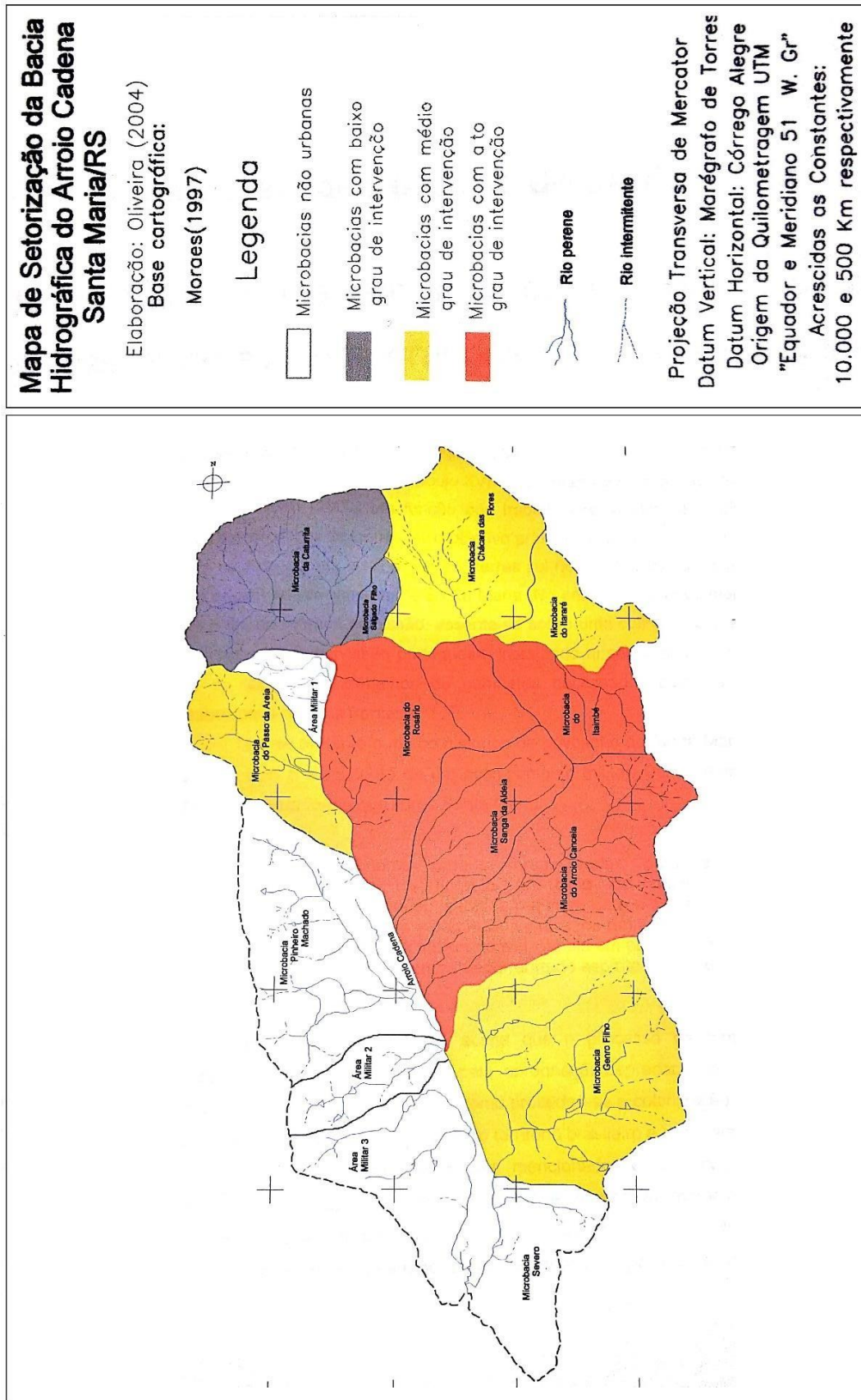


Figura 4 - Setorização das microbacias hidrográficas do arroio Cadena.
Elaboração: OLIVEIRA (2004).

O arroio Cadena tem suas nascentes no rebordo do Planalto, na direção norte-sul. Seu primeiro afluente é o arroio Itaimbé. A oeste apresenta problemas com a expansão urbana, já que a topografia plana e interação com o arroio Cadena tornam a área inundável e muito úmida. Em sua pesquisa Oliveira (2004) constatou que junto ao canal principal do arroio Cadena, no trecho leste-oeste entre as Avenidas Assis Brasil e Borges de Medeiros, nos bairros Salgado Filho, Vila Carolina, Brenner e Kennedy, são as áreas onde se concentram o maior número de eventos e acidentes relacionados a riscos geomorfológicos.

O arroio Cadena apresenta uma lâmina de água média, mantida ao longo do ano, em torno de 0,80 m, porém tem uma variação expressiva, com elevação rápida do nível do fluxo de água, em decorrência das chuvas intensas e da área de captação, bastante impermeável pelas moradias e vias públicas que determina elevado escoamento superficial. A qualidade da água está comprometida por lançamento de esgoto cloacal, água servida e depósitos de lixo jogado nas margens e leito do arroio (IPLAN¹¹, 2015, p.64).

O arroio Cadena é o eixo de drenagem mais importante da cidade, considerando que seu canal principal passa por 13 bairros da cidade (Figura 5). A população que reside na bacia do arroio Cadena supera os 200 mil habitantes, dos quais 80% residem na área urbana.

¹¹ Instituto de Planejamento de Santa Maria

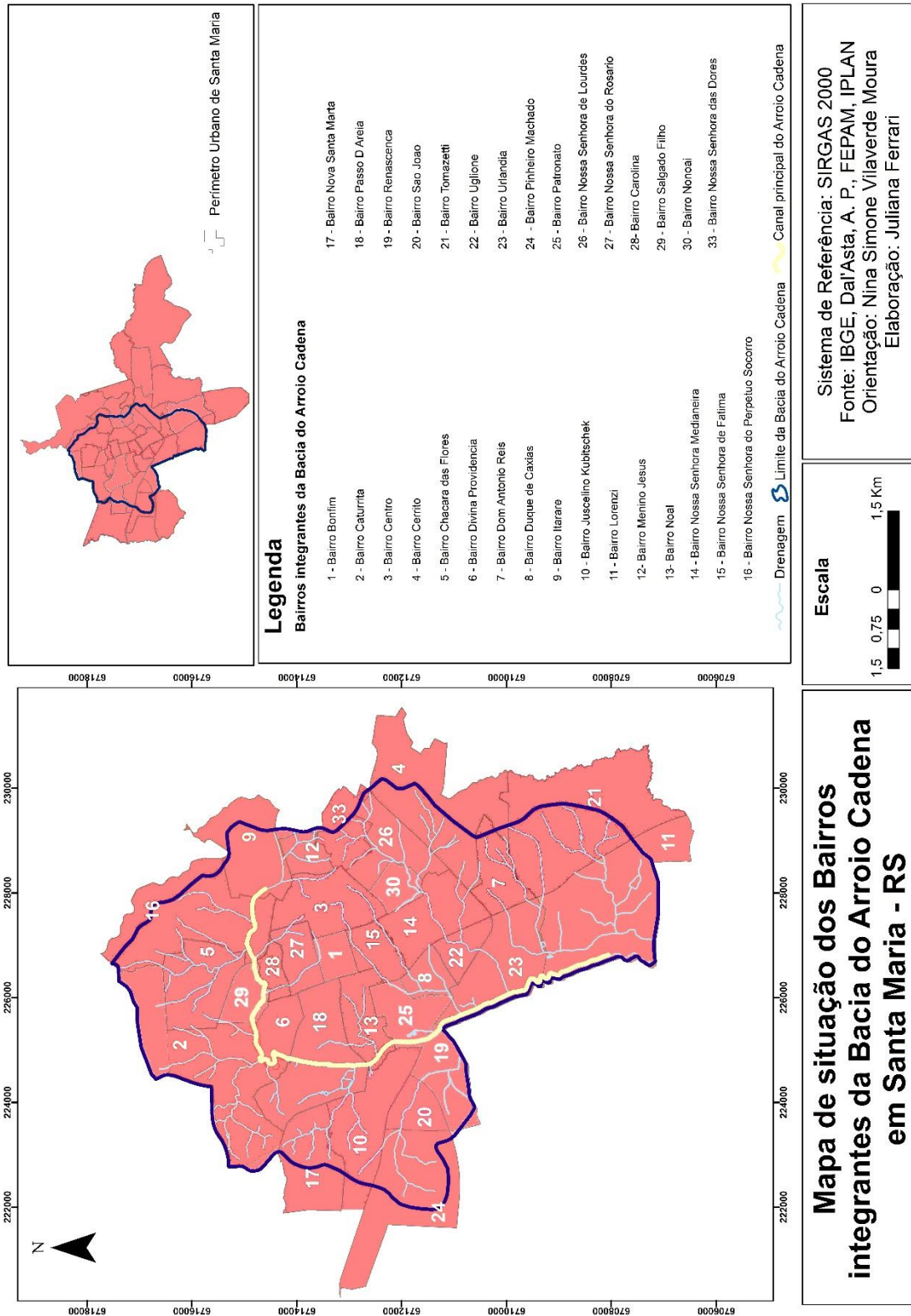


Figura 5 – Bairros de abrangência do canal principal do arroio Cadena.
 Elaboração: FERRARI, J.

II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

2.1 Teoria, Conceitos e Metodologia

O termo “Geografia Crítica” surge para demonstrar uma visão de criticidade para produção geográfica brasileira no final da década de 1970 e início da década de 1980. O uso dessa expressão sugeria, a partir de então, uma tendência do pensamento geográfico.

A expressão do pensamento crítico ultrapassa o senso comum, apreendendo todas as informações para dar sequência ao estabelecimento de critérios para análise. Para isso é necessário comparar dados e contextualizar ideias, ocorrendo uma situação de tensão interna ou de crise (SPOSITO, 2004). A área ambiental e a dialética se mantêm enquanto materialidade para transformação da práxis. E cabe também a geografia física refletir sobre essa dinâmica da relação sociedade-natureza¹², para tornar o debate complexo, considerando a análise do ser e da história da intervenção humana na natureza.

A questão ambiental como problema interdisciplinar parte de um conhecimento crítico, histórico e complexo, onde a ação interventora e transformadora do ser humano transforma através da produção e usa intensivamente os recursos naturais. A questão ambiental, a dialética marxista e a interdisciplinaridade se mantêm enquanto materialidade visto que assumem a criticidade de suas proposições (COSTA; LOUREIRO, 2013).

Para Marx a dialética envolve necessariamente a noção de movimento na História. Na concepção dialética, qualquer objeto não só faz parte, como também reproduz o todo. Desse modo, não há soberania entre sujeito e objeto, visto que o sujeito se constrói e se transforma face a face com o objeto, e vice e versa (SPOSITO, 2004).

Ao abordar as questões ambientais é preciso trabalhá-las de forma global, e não só sob os aspectos naturais. Leff (2002, p. 17) traz que “O ambiente não é a ecologia, mas a complexidade do mundo; é um saber sobre as formas de apropriação do mundo e da natureza através das relações de poder que se inscreveram nas formas dominantes de conhecimento”. Com essa afirmação também é possível se voltar às

¹² Partindo da noção de que desde o surgimento de toda forma de vida, não há nenhum ecossistema que não seja modificado pelo ser humano, mas sim modificações de natureza diferente e de importância diversa (TRICART, 1977).

preocupações socioambientais, que formam um conjunto de contradições resultantes de interações entre o sistema social e a natureza.

Para Morin (1990), o pensamento complexo aspira a um saber não fragmentado, não redutor, que reconhece que qualquer conhecimento está inacabado, incompleto, e oferece a possibilidade de ser questionado, interrogado e reformulado. Portanto as verdades denominadas profundas, mesmo contrárias umas às outras, na verdade são complementares, sem deixarem de ser contrárias. Trabalhar a ideias morinianas conectadas a Geografia possibilita a reflexão de uma Geografia integrada e integradora que persegue o entendimento do espaço a partir das ações do ser humano, e como abordado por Amador (2009, p. 61), “que se impõe a esse espaço através de uma sociedade ora consciente, ora inconsciente de suas ações”.

A crise das questões ambientais se revela como uma crise pluridimensional, já que aponta para a exaustão de um determinado modelo de sociedade, onde se produz mais problemas do que soluções (LIMA, G., 1999). Em suas obras Leff relata que a crise ambiental deve ser um viés de conhecimento, e não nos fechar numa doutrina ou pensamento. A crise é um processo criativo, um processo de transformação. Capra (1982) trata como as diferentes facetas de uma única crise, que é essencialmente uma crise de percepção. Ainda conforme o autor, esta é uma crise de dimensões intelectuais, morais e espirituais. Nessa crise a humanidade não é capaz de enxergar as conexões do mundo, e acaba por desintegrar o todo. Como afirma Angelin (2014) as visões antropocêntricas e as construções de relação de poder isolam o ser humano/as pessoas da natureza, e a reduz ao meio ambiente, associando este meio como apenas um local, um cenário para que os seres humanos usufruam.

A abordagem ambiental tem a capacidade de agregar à realidade contemporânea, mostrando a universalidade dos problemas socioambientais contemporâneos e alertando sobre a necessidade de mudanças efetivas que venham a garantir a continuidade e a qualidade da vida a longo prazo (LIMA, G. 1999). Trazer para discussão e análises as questões de comportamento e relações humanas é uma oportunidade de remediar os danos sociais e ambientais causados até então, e buscar melhorias contínuas para nossa sociedade.

O espaço geográfico é formado por múltiplos elementos em interação, e por isso qualquer investigação para estudar a influência de um fato específico sobre os demais não deve ocorrer isoladamente, mas sim por meio da síntese das relações entre fatores e elementos do todo em um momento específico. Ou seja, analisam-se

a partes para integrá-las ao todo (PRATES, 1986).

A geografia tem a função de materializar a história. É a geografia que ‘ajusta’ o ritmo do tempo. Portanto, as demarcações históricas só têm sentido de ser quando ‘geografizadas’ (RIBEIRO, 2011). Santos (2004, p.252), em sua obra “Por uma geografia nova”, afirma que

Tudo o que existe articula o presente e o passado, pelo fato de sua própria existência. Por essa mesma razão, articula igualmente o presente e o futuro. Desse modo, um enfoque espacial isolado ou um enfoque temporal isolado, são ambos insuficientes. Para compreender qualquer situação necessitamos de um enfoque espaço-temporal.

Nessa mesma lógica, o espaço social não pode ser explicado sem o tempo social, sendo essencial estabelecer relações entre os períodos históricos e a organização espacial – já que estas revelarão as mudanças sucessivas de cada lugar no decorrer da história. Essa análise conduz à geo-história, visto que essa é o estudo de uma dupla ligação, que ocorre da natureza ao ser humano e do ser humano à natureza, aliando o estudo do tempo e do espaço.

Ribeiro (2015) relata que a geo-história é parte da memória das populações, e uma fonte de experiências e acontecimentos que retratam a verdadeira história de apropriação do espaço. É o estudo de uma ação e de uma reação misturadas, confundidas. No entanto, nesse estudo é necessário fixar uma escala¹³, pois sem ela não há como compreender a ação antrópica sobre o meio físico e, igualmente, a ação do meio físico sobre o ser humano, já que tudo está interligado. E essa interligação da história com a natureza, em uma escala de longa duração, torna possível a percepção das transformações. É a dinâmica contínua entre a natureza e o ser humano, de modo que o meio físico vai assumindo novas feições, e tornando-se cada vez mais solícito às demandas sociais.

Essa dinâmica também está presente na geomorfologia moderna, onde tende-se a estudar três aspectos principais das formas de relevo: forma, processo e história. O último é denominado de Geomorfologia Histórica (CHORLEY 1978, apud HUGGETT 2007).

Deixados de lado durante três ou quatro décadas na geografia, os estudos históricos estão retornando com força e dominando a investigação geomorfológica

¹³ É o artifício visual que dá visibilidade ao real, é a imagem que substituiu o território que ela representa (CASTRO, 1992, 1995).

moderna. Para os morfologistas históricos o que guiou esses estudos foi o ditado “o presente é a chave para o passado”. Isto foi uma garantia para assumir que os efeitos dos processos geomorfológicos vistos em ação hoje podem ser legitimamente usados para inferir as causas das mudanças na paisagem supostas no passado¹⁴ (HUGGETT, 2007).

Na década de 1960 a Geomorfologia passa a fortalecer seus laços com o resto da Geografia. Tendência essa que aumentou a partir do reconhecimento das inter-relações do ser humano/natureza e do desenvolvimento de estudos aplicados, já que todos exploravam a linha de contato entre a geografia humana e a geomorfologia (HART, 1985). Essa integração de conhecimentos, antes isolados, incorporou a ação humana na Geografia Física a partir da década de 1970, refletindo o contexto histórico da época e possibilitando uma abordagem sistêmica, principalmente na Geomorfologia (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010). Isso ocorre em função da ampliação dos debates ambientais e do aumento da apropriação humana sobre os recursos.

Dixey (1969 apud HART, 1985), também na década de 1960, enfatizou a necessidade da realização de mais estudos geomorfológicos voltados para as necessidades do ser humano. Com os processos geomorfológicos já suficientemente reconhecidos na década de 1960, a geomorfologia aplicada pôde se desenvolver com maior expressividade. A partir disso ocorreram outros desenvolvimentos relevantes: a avaliação da forma e da paisagem, a abordagem dos sistemas terrestres e o mapeamento geomorfológico.

Significou uma reaproximação em busca de uma identidade geográfica, que passou a ser possível a partir da definição de um objeto de estudo capaz de refletir no território as resultantes das interações entre os processos de diferentes naturezas. Esse objeto foi a paisagem, que proporcionou um reencontro da sociedade e natureza, assumindo uma dimensão fortemente histórica. Conforme descrito por Figueiró (2011), esse reencontro que destaca a paisagem amplia a difusão de perspectivas sistêmicas de análise e a busca por subsídios aos processos de planejamento. O debate metodológico sobre a paisagem, por analisar sem fragmentar, marcou a identidade inicial da Geografia Física, e com o tempo tornou a Geomorfologia o carro chefe da Geografia.

¹⁴Trecho traduzido pela autora.

Clayton (1971 apud HART, 1985), na década de 1970, enfatizou a importância de o ser humano compreender o ambiente suficientemente bem para que ele possa prever as implicações de sua interferência com ele, destacando que o sistema físico de uma área nunca pode ser compreendido completamente se isolado do social, cultural e econômico, e das condições das pessoas dessa área. Seguindo estas proposições, a geomorfologia moderna assumiu como um dos ramos os estudos aplicados à gestão ambiental, onde se busca meios para gerir o ambiente com alternativas benéficas e que minimizem os possíveis problemas que possam resultar da sua intervenção.

Com isso, os estudos aplicados na área da geomorfologia inseriram um valor prático para a comunidade, deixando de caracterizá-la como uma disciplina puramente acadêmica e contribuindo no que condiz a gestão e ao planejamento ou desenvolvimento de uma região, principalmente em relação aos impactos e riscos. Deste modo, fez-se da Geomorfologia uma das ciências mais desenvolvidas dentro da Geografia Física, o que permitiu que se estabelecesse um arcabouço metodológico tão consolidado.

Tricart (1977), em sua obra “O Conceito Ecológico”, já afirmava que as interações da sociedade humana sobre os ecossistemas são intensas e permanentes, de modo que o ser humano os modifica e os ecossistemas reagem. Com Tricart deu-se início aos estudos geomorfológicos aplicados para identificação das fragilidades do ambiente.

Apresentando uma visão sistêmica da paisagem, a Geomorfologia, ao abranger questões referentes à sociedade e o meio físico fez com que a análise geomorfológica se transformasse em instrumento essencial para a compreensão racional da forma de apropriação do ambiente pelo ser humano. Isso considerando o relevo como fundamental no planejamento territorial, por estabelecer categorias de avaliação conforme o grau de suscetibilidade ou fragilidade de cada ambiente, alertando sobre os problemas de influência humana.

Para Ross (1994) a ação antrópica é relevante no processo de entendimento e análise das relações entre ser humano e natureza. O ser humano é parte do sistema, pois age e interage com os demais componentes, e possibilita um novo equilíbrio dentro do sistema (BOTELHO; SILVA, 2004). Portanto, as pesquisas geográficas devem contemplar tais estudos integrados e espacializados no tempo e no território.

2.1.1 Geomorfologia Urbana

A Geomorfologia Urbana busca entender em que amplitude as transformações no meio, causadas pela ação antrópica, podem ser responsáveis pela aceleração de determinados processos geomorfológicos, proporcionando uma nova morfodinâmica¹⁵ (GONÇALVES; MOURA, 2015). A sociedade intervém no ambiente o qual ocupa e se apropria, modificando a dinâmica natural da superfície. A ocupação urbana ocorre de forma diferenciada, fazendo com que os processos ocorram de forma desigual e intensificada em algumas áreas mais suscetíveis.

Dentro dos estudos da Geomorfologia Urbana existem várias dificuldades para análise da morfologia do relevo, visto que as formas superficiais se encontram alteradas pela dinâmica antrópica. Pedro (2008) expõe que no momento em que ocorre a intervenção na dinâmica natural da natureza por parte da ação antrópica, através da apropriação do relevo, modifica-se todo o comportamento do processo geomorfológico. Isso proporciona o surgimento de novas formas superficiais no relevo, e intensifica os impactos.

Contextualizados com a geomorfologia urbana, o resgate histórico em pesquisas, a realização de análises empíricas da área, e a identificação dos processos de alteração são necessários (PEDRO, 2008). São essas técnicas que permitem a verificação de como a dinâmica entre a ação antrópica e a natureza estão afetando a qualidade de vida da população e qualidade ambiental da área em estudo.

2.1.1.1 *A construção da Paisagem Urbana*

A ação antropogênica gera feições e formas de relevo locais, relacionadas à ação humana na história através dos interesses, atividades socioeconômicas, tecnologias (ARAÚJO Jr.; BARBOSA, 2010). Esses processos conforme Suertegaray e Guasseli (2004) assumem como referência o conceito de paisagem como materialização dos processos sociais. Nesta materialização, conforme sugerido pelos autores, o observador busca uma aproximação da realidade a partir de uma representação, considerando elementos do real.

¹⁵ Reporta aos processos geomorfológicos de perspectivas históricas. Aporta transformações produzidas sobre o relevo, sendo a dinâmica das formas, porém aqui abordada e estando na maioria das vezes sob a apropriação antrópica e social, sob efeito de intervenções. Ou seja, é efeito da derivação antropogênica.

A paisagem alterada é um espaço produzido, o qual as múltiplas formas de ocupação refletem o momento histórico, econômico, social, político e cultural. Tratando-se do relevo, sua condição atual é a derivação da dinâmica entre os processos físicos (morfoestruturais e morfoesculturais) e os agentes sociais atuantes, que ocorre de modo contraditório e dialético a partir da análise conjunta de uma escala de tempo geológica para a escala histórica ou humana (NUNES, 2002).

Seguindo a mesma reflexão, para Bertrand (2004) a paisagem é resultante da combinação de dinâmicas de elementos físicos, biológicos e da ação humana, caracterizando-se, portanto como instável, e resultante da reação dialética de uns sobre os outros. Esses fatores a tornam um conjunto em contínua evolução. Assim, a paisagem é uma totalidade, não sendo apenas o “natural”, mas integrando também todas as implicações das ações humanas.

A construção da paisagem de cada indivíduo parte da relação (ou da tensão) entre uma matriz cultural e uma dimensão espacial (espaço físico). Essa relação determina a apropriação da percepção (por parte do observador), sendo dependente do contexto histórico, intelectual, sociocultural, e do espaço físico específico de cada lugar, cada cidade e dependente das características distintivas (AIXALA, 2009). No entanto, as intervenções sobre a cidade não são uniformes nem em sua escala, nem em seu conteúdo, nem em sua incidência sobre a paisagem.

A paisagem urbana é sempre uma evolução de um ambiente ou espaço determinado de tal forma que é capaz de integrar os sucessivos estados anteriores e o conjunto de intervenções recebidas. Para Suertegaray (2000, p.22) “o conceito de paisagem privilegia a coexistência de objetos e ações sociais na sua face econômica e cultural manifesta”. E deste modo, as intervenções humanas sobre o meio físico deixam registros na paisagem evidenciando a maneira pela qual o ser humano, ao longo da sua evolução, apropriou-se da natureza (GOMES, 2013).

O espaço urbano é específico de cada cidade, e deriva de sua própria história e evolução, segundo as condições geográficas do local, e segundo seus planos ou projetos, que definem sua estrutura geral, suas constantes e suas regras.

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 (GOMES; MOURA, 2015, p.100).

Diversos episódios da história de algumas cidades se constituem por elementos urbanos que caracterizaram fortemente a paisagem urbana pela confluência de fatores políticos, socioeconômicos e culturais (AIXALÁ, 2009). Outro fator de influência está na segregação espacial, que no contexto urbano faz surgir e se difundir moradias irregulares.

Abramo (2007) traz um pouco desse contexto, ao dissertar sobre a produção da cidade popular, que o autor afirma estar interligada a um processo excludente ou periférico, onde a urbanização fordista encaminhou uma estruturação social com concentração de renda em extratos específicos da população. Esse quadro gerou uma mobilização, onde com o surgimento de ações urbanas coletivas ou individuais de ocupação do solo consolidou uma lógica da necessidade de acesso a vida urbana, um movimento de reafirmação, que foi responsável pela ocupação popular de terras urbanas no início do século XX.

Esse fenômeno vem a aparecer em alguns outros países latinos e consolida um mercado informal¹⁶ de terras urbanas a partir da crise de 1980, já que o modelo formal carregaria consigo a imposição de um conjunto normativo, que se constitui uma barreira para provisão de moradias aos setores populares, o que induziu os movimentos irregulares e informais de ocupação popular. Ou seja, as populações menos favorecidas geralmente ocupam áreas de risco e suscetíveis à problemas ambientais, já que são áreas desvalorizadas e de baixa especulação imobiliária.

2.1.1.2 A urbanização e as mudanças no sistema hidrogeomorfológico

A produção de sedimentos e o transporte desses pelos rios é uma dinâmica natural das bacias hidrográficas em função do ciclo hidrológico. Conforme Pedro & Nunes (2012), quando em condições naturais, as planícies fluviais e os fundos de vale tendem a manifestar um escoamento superficial lento das águas pluviais, controlado pelo equilíbrio dinâmico da natureza. Porém, no contexto da urbanização, este equilíbrio é interrompido, acelerando os processos.

Através da modificação da bacia e de sua cobertura (retirada de vegetação,

¹⁶ Abramo (2007) traz o mercado informal de uso do solo como a somatória de duas dimensões da informalidade - a informalidade urbana e a informalidade econômica, já que é (i) ou (a) regular em relação aos direitos econômicos e também em relação a irregularidade urbanística, irregularidade construtiva e irregularidade em relação ao direito de propriedade da terra.

mudança no uso da terra, pavimentação, entre outras ações que alteram o escoamento superficial) o solo fica desprotegido e propenso à erosão, aumentando conseqüentemente a produção de sedimentos. O processo intenso de urbanização das cidades gera a ocupação desordenada do relevo (nos compartimentos de topo, vertentes, fundos de vale), a qual resulta em impactos no ambiente e situações socioambientais conflituosas. O estabelecimento da população em áreas próximas a cursos hídricos, novas construções e a produção de resíduos pela população consolidam essas superfícies como urbanas e alteram os parâmetros e dinâmicas da bacia hidrográfica (TUCCI, 2008, PEDRO; NUNES, 2012).

Lima (1990) destaca a relevância das informações do uso urbano da terra no contexto da criação de novas morfologias resultantes da dinâmica hídrica. A ação das águas tem forte relação com o grau de impermeabilização da superfície e de retardamento dos fluxos superficiais. As áreas com predomínio arbóreo e/ou arbustivo, com predomínio de gramíneas, as superfícies expostas e as áreas construídas refletem no comportamento das águas pluviais, que são consideradas agentes básicos da morfodinâmica.

As intervenções antrópicas no processo de ocupação do relevo associadas às chuvas e a dinâmica hídrica podem resultar em solapamentos das margens de arroios, e conseqüentemente no transporte de sedimento para os fundos de vale, assoreando os corpos d'água. Outra situação de intervenção ocorre quando os cursos d'água encontram-se canalizados, pois em alguns episódios estes não suportam o volume de água concentrado do escoamento superficial, o que pode resultar em enchentes, inundações e alagamentos.

Conforme Pedro & Nunes (2012) as enchentes estão associadas a períodos de alta pluviosidade juntamente com a ocupação irregular em áreas inadequadas, como no caso do leito maior sazonal (Figura 6). É resultante do aumento da vazão por certo período de tempo, sendo um acréscimo na descarga d'água que eleva temporariamente o nível d'água em um canal de drenagem (IPT, 2007). São caracterizadas como as maiores vazões, sem considerar se causaram ou não inundação.

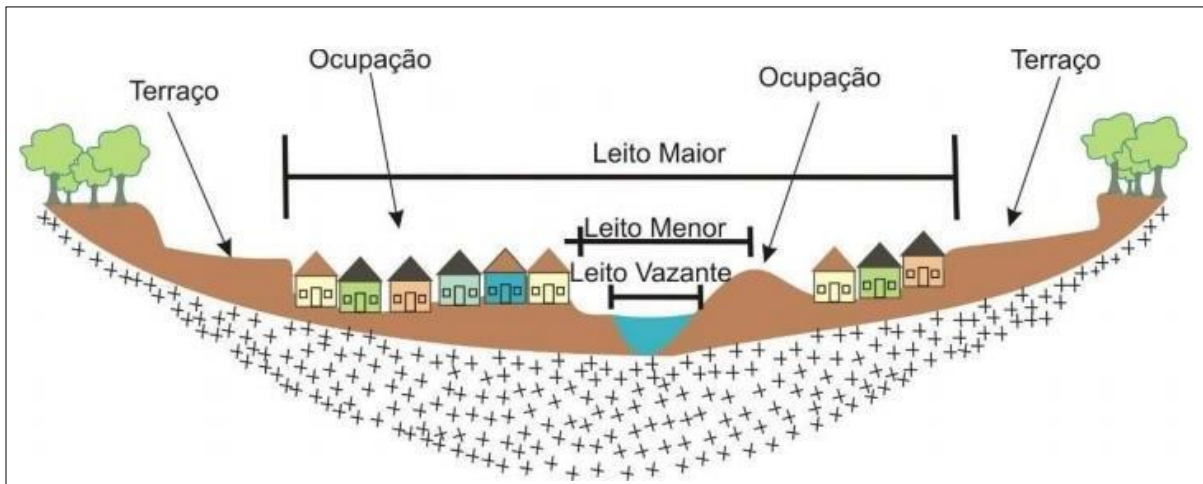


Figura 6 – Perfil demonstrativo das alterações nas formas fluviais dos cursos d'água, resultantes da intervenção na planície de inundação. Elaboração: (PEDRO; NUNES, 2012). Adaptado de: (UNESP).

Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html>

O extravasamento de água para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas caracteriza uma inundação. Isso ocorre quando as vazões atingem magnitudes que superam a capacidade de descarga da calha do curso d'água (IPT, 2007), e a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio, extravasando para essa área marginal denominada como leito maior (Figura 7). As inundações fazem parte da dinâmica natural, porém são intensificadas pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo ser humano.

O alagamento é a consequência da enchente e inundação em áreas com ineficiência de drenagem urbana. É o acúmulo momentâneo de águas em uma determinada área em função das carências no sistema de drenagem urbana (IPT, 2007). Essa tendência de urbanização desconsidera a dinâmica dos processos naturais, como os geomorfológicos, pedológicos e hídricos, e associada à ausência de infraestrutura agrava a situação ambiental das cidades.

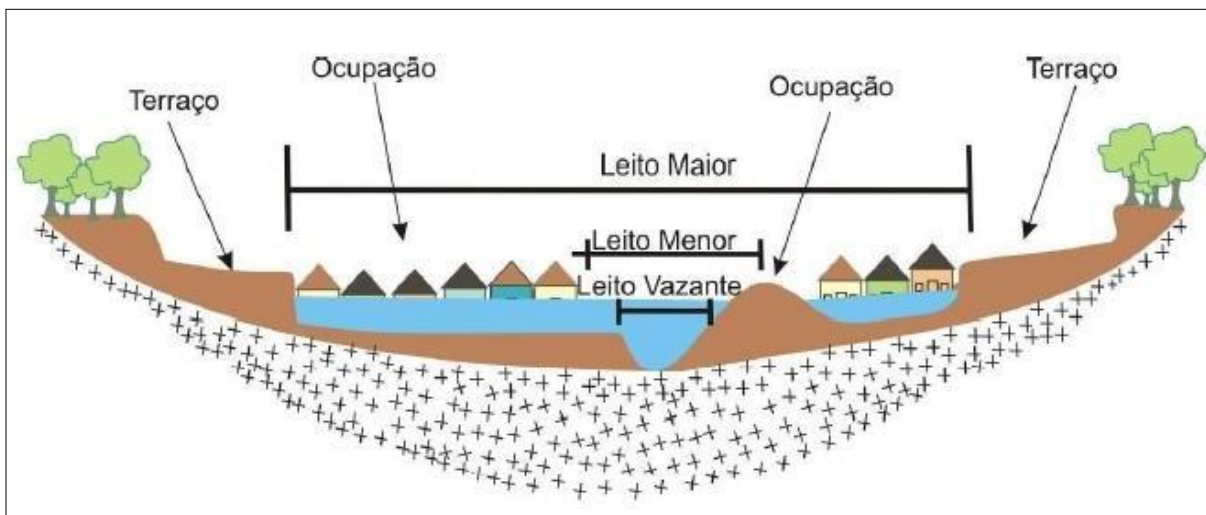


Figura 7 - Perfil esquemático de processos de inundações com ocupações irregulares nas planícies. Elaboração: (PEDRO; NUNES, 2012). Adaptado de: (UNESP). Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html>

Assim sendo, o monitoramento destas características é indicado nos estudos hidrológicos urbanos. Na percepção de Moroz-Caccia Gouveia (2010) ao adotar a bacia hidrográfica como unidade de estudo hidrogeomorfológico ocorre um embasamento na abordagem sistêmica. Para tal, a bacia hidrográfica é entendida com um sistema aberto, constituído de subsistemas (conjuntos interfluviais e vertentes, planícies e canais fluviais), no qual o equilíbrio dinâmico depende do ajuste entre formas, materiais e processos. Como procedimento metodológico Rodrigues (2005) sugere que a partir do uso da cartografia geomorfológica evolutiva, ao abranger a morfologia original e a morfologia antropogênica, é possível compreender vários processos hidrogeomorfológicos atuais em áreas urbanas.

2.1.2 Geomorfologia Antropogênica ou Antropogeomorfologia

Suertegaray e Nunes (2001) dão destaque para a Geomorfologia sob uma nova forma de interpretação. Uma Geomorfologia que substitui o tempo que escoar pelo tempo que faz. É uma concepção irregular, que insere a dimensão antropogênica no fazer da natureza. Não é só um tempo transcorrido, mas uma dinâmica.

Esse é um período muito mais curto do que aquele analisado para transformações de ordem de um tempo tido como profundo, para além de um tempo geológico. É uma nova forma de conceber a relação sociedade e natureza, onde essa percepção permite pensar e visualizar Geomorfologia e os estudos relativos à morfodinâmica dentro de um contexto de desenvolvimento social na ação do tempo

sobre o relevo em escalas temporais reduzidas. Essa transformação do relevo é entendida a partir da apropriação da natureza.

A ação antrópica modifica a dinâmica geomorfológica, tornando vulneráveis a sofrer tais processos áreas que não seriam classificadas como suscetíveis a erosão intensa devido a geometria do relevo e a densidade de drenagem. Simon (2010) comprova tal hipótese em sua pesquisa aplicada às bacias hidrográficas, constatando que a dinâmica de ocupação e uso das terras descaracterizou atributos morfohidrográficos interferindo nos processos geomorfológicos inclusive nas áreas sem predisposição a ocorrência destes fenômenos. Fujimoto (2005) também usa na caracterização geomorfológica a morfologia original para identificar e mapear a situação de relevo mais próxima da original/pré-intervenção e a morfologia antropogênica para se referir as formas de processos atuais, de modo a revelar as alterações ambientais no espaço urbano.

As alterações do relevo podem criar, induzir, intensificar ou modificar os processos geomorfológicos, que se verificam nos seguintes padrões (Fujimoto, 2005):

- ❖ Alteração das vertentes pela eliminação da cobertura vegetal e cortes ou aterramento para arruamentos e moradias;
- ❖ Os arruamentos alteram o fluxo hídrico, e modificam os padrões de drenagem;
- ❖ Num contexto de impermeabilização os fluxos subterrâneos e superficiais de água são alterados e redirecionados;
- ❖ Esse processo é intensificado pelas canalizações de águas pluviais das moradias;
- ❖ Os aterros alteram a cobertura e modificam a declividade original.

Ao abordar as intervenções antrópicas no meio físico no ponto de vista da morfologia antropogênica Lima (1990) as divide em três níveis. O primeiro está perceptível no uso da terra através da retirada ou modificação da cobertura vegetal, onde se gera com isso uma nova morfodinâmica. O segundo liga-se diretamente ao meio urbano, quando as intervenções no sistema ocorrem de modo a ser facilmente perceptível a criação direta de uma nova morfologia. Em um terceiro nível as intervenções antrópicas diretas não ocorrem nas características de modo intrínseco, mas através de modificações nas formações superficiais conferindo uma nova distribuição dos materiais, uma nova estruturação dos depósitos e modificando a estrutura dos agregados.

Há essa tendência de estudos antropogeomorfológicos em áreas de maior

densidade urbana, visto que as transformações nesse contexto são de grande intensidade e magnitude. Estes são importantes para o planejamento e gestão das cidades, porém ainda são escassos, existindo pouca literatura e pesquisa dentro da modalidade de análise antropogeomorfológica.

2.1.3 Cartografia Geomorfológica

A representação cartográfica é uma abstração da realidade terrestre. Abreu (1983) descreve que a linhagem epistemológica alemã, com influência de Goethe¹⁷ e Humboldt¹⁸, direcionou-se para a observação e análise dos fenômenos em um contexto onde a geomorfologia se relaciona mais intensamente com a petrografia, química do solo, hidrologia e climatologia. Logo a cartografia também passou a ser um dos instrumentos fundamentais para o pesquisador, já que se baseia na observação. Ainda conforme o autor, a cartografia geomorfológica passa a assumir um papel cada vez mais relevante no planejamento regional, o que reconhece a disciplina como nitidamente geográfica e pensada para a sociedade como um todo, e torna a cartografia geomorfológica a principal contribuição do método da geomorfologia alemã.

Com isso, no segundo pós-guerra a cartografia geomorfológica passa a se destacar como método fundamental para análise do relevo. Elorza (2013) resgata que os usos práticos da cartografia geomorfológica são apresentados em Tricart (1962, 1965, 1972, 1979), Tricart e Demek (1972), Panizza (1972, 1988), Piotrowski et al. (1972), sendo os mapas geomorfológicos utilizados para inúmeras aplicações: agricultura e setor florestal, engenharia civil e exploração de minerais.

As estratégias e técnicas de abordagem da análise geomorfológica são determinadas pela escala de estudo de um relevo. A escala de análise geomorfológica é compreendida e se aplica no campo espaço-temporal. As dinâmicas das formas de relevo são a evolução de uma determinada paisagem ao longo do tempo. Estas, quando representadas, necessitam de simbologias adequadas para evidenciar as mudanças ocorridas em um determinado intervalo de tempo (KÖHLER, 2002).

¹⁷ Johann Wolfgang Von Goethe. Cientista alemão que criou um método de compreender a natureza, buscando a essência do fenômeno, como passo inicial, usando a observação.

¹⁸ Alexandre Von Humboldt. Nascido na Alemanha, ficou reconhecido como o sistematizador do saber geográfico. Foi o primeiro na Geografia a realizar um trabalho de campo sistemático, valorizava a observação minuciosa dos elementos da paisagem.

A escolha dos tipos de recurso dependerá da forma geográfica que está sendo representada e da escala do mapeamento, sendo importante lembrar que os tipos de recurso são representações simplificadas da realidade (SMITH, 2011). Nesse contexto pode-se incorporar a contribuição de Ross (1990), quando afirma que, para evitar problemas de omissão de informações ou sobrecarga das mesmas, ao trabalhar com cartografia geomorfológica devem-se ter os objetivos, a metodologia e a escala de representação claramente definidos.

Como a essência do mapeamento geomorfológico é a representação da configuração do terreno, as formas de relevo são as unidades cartográficas a se distinguir, independentemente da escala de mapeamento (VERSTAPPEN, 2011). Para pequenas escalas, por exemplo, geralmente faz-se o uso de imagens orbitais que abrangem consideráveis porções do terreno, porém com baixa resolução espacial. Já ao trabalhar com escalas maiores, utilizam-se fotografias aéreas (que abrangem pequenas áreas e têm altas resoluções) (KOHLENER, 2002).

Ab'saber, em 1969, já afirmava ser o mapeamento geomorfológico a técnica mais completa para visualização integrada dos depósitos modernos em face da compartimentação regional. Com o aumento gradual da disponibilidade e utilização de dados aeroespaciais em todo o mundo a partir da Segunda Guerra Mundial, e o maior acesso aos levantamentos aerofotogramétrico, a aplicação destes para o levantamento geomorfológico foi reconhecida, e os métodos para a sua integração nos procedimentos da pesquisa foram investigados. Como consequência, onde havia cobertura fotográfica aérea sequencial adequada, passou-se a aplicar estudos aéreos da morfodinâmica (VERSTAPPEN, 2011).

Dentro do registro cartográfico, Ross (1992) (Figura 8) traz uma proposta metodológica definindo as unidades morfoesculturais em seis táxons:

- ❖ 1º táxon – é o maior táxon, com um padrão de formas grandes de relevo;
- ❖ 2º táxon – são as unidades morfoesculturais presentes em cada unidade morfoestrutural, resultantes da ação climática no decorrer do tempo geológico (depressões periféricas, planaltos residuais, etc);
- ❖ 3º táxon – conjuntos de formas menores de relevo, que representam os Padrões de Formas Semelhantes ou Padrões de Tipos de Relevo, manifestas como formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente, podendo existir várias em cada unidade morfoescultural;
- ❖ 4º táxon – São as formas individualizadas de relevo, que podem ser as de

agração (planícies fluviais, terraços fluviais, planícies lacustres, etc.) ou as de denudação resultantes do desgaste erosivo (colinas, morros, etc.);

❖ 5º táxon – é de gênese e idade mais recente. Corresponde às partes das formas de relevo (elementos de vertentes e de planícies fluvial);

❖ 6º táxon – está nas pequenas formas de relevo, produzidas por processos erosivos atuais ou depósitos atuais, frutos dos processos morfogenéticos atuais, porém quase sempre induzidos pela ação antrópica.

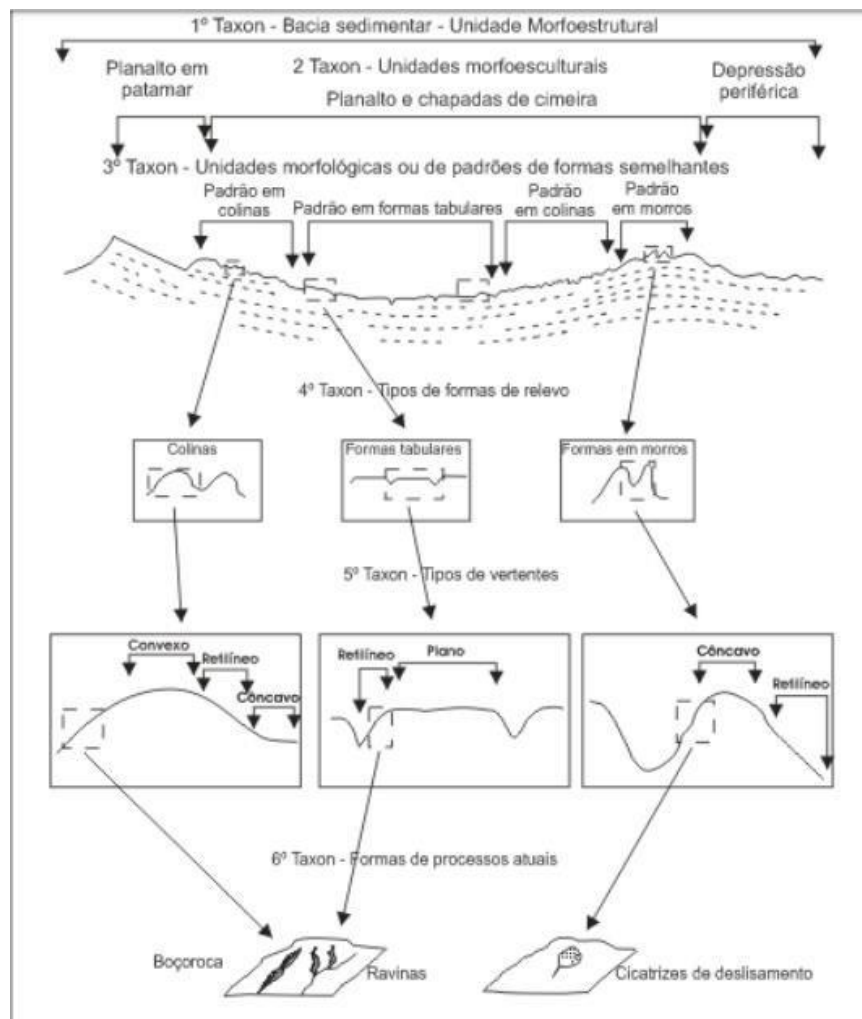


Figura 8 - Diagrama demonstrativo sobre a taxonomia do relevo. Elaboração: (ROSS, 1992, p. 22).

2.1.3.1 Cartografia Geomorfológica Evolutiva e Retrospectiva

A cartografia geomorfológica evolutiva e retrospectiva surge como um viés para incorporar a ação humana na Cartografia Geomorfológica. Conforme Verstappen (2011), a importância do levantamento geomorfológico e mapeamento para uma variedade de propósitos práticos foi gradualmente compreendida não só entre geomorfologistas, mas também por muitos cientistas de disciplinas vizinhas envolvidas em inventários de recursos naturais e desenvolvimento planejado. Com o passar do tempo, os tomadores de decisão nos círculos governamentais e no setor privado também se tornaram conscientes da utilidade do levantamento geomorfológico e mapeamento para fins específicos.

No entanto, mapear a morfologia de áreas urbanizadas é um desafio, considerando que muitas das formas observadas já estão modificadas ou intensificadas pela ação antrópica, tendo como consequência a manifestação de uma nova caracterização geomorfológica. Conforme Douglas (1983 apud MOURA, 2011, p. 177), “novas formas de relevo são criadas em áreas urbanas através da acumulação de detritos urbanos ou pela extração de materiais e são denominadas de formas de relevo por acumulação ou formas de relevo por remoção, respectivamente”.

A tipologia e o grau de intervenção urbana na morfologia original auxiliam na compreensão dos fatores que definem os novos processos morfodinâmicos. As intervenções antrópicas são geradas para se obter superfície planas para posterior incremento topográfico por construções ou edificações. Essas intervenções implicam basicamente em corte e/ou aterros desenvolvidos na morfologia original, provocando o remanejamento dos materiais superficiais (LIMA, 1990 apud MOURA, 2011, p. 177).

O uso da cartografia retrospectiva permite o reconhecimento do acúmulo das intervenções do ser humano pela urbanização e a obtenção de indicadores morfológicos e materiais superficiais a serem utilizados em possíveis correlações (BERGES, 2013). Atualmente os processos erosivos ou de esculturação operantes se manifestam nas vertentes, pois é nesse táxon (5º táxon) que o ser humano pode melhor observar e agir junto aos processos morfogenéticos, pois é a vertente o resultado da morfogênese ou morfodinâmica viva, presente, atual” (ROSS, 1992, p.21). E nesse nível o estudo da dinâmica do relevo se confunde com os problemas de erosão do solo.

A morfologia antropogênica se manifesta no 6º táxon, nas pequenas formas de

erosão que degradam o solo, como sulcos, ravinas, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos, bem como o assoreamento dos leitos fluviais. Essas são de origem antrópicas, visto que a ação antrópica intervém no equilíbrio do ambiente, e induz esses processos desestabilizando o ambiente no ponto de vista morfodinâmica, conforme Ross (1992).

Esta metodologia é orientada por indicadores morfológicos, de materiais superficiais e de processos hidrogeomorfológicos. Baseia-se em análises retrospectivas cartográficas, voltadas às condições originais e as condições representativas de diversos momentos do processo histórico de expansão urbana e produção do espaço urbano, a fim de reconhecer e dimensionar as diversas fases e graus de derivação antrópica dos sistemas estudados (RODRIGUES, 2008). Ao observar os elementos da morfologia antropogênica, e aplicá-los a cartografia, Lima (1990) em seu estudo classificou-os em três graus de intervenção sobre a morfologia original (Quadro 1).

Quadro 1 – Simplificação dos graus de evolução das modificações morfológicas na cartografia.

Grau de intervenção	Aspectos
Grau 1 – Morfologia original preservada	Superfícies as quais não foram sofreram intervenções diretas na morfologia, podendo apresentar diversidade na cobertura vegetal.
Grau 2 – Morfologia original semi- preservada	Os elementos da morfologia antropogênica aparecem de forma descontínua e linear.
Grau 3 – Morfologia antropogênica	Superfícies criadas diretamente pela ação antrópica, como patamares criados por cortes e aterros, e as superfícies edificadas e pavimentadas.

Elaboração: FERRARI, J. (adaptado de LIMA, 1990, p. 52).

Ao aplicar a Geomorfologia Antropogênica em uma planície fluvial em área urbana, Moroz-Caccia Gouveia (2010) pôde observar que as formas antrópicas ou induzidas pela ação antrópica se evidenciam também no 5º táxon ou ainda em táxons superiores, não se restringindo ao 6º táxon. Isso porque,

Embora algumas morfologias antropogênicas não impliquem em mudanças diretas nas originais, elas podem implicar em mudanças nos processos, e, com isso, gerar formas de outra ordem escalar. (...) a impermeabilização, por si só, já é capaz de modificar processos hidromorfodinâmicas (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010, p.321).

O 5º táxon só pode ser bem representado cartograficamente quando trabalhadas fotografias aéreas em escalas grandes ou de detalhe (1:25.000, 1:10.000, 1:5.000). No 6º táxon, também, a representação cartográfica das formas de relevo só pode ser efetuada em escalas grandes, onde com fotos aéreas ou no campo torna-se possível cartografar detalhes dos fatos geomórficos (ROSS, 1992).

Esses estudos, como a exemplo o de Moroz-Caccia Gouveia (2010), têm demonstrado a aplicabilidade da antropogeomorfologia e da cartografia geomorfológica evolutiva e retrospectiva no reconhecimento de indicadores e parâmetros de avaliação dos efeitos das intervenções antrópicas em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados. Em seu conjunto, estudos têm evidenciado que parte das dificuldades de realização de pesquisas em sistemas físicos complexos e antropizados, devem-se à necessidade de se considerarem, simultaneamente, o arcabouço teórico-metodológico de abordagens integradas em Geografia Física e Geomorfologia e parâmetros quantitativos. Estes últimos dependentes da existência de dados em séries históricas compatíveis com as leituras propostas.

A superação dessas dificuldades pode se dar com a elaboração de sistematizações geográficas auxiliadas pela cartografia e séries históricas de dados padronizáveis obtidos por pesquisas documentais ou arquivísticas (RODRIGUES, 2008). Com o uso desses recursos no planejamento ambiental urbano e o resgate da história para fins de sistematização de informações e dados, pode haver uma redução de investimentos futuros em obras estruturais e de controle, além de ser importante para a qualidade ambiental e social.

III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

O presente estudo foi constituído pela pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, sistematização de dados e seleção de indicadores, e pela elaboração do material cartográfico. Estas foram esquematizadas a partir dos objetivos que se buscou atingir com o estudo, e ocorreram a partir de dados primários, secundários e terciários (Quadro 2).

Quadro 2 – Diretrizes metodológicas adotadas.

ELEMENTOS	DIRETRIZES METODOLOGICAS
<i>Fontes de dados primários</i>	Resgatar documentos e registros em periódicos (jornais e revistas), relatórios; teses e dissertações; Valorizar as informações e observações já conhecidas sobre a área; Valorizar o conhecimento de integrantes do contexto da área de estudo.
<i>Fontes de dados secundários</i>	Privilegiar abordagens que tratem da realidade local e regional. Consultar anuários e revisões bibliográficas.
<i>Fontes de dados terciários</i>	Localizar indicadores em bibliotecas e centros de documentação; diretórios, catálogos comerciais.

Elaboração: FERRARI, J. (adaptado de STROHAECKER, T. M., 2007).

3.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica implica em um conjunto ordenado de procedimentos na busca por soluções, atentos ao objeto de estudo, que reforçam o referencial, possibilitando a compreensão dos fenômenos em análise, e que, por isso, não pode ser aleatório (LIMA; MIOTO, 2007). A pesquisa bibliográfica é uma fundamentação teórica para o objeto de estudo, contribuindo com elementos que subsidiam a análise futura dos dados obtidos. Ela viabiliza o acesso a informações, possibilitando o uso de dados dispersos em diversas publicações, facilitando também na construção, ou na melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo proposto, já que esta envolve a leitura de diversos posicionamentos a cerca de um mesmo problema (GIL, 2011).

Nesta primeira etapa a pesquisa bibliográfica possibilitou toda construção metodológica, que resultou de resumos, fichas de leituras, ensaios teóricos-

metodológicos. Os ensaios mais consistentes construídos foram de geomorfologia, da teoria e métodos geográficos, da geografia urbana, e do estudo da paisagem. Estes subsidiaram toda construção conceitual e metodológica. Ainda, a pesquisa bibliográfica embasou o reconhecimento da área de estudo e a caracterização do meio físico, a fim de criar bases para caracterização regional da área. Para isso compilou-se os principais trabalhos da área de estudo e de sua região, com abordagens desde a geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia, até pesquisas de contexto socioeconômico e histórico. A realização do levantamento de dados bibliográficos do contexto geomorfológico regional, e também dos processos relacionados à ocupação e apropriação do meio físico foram relevantes nessa etapa. Isto ocorreu com base em livros, teses, dissertações, artigos, entre outros meios bibliográficos, buscando complemento em estudos anteriores. Ou seja, uma primeira fase de aquisição de dados.

As bases consultadas foram as bibliotecas das universidades (UFSM, UFRGS, USP, UNESP, entre outras), periódicos, relatórios da Prefeitura Municipal de Santa Maria, materiais do Instituto de Planejamento de Santa Maria (Iplan), relatórios do IBGE, materiais da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul (FEE), Câmara de Vereadores de Santa Maria, Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul, Biblioteca Pública do Estado e Casa de Memória Edmundo Cardoso.

A partir dessa exploração da literatura buscou-se ampliar o conhecimento e domínio sobre a área, e com isso foi possível definir e compilar as informações julgadas mais relevantes na compreensão da dinâmica natural do sistema físico e da dinâmica resultante da interação com as intervenções antrópicas. Um dos objetivos também proposto para essa etapa foi o de contextualizar brevemente a compartimentação geológico-geomorfológica de Santa Maria, e como resultado e síntese desse processo tem-se o capítulo IV, “Caracterização Regional da Área”.

3.2 Pesquisa Documental

A pesquisa documental refere-se ao levantamento de dados secundários. Concentrou-se na busca por dados que contribuíssem para a análise espaço-temporal da pesquisa. O recurso para pesquisa documental foi o levantamento de dados históricos e o levantamento de material cartográfico e fotografias aéreas. Esta fundamentou o reconhecimento das fases de desenvolvimento de Santa Maria, do

modo como a cidade se estruturou economicamente e das políticas nacionais e regionais implementadas, que foram fundamentais no processo de entendimento das transformações e na percepção de como cada iniciativa refletiu a nível local.

Moura (2011) relata que os registros históricos são uma expressão das relações socioeconômicas do território, visto que revelam a dinâmica e as alterações do meio físico pela sociedade, podendo ser também um indicativo da qualidade ambiental. Assim, considerando que essa foi uma investigação da dinâmica e da história cumulativa das intervenções decorrentes da urbanização, aplicaram-se os seguintes procedimentos sugeridos: pesquisas sobre registros fotográficos e documentos cartográficos antigos, bem como outros documentos importantes que revelam as formas de apropriação do meio físico e suas alterações, tais como as plantas dos loteamentos, os processos de licitação e construção de estradas, pontes, reservatórios, entre outros; reconhecimento do uso da terra, apresentando a evolução das diversas formas de uso numa determinada série temporal, a partir de recursos de escala e/ou resolução compatível com a escala de análise.

Com tais procedimentos, também baseados na cartografia evolutiva e retrospectiva, esperou-se distinguir as áreas onde a intervenção antrópica ainda não alterou o ambiente de forma mais intensa daquelas onde a intervenção humana causou transformações consideráveis, investigando também a morfologia original. Os projetos e relatórios, por exemplo, proporcionam o conhecimento das datas e dos trechos que ocorreram obras de um modo geral, retificações, alterações no leito, abertura de ruas, canalizações, entre outras.

Os livros e revistas podem conter ações mais pontuais e representativas, também evidenciando as datas e às vezes trazendo fotografias e relatos de personagens importantes no contexto das decisões de planejamento da época. Já as ortofotocartas, as fotografias aéreas, folhas, cartas e plantas, permitem a visualização das mudanças ao longo dos anos. Mudanças como a ampliação da área urbana, as mudanças de curso do arroio, entre outras alterações físicas visíveis aos olhos do observador.

Essa etapa e a anterior possibilitaram a seleção do segmento temporal para análise, levando em consideração a disponibilidade de dados, e deram origem aos capítulos IV, V e VI desta pesquisa. Foram levantados e consultados diversos materiais (Quadro 3, 4 e 5). Assim, definiu-se que as imagens utilizadas para análise seriam as 1979/1980, 1992 e 2013, por estarem disponíveis e em boa escala para interpretação.

Quadro 3 – Exemplo de material documental levantado.

TIPO DE MATERIAL	DATA	DESCRIÇÃO	ACERVO
Projeto	1905	Planta Geral do Projeto de abastecimento de água de Santa Maria da Boca do Monte. Escala 1:4.000	Mapoteca SOP
Projeto	1918	Planta Plano de Melhoramentos de Santa Maria, elaborado por Saturnino de Brito. Escala 1:2.000	Casa de Memória Edmundo Cardoso
Relatório de Obras	1969	Primeira obra no arroio Cadena, Programa Cura I, Projeto Sinuelo, com observações do Plano Diretor de Santa Maria, de 1969. As obras tiveram início em 1979.	IPLAN
Relatório de Obras	1984/1985	Drenagem do arroio Cadena, com correção e alteração do traçado do leito na Vila Oliveira, Natal, Lídia, até a Vila Renascença. Obra do convênio entre PMSM e DNOS.	IPLAN
Livro	1957	Álbum Ilustrado Comemorativo a Emancipação de Santa Maria.	Biblioteca Pública do Estado
Revista	1962/1963/1993	Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Santa Maria.	Arquivo Histórico Municipal de Santa Maria
Livro	1943	Projetos e Relatórios. O Saneamento de Santa Maria, Cachoeira, Passo Fundo, Rosário e Cruz Alta.	Casa de Memória Edmundo Cardoso

Elaboração: FERRARI, J.

Quadro 4 – Exemplo de material Cartográfico levantado.

TIPO DE MATERIAL	DATA	DESCRIÇÃO	ACERVO
Ortofotocartas	1966	Escala 1:2.000, com 25 ortofotocartas. Material analógico.	IPLAN
Ortofotocartas	1979	Escala 1:2.000, com 49 ortofotocartas. Material analógico.	IPLAN
Ortofotocartas	2013	Escala 1:1.000, com 718 ortofotocartas. Material digital.	IPLAN
Fotografias aéreas	1964	Escala 1:60.000	Fototeca Geociências UFRGS
Fotografias aéreas	1979/1980	Escala 1:15.000	IPLAN
Fotografias aéreas	1992	Escala 1:10.000	IPLAN
Folha	1959	Escala 1:50.000	Fototeca Geociências UFRGS
Folha	1976	Escala 1:50.000	Fototeca Geociências UFRGS
Carta	1990	Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria – Escala 1:25.000	Biblioteca Central da UFSM

Elaboração: FERRARI, J.

Quadro 5 - Plantas de Santa Maria levantadas.

TIPO DE MATERIAL	DATA	DESCRIÇÃO	ACERVO
Planta	1848	Planta de Santa Maria da Boca do Monte	(BRENNER, 1995)
Planta	1849	Planta de Ocupação da Freguesia de Santa Maria	Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul
Planta	1861	Planta da Vila de Santa Maria da Boca do Monte – Escala 1:3.600	Câmara de Vereadores de Santa Maria
Planta	1885	Santa Maria em 1885	(TOCHETTO, 2013)
Planta	1902	Planta da Cidade de Santa Maria	Câmara de Vereadores de Santa Maria
Planta	1914	Santa Maria em 1914	(TOCHETTO, 2013)
Planta	1938	Planta de Santa Maria. Escala 1:5.000	Mapoteca SOP
Planta	1944	Planta de Santa Maria em 1944	Guia Geral do Município de Santa Maria
Planta	1967	Planta de Santa Maria em 1967	Escritório da Cidade

Elaboração: FERRARI, J.

Os materiais adquiridos na Prefeitura Municipal de Santa Maria e suas repartições envolveram alguns processos burocráticos, como a emissão de requerimento com a listagem dos materiais desejados, geração de protocolo e pagamento de guia de recolhimento da Prefeitura para poder solicitar. Só então, diretamente no IPLAN ocorria atendimento onde o encarregado procurava os materiais. No entanto, muitos dos materiais cartográficos não se encontravam disponíveis em meios digitais e o setor não permitia o escaneamento do mesmo nos equipamentos lá existentes, sendo necessário retirar o material e encaminhar em uma gráfica terceirizada. Esse processo envolvia alto custo, já que se tratava de várias folhas em formato A2.

Muitos dos materiais solicitados, como planos e projetos, encontravam-se em

um “arquivo morto” da prefeitura, o qual seria necessária uma pesquisa por parte dos servidores para verificar a existência dos mesmos. Alguns estavam disponíveis para pesquisa mediante agendamento, porém também se encontravam ainda desordenados, já que o setor responsável estava em processo de estabilização, e grande parte do material não estava catalogada. Em alguns outros acervos e bibliotecas encontrou-se o mesmo impasse.

Nesta etapa, assim como na bibliográfica, constatou-se uma falha na centralização de informações. Há uma carência na manutenção dos materiais, na divulgação e universalização destes. Muitas pesquisas e seus resultados gerados ficam retidos com seus autores, isolando a propagação da informação e privando que os dados sejam trabalhados e contribuam com demais estudos e investigações. Quando se trata de material cultural e histórico, ou em geral, de responsabilidade pública há falta de investimentos para conservação, manutenção e catalogação dos mesmos.

3.3 Sistematização dos Dados e Seleção de Indicadores

Nesta etapa a base está na reconstituição da Morfologia Original, na análise dos recortes temporais representativos da produção do espaço urbano e sistematização das mudanças. Estes foram desenvolvidos a partir dos recursos bibliográficos e cartográficos e dos dados levantados nas etapas anteriores. Serviram como base as plantas e as fotografias aéreas, além dos materiais iconográficos, que resultaram na geração de dados e representações cartográficas.

Para o estudo dos efeitos das ações antrópicas no meio físico, foram aplicadas algumas das premissas orientadas por Rodrigues (2005):

- a) observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b) investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c) investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;

- d) empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- e) empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- f) explorar a abordagem sistêmica;
- h) dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
- i) levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;

A análise temporal das alterações no arroio Cadena ocorreu através da projeção de um recorte temporal de 217 anos. Para possibilitar a análise comparativa, foi utilizada a mancha urbana referente a 1801 proposta por Bolfe (2003), o mosaico a partir das ortofotocartas de 1966 criado por Alves (2012) e foram criados mosaicos das fotografias de 1980, 1992 e 2013. A data de 1801 compreenderá ao primeiro estágio de caracterização morfológica, o “Estágio Pré-Perturbação”, correspondente a morfologia original. O material das aerofotografias de 1966, 1980 e 1992 foram denominados “Estágio de Perturbação Ativa”. E o recorte temporal de 2013 e o seu resultado foi denominado “Estágio Pós- Perturbação”, referente a geomorfologia antropogênica, e teve como complementação dados produzidos por Alves (2012) referentes a cobertura do solo em 2011 e registros fotográficos da área referentes a 2011, 2015 e 2018.

3.3.1 Banco de Dados

Devido a disponibilidade, qualidade e escala do material, e coerência com os períodos de alterações no arroio Cadena apontados pela bibliografia e projetos, optou-se por trabalhar com as aerofotografias de três períodos: 1980, 1992 e 2013. Tendo em vista que o Iplan possuía apenas 25 plantas cadastrais (ortofotocartas topográficas) geradas pelo aerolevanteamento realizado no ano de 1966 na escala de 1:2.000, não havendo o material fotográfico do mesmo, e considerando que esse material (Figura 9) não recobria todo o perímetro urbano atual, e excluía grande parte do curso principal do arroio Cadena, concluiu-se que esse não proporcionaria o detalhamento desejado para reconhecimento das feições e da cobertura do solo, e optou-se por não utilizá-lo na geração dos mapas temáticos antropogeomorfológicos. Assim, utilizou-se esse material apenas para complementação de informações históricas da ocupação da área e contextualização da mesma dentro da cartografia

geomorfológica retrospectiva, a partir da edição gráfica e geração de mapa a partir de um mosaico gerado por Alves (2012), e posteriormente processado por Silva (2013) a partir deste mesmo material.



Figura 9 – Exemplo escaneado de uma das 25 ortofotocartas referentes ao levantamento de 1966. A imagem encontrava-se no Iplan, em folhas A2. A aparência “amarelada” demonstra a deterioração gradativa do material com o passar das décadas. Fonte: Iplan.

Utilizou-se de geotecnologias para o processamento e análise de dados. Elas serviram no auxílio da interpretação da área de estudo, que juntamente com o conhecimentos e entendimento adquirido a partir do embasamento teórico, permitiu a análise das alterações e o diagnóstico. Fez parte desse processo a coleta, o armazenamento, a análise e a produção de informações. O uso do *Sistema de Informação Geográfica (SIG)* possibilitou a sistematização de informações de diferentes fontes, que facilitaram a análise e demonstração das formas naturais e antrópicas.

Além dos materiais inicialmente adquiridos e daqueles criados, foram necessárias outras informações. A partir da coleta e análise de aspectos físicos, como bases geológicas, hidrológicas, geomorfológicas, associadas as bases de aspectos

antrópicos, como uso e ocupação e cobertura vegetal, e ainda a bases de setorização político-administrativa (limites, bairros, etc.), foi possível gerar os mapas temáticos apresentados como parte desse estudo. Os dados manipulados encontravam-se em sua maioria no formato *shapefile*. Porém em algumas situações foi necessária a conversão, como no caso de dados em formato *kml* e *spr*. Os materiais que estavam em meio analógico foram digitalizados e georreferenciados.

As fotografias aéreas utilizadas na análise foram obtidas junto ao Iplan, e proporcionam uma visão vertical da área, devido a aquisição ser realizada por aeronaves. O primeiro recorte de análise faz parte do levantamento aerofotogramétrico do voo realizado em 1979/1980, na escala 1:15.000. As imagens deste voo foram fornecidas pelo Iplan, já escaneadas e armazenadas em Cd-Rom, totalizando 172 aerofotogramas. Foram selecionadas imagens sequenciais de três faixas de voo distintas (denominadas FX04, FX05 e FX06), de um total de sete faixas que o voo cobriu, sendo utilizadas dez fotografias deste voo. Conforme o Escritório da Cidade (setor interno do Iplan) o voo realizado entre novembro de 1979 e janeiro de 1980 foi o último levantamento completo do município, até ocorrer um novo levantamento completo em 2013.

O segundo recorte de análise faz parte do levantamento aerofotogramétrico do voo realizado pela Base Aérea do Recife em 1992, na escala 1:10.000. Referente a este voo, foram fornecidas pelo Iplan, já escaneadas e armazenadas em Cd-Rom, 205 aerofotogramas. Foram selecionadas imagens sequenciais de quatro faixas de voo distintas (denominadas 11.000, 20.000, 30.000 e 40.000) de um total de cinco faixas que o voo cobriu, sendo utilizadas 12 fotografias deste voo. A faixa 10.000 foi descartada, pois cobria uma área a montante da área de estudo e, portanto, seus dados não eram de interesse para a pesquisa. Conforme constatado, esse voo não recobriu toda a extensão do município e, portanto, as fotografias não contemplavam o trecho a jusante do canal principal do Cadena e próximo a foz – nas proximidades de parte do Patronato e de toda extensão da Urlândia e Lorenzi. O último recorte de análise faz parte do levantamento aerofotogramétrico de 2013, na escala 1:1000.

3.3.2 Mosaicamento e Georreferenciamento das Aerofotografias

A formação do mosaico se deu a partir da utilização das fotos analógicas, descritas no subcapítulo 3.3.1. Para todas as datas selecionadas não havia o mapa

de voo, nem fotoíndice, então as imagens foram selecionadas visualmente, usando como referência pontos de controle selecionados com base no Google Earth Pro.

As fotografias aéreas de 1979/1980 e de 1992 selecionadas tiveram cada uma de suas bordas recortadas e descartadas, para remover *pixels* sem dados e com distorções. As imagens foram cortadas no *software GIMP 2.10.6*. A análise da área de estudo demandou a criação de um mosaico. Para criação do mosaico de 1979/1980 e de 1992 utilizou-se o *software Microsoft Image Composite Editor*, que gerou o mosaico das fotografias aéreas superpostas pelos detalhes que lhes são comuns, permitindo visualizar o conjunto fotografado (Figura 10 e Figura 11). Assim foi gerado um mosaico semi-controlado, ou seja, uma coletânea de fotos não retificadas, mas de escala homogênea.

A imagem de 2013 foi fornecida pelo Iplan em *Cd-Rom* a partir de um recorte espacial previamente solicitado. Tal recorte foi definido a partir da seleção de uma área um pouco mais extensa da provável planície fluvial ao longo do canal principal do canal, através do *Google Earth Pro*. Esse recorte resultou em uma imagem de 320 *Megabytes (MB)*.



Figura 10 - Mosaico semi-controlado parcial de Santa Maria em 1992. Para sua elaboração foram utilizadas doze fotografias. Elaboração: FERRARI, J.



Figura 11 - Mosaico semi-controlado parcial de Santa Maria em 1980, formado a partir de dez fotografias, em três faixas de voos distintas. Elaboração: FERRARI, J.

O georreferenciamento para adequá-las a base cartográfica foi feito a partir do *ArcGIS® 10.3* usando a ferramenta *Georeferencing* do *ArcMAP* com a seleção de quatro pontos controle e, novamente, do *Google Earth Pro* como referência para esses pontos e definição das coordenadas em *Universal Transversa de Mercator (UTM)*. Ou seja, esse processo consistiu em amostrar uma nuvem de pontos e definir para cada um deles as informações do sistema de coordenadas. A definição das informações foi executada com o uso do *mouse*, através do referenciamento dos pontos correspondentes na base cartográfica. Não foi realizado o processo de ortorectificação

das imagens digitalizadas (pela complexidade de realizá-lo quando não há informações complementares sobre o voo, já que os parâmetros da câmera interferem), mantendo as distorções geométricas inerentes¹⁹ as imagens. Portanto utilizou-se a imagem bruta. O mesmo processo foi repetido com as fotografias de 1992. O sistema de coordenadas da base cartográfica utilizada foi o *SIRGAS2000*, fuso 22S.

3.4 Interpretação e Processo Cartográfico

Nesse mesmo contexto metodológico, seguiu-se algumas etapas para execução da interpretação e do mapeamento geomorfológico, como: análise das cartas geológicas e análise da carta topográfica. Para então elaborar os mapas temáticos, os mapas de elementos do relevo a partir de recursos de um período histórico que permitisse a identificação das feições de relevo com suas características morfológicas praticamente originais e que, a partir de tecnologias recentes, permitisse a identificação das alterações na morfologia original (a antropogeomorfologia). Materiais geotécnicos, de fragilidade ambiental e risco de inundações e acidentes foram analisados para avaliar os riscos²⁰ urbanos associados à combinação de agentes geomorfológicos e naturais. Projetos, iniciativas e propostas de recuperação da área foram pesquisados.

A cartografia evolutiva e retrospectiva foi viabilizada através da utilização da sequência temporal dos aerolevantamentos e das demais fontes de informação resgatadas. Como recurso, utilizaram-se ampliações através de fotocópias e softwares de tratamento de imagens escaneadas, buscando a adequação destas às bases cartográficas.

Para produção dos materiais e considerações finais a base esteve na interpretação das fotografias aéreas resgatadas, onde por meio de recursos disponíveis (equipamentos para aproximação de imagem e melhoria de resolução) pretendeu-se com a fotointerpretação identificar e mapear a área de estudo. Trabalhou-se com a fotogrametria interpretativa, que objetiva o reconhecimento e identificação de objetos e fenômenos, e a classificação do seu significado. Isso através

¹⁹ As coordenadas de projeção (XP, YP) contém erros e distorções inerentes ao relevo.

²⁰ É a probabilidade de ocorrer consequências danosas ou perdas (sociais) esperadas como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local.

de uma análise taxonômica, sistemática e cuidadosa de fotografias (TEMBA, 2000). É a extração de informação qualitativa dos objetos fotografados, através da observação da paisagem. A motivação foi a de identificar o ambiente, um processo que vai além de simplesmente identificar objetos individualmente. Ou seja, buscou-se tentar compreender e desvendar a dinâmica existente no recorte temporal registrado na fotografia.

Esse entendimento da paisagem é constituído por um observador e seu ponto de vista. E o resultado tem interferência direta desse observador. Portanto, é necessário um preparo para manipulação das fotografias. Nessa pesquisa a capacitação se deu através da realização de leituras e exploração de muitos estudos anteriores relacionados a esse método e abordagem técnica, e através da realização dos procedimentos que serão apresentados na sequência desse capítulo, de modo a familiarizar o pesquisador com os critérios da observação e diminuir a subjetividade da interpretação (PANIZZZA; FONSECA, 2011).

No roteiro metodológico se incluiu os questionamentos orientados por Panizza e Fonseca (2011, p. 37) para realização do procedimento:

- ❖ Quais são as principais categorias de objetos presentes na paisagem? (classificados em grandes unidades temáticas).
- ❖ Dos objetos presentes na paisagem, quais são os mais significativos para o estudo?
- ❖ Qual é a localização e a distribuição desses objetos?
- ❖ Os objetos identificados possuem tonalidades e texturas distintas?
- ❖ A organização dos objetos observados denota estruturas diferentes?
- ❖ Quais seriam os elementos explicativos para a localização das estruturas espaciais identificadas?
- ❖ Qual legenda representa as estruturas espaciais identificadas?
- ❖ Quais seriam os mecanismos explicativos de tais estruturas espaciais?

A primeira etapa é chamada de identificação (ou foto-identificação), que nada mais é do que a leitura da imagem. Nesse momento o pesquisador relaciona o objeto em observação com outro conhecido.

O método de fotointerpretação escolhido como técnica de exame das fotos foi o da foto-dedução, que define a segunda etapa dos procedimentos da fotointerpretação. Esse método foi escolhido por se tratar de uma abordagem de avaliação geomorfológica da área, dos processos responsáveis pela sua formação e

o seu estágio de desenvolvimento. Essa técnica combina a análise do material fotográfico com o domínio sobre a área, e induz o pesquisador a desenvolver processos mentais dedutivos ou indutivos. O número de aspectos expressivos usados na interpretação vai variar conforme a escala da fotografia, qualidade (resolução, nitidez, contraste), da tonalidade da fotografia, e da associação dos aspectos.

A terceira etapa é representada pela interpretação, onde enfim o observador cria correlações entre os elementos identificados e determinados, e elabora suas hipóteses interpretativas. Entre os fatores básicos orientados como elementos de reconhecimento estão (TEMBA, 2000; PANIZZA; FONSECA, 2011):

- ❖ *A forma* – refere-se a geometria do objeto, que é o fator importante na identificação visual;
- ❖ *O tamanho* – onde objetos com forma idêntica podem ser distinguidos pelo tamanho relativo. Varia conforme a escala e resolução. Pode tornar possível distinguir uma voçoroca de um sulco de erosão;
- ❖ *O padrão* – combinação de detalhes ou formas tanto naturais como construídas pela ação antrópica. Ou seja, o arranjo espacial de aspectos geológicos, topográfico ou de vegetação, que quando incorporados à fotografia como elementos de reconhecimento de padrão se tornam uma textura fotográfica. A rede de drenagem é um dos exemplos de elementos mais importantes do padrão, e representa o modelamento da superfície pela ação hídrica, tendo como outros fatores de influencia o relevo, a forma e a estrutura;
- ❖ *A textura* – lisa ou rugosa, homogênea ou heterogênea. Indicada também pela frequência da mudança de tonalidade dentro da imagem;
- ❖ *A tonalidade* – representada pela medida da quantidade relativa de luz refletida por um objeto. São usualmente gradações do cinzento.

O processo interpretativo tem como resultado um produto que depende combinação dos fatores acima citados, somado à influência do fotointérprete, o propósito da fotointerpretação, às fotografias disponíveis, ao instrumental utilizado, à escala e prescrições do mapa, e à correlação terrestre e com outros levantamentos existentes (bibliografia, mapas, etc). Tratando-se de fotos analógicas, não foi possível aplicar recursos de mapeamento por classificação automática, já que não era possível separar a informação espectral.

A alternativa técnica foi a vetorização manual das imagens, através da construção de linhas e polígonos. Essa vetorização manual consistiu em definir pontos

ou sequências de pontos para geração de formas como ponto, linha, polilinha ou polígonos, através da intervenção do pesquisador que opera o software indicando as posições que devem ser catalogadas e as coordenadas apropriadas para tais formas. A qualidade do produto gerado com essa técnica depende particularmente da habilidade de interpretação e do preparo de quem manipula o software. O conhecimento e domínio das formas e características existentes na área facilitaram esse processo, e foi essencial na validação e identificação dos objetos. Ou seja, a familiaridade com a paisagem da área de estudo, o domínio dos arruamentos existentes, dos bairros, bem como das suas características ambientais física e biológicas foram e são fundamentais.

Visualmente utilizou-se padrões como geometria, textura e tonalidades de cinza para as imagens de 1980 e 1992. Na interpretação e mapa gerado a partir das fotografias de 1980, em escala 1:15.000, o detalhamento alcançado foi menor. Ainda, nestas imagens o reconhecimento do curso original do arroio foi dificultado, já que as mesmas já se encontravam escaneadas, e algumas estavam “riscadas” (Figura 12), por uma tinta azulada que contornava os traços das drenagens. Infelizmente dano ao material histórico foi cometido por alguém que acessou fisicamente o material original anteriormente.

Já para o recorte de 2013 as informações estavam registradas em cores (bandas) com resolução de 10cm, permitindo a interpretação de modo mais fiel às formas existentes, sendo facilitado o reconhecimento das geometrias, texturas e tonalidades pelo contraste das cores, e possibilitando a geração de produtos em escalas de detalhe, já que a base cartográfica obtida era em uma escala de 1:1000, e o sistemas de coordenadas SIRGAS 2000.



Figura 12 – Aerofoto integrante da Faixa 05 do levantamento de 1980, com marcas de uso em azul, e antes de efetuado o recorte das bordas. Fonte: IPLAN.

A interpretação levou em consideração o arruamento, densidade de construções, a continuidade, identificando os padrões visuais e de formas, principalmente em áreas de efetiva ocupação urbana (Quadro 6). Os produtos finais foram representados graficamente, e isso permitiu uma interpretação detalhada e descritiva da dinâmica socioambiental, de ocupação e expansão do território, e das formas que essas alterações se concretizaram nas compartimentações relevo.

Quadro 6 - Informações levantadas e cartografadas.

MORFOLOGIA	USO URBANO DA TERRA	PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS	LEVANTAMENTOS COMPLEMENTARES
<ul style="list-style-type: none"> - original preservada - original semi-preservada - antropogênica (cortes, arruamentos, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> - superfícies expostas - áreas construídas - edificações e pavimentações - presença de cobertura vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> - evidências morfológicas de processos morfodinâmicos 	<ul style="list-style-type: none"> - aspectos das formações superficiais - Identificação das dinâmicas socioeconômicas locais - estágios de consolidação urbana

Elaboração: FERRARI, J. (adaptado das orientações metodológicas descritas por LIMA, 1990).

Através da incorporação de recursos e ferramentas da cartografia de detalhe foram utilizadas as metodologias de produção cartográfica desenvolvidas por Ross (1990). Os dados de entrada, os processamentos necessários e a geração dos produtos foram realizados no *ArcGIS® 10.3*, um SIG que oferece uma estrutura eficiente de softwares para geoprocessamento. Dentre estes se utilizou o *ArcMAP*, que possibilitou criar, importar, editar, recortar (*clip*), exportar (*export*), converter formatos, buscar, mapear e analisar informações geográficas. Por não existir padronização nos materiais resgatados, considerando que são de tempos históricos diversos, houve a dificuldade para o georreferenciamento desse material, trazendo como alternativa a produção prévia manual e sem uso do SIG para o mapa da Geomorfologia Pré-Urbana.

As bases geomorfológicas, levantadas nas etapas anteriores, foram processadas, possibilitando a contextualização geomorfológica de Santa Maria (capítulo IV) e o mapa de sua compartimentação. Foram compilados mapas de Bolfe (2003), Dal'Asta (2009) e Alves (2012), onde suas bases possibilitaram maior detalhamento cartográfico nos mapas gerados. Através da elaboração mapa de compartimentação geomorfológica foram apresentadas as Unidades Morfológicas (3º táxon), retratando um aspecto posterior ao que esculpiu a Depressão e o Planalto, sendo assim mais recentes. Neste mapa também foi retratado o 4º táxon, representado por unidades individualizadas encontradas dentro das unidades do

táxon anterior.

Nesse processo fez-se a filtragem das informações, com o recorte da área de estudo, o arroio Cadena, para geração dos demais materiais visuais. Na interpretação geomorfológica utilizou-se a proposta de Ross (1992), já demonstrada na fundamentação teórico-metodológica. A ênfase para o reconhecimento foi dada para o 4º táxon, e na interpretação para o 5º e 6º táxon, onde estariam representadas as feições antropogeomorfológicas. Ou seja, feições ocorrendo diretamente em unidades morfoesculturais específicas, alterações em formas definidas por um táxon menor.

No 4º táxon a metodologia foi aplicada para o reconhecimento da planície fluvial e dos terraços fluviais do canal principal do arroio Cadena. No 5º táxon a metodologia foi aplicada objetivando o reconhecimento dos demais elementos da planície fluvial, considerando que é onde melhor se manifestam os processos erosivos ou de esculturação. Ou seja, nas formas presentes na planície se manifestarão, e estarão representadas nos mapas temáticos os processos de erosão e /ou deposição.

Por fim, na interpretação e representação do 6º táxon está a maior concentração de formas e processos morfogenéticos induzidos pela ação antrópica. Para isso nesta etapa foi necessária uma interpretação de detalhe, identificando formas atuais e menores, como ravinas, voçorocas, cortes, aterros, assoreamento, deslizamentos, e outras formas de derivação humana. Também se aplicou os preceitos e conceitos da cartografia de detalhe utilizados por Lima (1990), os quais servem como parâmetro para a leitura dos efeitos e mudanças da intervenção urbana em sistemas geomorfológicos.

A análise do canal principal do arroio Cadena, a partir do material documental e cartográfico coletado, contemplou informações referentes às alterações antrópicas nas feições e na dinâmica do canal, denominadas como antropogênicas. O reconhecimento das feições ocorreu de forma interpretativa visual, utilizando como recurso pontos de referências comuns nos recortes temporais para embasamento comparativo das áreas. Nesta etapa também houve contribuição dos recursos documentais e bibliográficos.

Para identificação e delimitação dos modelados representados no mapeamento, trabalhou-se com os conceitos propostos no Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), sendo estes ampliados para uma escala de detalhe. Os conceitos norteadores foram:

Planície – Área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações

periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial.

Terraço – Acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e consequente retomada de erosão. Ocorre nos vales contendo aluviões finas a grosseiras, pleistocênicas e holocênicas.

A base teórica para a identificação das formas de relevo simbolizadas também foi apoiada no Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009). O mesmo também contribuiu na revisão dos conceitos complementares à interpretação geomorfológica relacionados a rede de drenagem e aos tipos de canais, e no entendimento e conceituação dos processos erosivos.

Para a análise antropogênica se estipulou que essa seria definida por feições de intervenções no curso fluvial, como canalizações, retificações, aterramento e represamentos; atividades de extração, como pedreiras e olarias; feições erosivas, como um processo físico indireto resultante da ação antrópica e desenvolvendo processos como ravinamentos e voçorocas; e também mudanças nos padrões de drenagem e formas de relevo.

Outros critérios de observação para reconstituição da morfologia original e construção da morfologia antropogênica foram: observação e seleção dos períodos com as principais alterações; avanço da ocupação urbana. O resgate histórico e a exploração das informações anteriores as obras no Cadena possibilitaram projetar um cenário pré-intervenção, identificando e pontuando os padrões de relevo e de drenagem predominantes antes da intervenção antrópica.

Os mapas foram elaborados visando, principalmente quando geológicos ou geomorfológicos, sempre apresentar uma legenda esclarecedora dos compartimentos do relevo. Como complemento foram utilizados alguns dados não cartografados, mas que servem bibliograficamente para a percepção e entendimento da área, de seu contexto e sua dinâmica. Ao final esse material elaborado representará uma síntese da pesquisa efetuada, mas antes de tudo será o próprio processo de investigação, um instrumento da pesquisa (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010). As informações levantadas e cartografadas fazem referência à morfologia, ao uso urbano da terra, aos processos geomorfológicos e a levantamentos complementares.

IV - CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA ÁREA

4.1 Panorama Geral de Santa Maria

O município de Santa Maria encontra-se no centro geográfico do estado do Rio Grande do Sul (Figura 13). Instituída pela Lei Provincial nº 400, de 16 de dezembro de 1857, e oficialmente instalado no dia 17 de maio de 1858, denominado “Vila Santa Maria da Boca do Monte”. Em 1876 é elevada à cidade, e atualmente é batizada como “O coração do Rio Grande”, devido a posição central no Estado. Está aproximadamente entre as coordenadas 53°30’22” e 54°19’32” de longitude oeste e 29°20’28” e 30°00’16” de latitude sul, possuindo uma área total de 1.788,129 km², sendo 121,84 km² a área de seu distrito sede.

Destaque entre as cidades médias, atualmente é o quinto município mais populoso do estado (PESSOA, 2017). No ano de 2017 a população estimada é 278.445 habitantes (IBGE, 2017). No último Censo Populacional, em 2010, obteve-se o dado populacional de 261.031 habitantes, representando uma densidade média no município de 145,98 habitantes/km². A estimativa é de que 258.347 habitantes se referiam a área urbana e 12.684 a área rural. Em sua região geográfica imediata²¹ é a de maior população.

Tem as características funcionais concentradas no setor terciário, destacando-se a nível estadual com a prestação de serviços relacionada às seguintes funções: comercial, educacional, médico-hospitalar, entroncamento ferroviário, nó rodoviário e militar-policial. Estas funções englobam a maior parte da população ativa da cidade, com destaque as atividades educacional e comercial. Toda essa sua importância funcional se deve a sua posição central no Estado, e pelas facilidades de conexão com cidades da região, que atrai população destas e ainda abastece os municípios vizinhos com produtos do comércio varejista e atacadista.

²¹ Conforme a divisão do IBGE, composta por Santa Maria e outros 24 municípios.

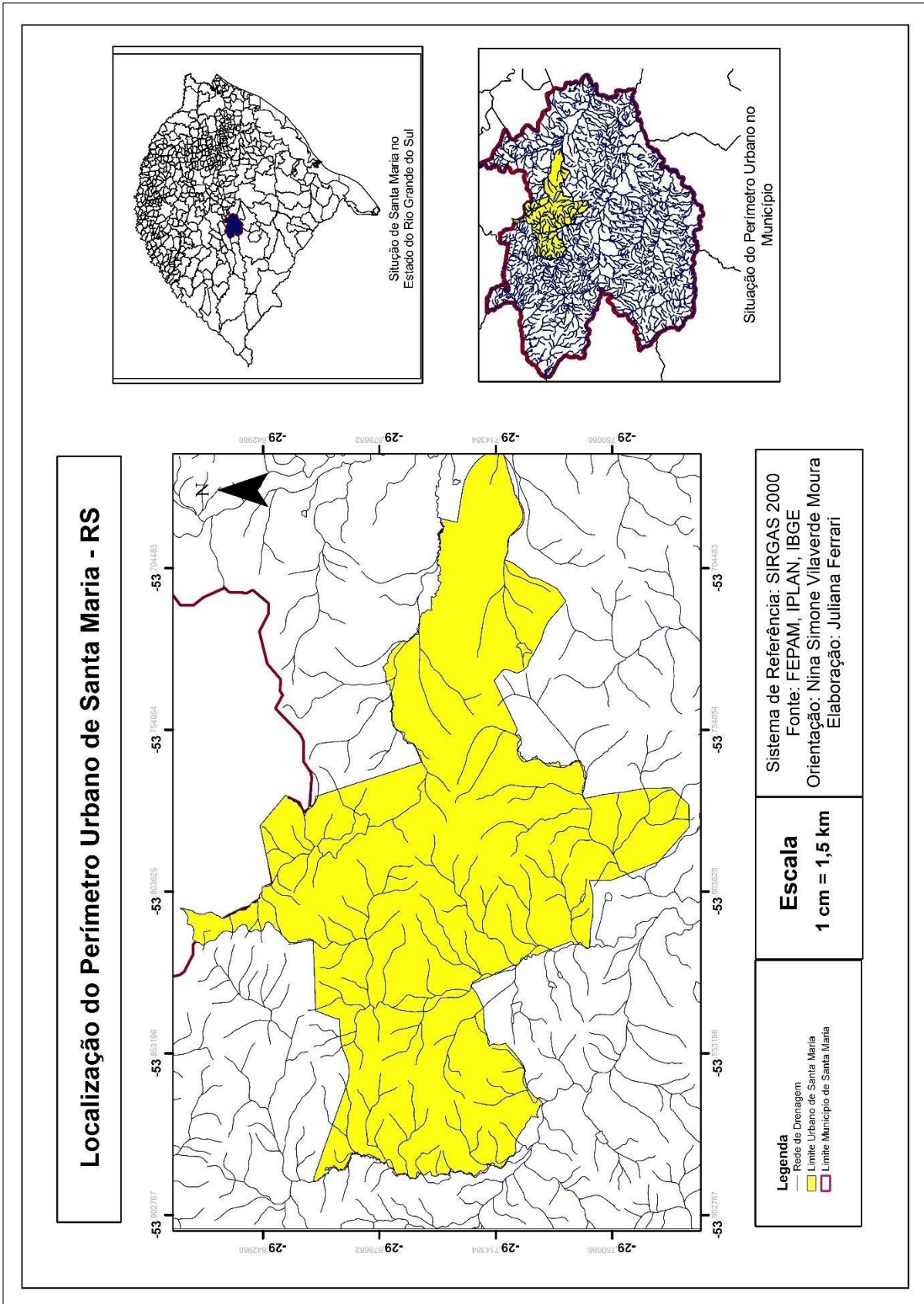


Figura 13 - Situação de Santa Maria e localização do perímetro urbano.
Elaboração: FERRARI, J.

A industrialização em Santa Maria é pouco expressiva e pouco diversificada. Concentra-se em indústrias de pequeno porte, em geral de beneficiamento de produtos agrícolas, mobiliários, metálicos, calçados e laticínios. Estas com localização dispersa, sem caracterizar alguma zona como industrial. Durante o final da década de 1960 e início da década de 1970, com a política de disseminação de áreas industriais no interior do Estado, Santa Maria teve a ideia de criação do Distrito Industrial, a fim de criar mais empregos e movimentar a economia. Consolidou sua instalação em 1975, porém a proposta não atingiu as expectativas (LIMA, B., 2014). A partir do ano de 2009 este voltou a ser pauta, sendo municipalizado depois de um período de inércia. Em 2013 foi criado o Santa Maria Tecnoparque, o qual atualmente conta com aproximadamente 20 empresas, e segue os esforços e investimentos para o desenvolvimento do setor e geração de empregos.

A interiorização do ensino superior no Estado do Rio Grande do Sul teve Santa Maria como pioneira, com a construção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em 1960. Isso possibilitou a descentralização dos investimentos federais (CAMPOS, 2015). Atualmente a cidade conta com sete instituições de ensino superior e nove polos de Educação à Distância (EAD). É considerado o mais importante centro urbano com característica de centro educacional do interior do Estado, atuando como atrativo para estudantes de outras localidades dentro e até mesmo fora do Estado, estabelecendo com isso uma população flutuante.

A presença das universidades também influenciou e ainda influencia nas funções médico-hospitalar, já que contribuem com o desenvolvimento do setor e com a especialização. Outra característica é a presença militar, que faz de Santa Maria possuidora do segundo maior contingente militar do país, com seu estabelecimento reportando a história colonial, imperial e republicana do Brasil.

É relevante trazer o dado de que 30,5% de sua população tem rendimento nominal de até $\frac{1}{2}$ salário mínimo. Esse dado reflete na condição domiciliar, onde 50,9% dos domicílios urbanos não possuem urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio fio). Ainda conforme os dados do IBGE (2017), 82,8% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado.

Dentro do Conselho Regional de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul (COREDE)²² Central²³, Santa Maria representa o polo de maior centralidade exercendo função atrativa regional para empregos, educação, saúde e serviços, e tendo sua estrutura produtiva centrada no comércio e serviços (FEE, 2017). A atividade agropecuária não tem muito destaque, sendo secundária. A produção predominante é primeiramente de soja, seguida pelo arroz, fumo, trigo e milho.

O clima de Santa Maria é subtropical úmido, com verões quentes. Tem suas máximas absolutas geralmente em dezembro, superiores a 40°C, e as mínimas absolutas em junho e julho, inferiores a 5°C, com médias anuais de 22°C (SARTORI, 1979, 1989). Seu relevo influencia diretamente no fluxo de ar e na pluviosidade, causando chuvas orográficas²⁴. É considerada um dos locais mais quentes do Estado. Apresenta precipitações bem distribuídas ao longo do ano, que resultam em redes de drenagem perenes²⁵. É reconhecida pelo seu “vento norte” marcante pela força, porém predomina o vento de leste e sudeste.

4.2 Características do Meio Físico – aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos

A interpretação das morfoesculturas ou unidade geomorfológicas resultam do entendimento das unidades morfoestruturais ou unidades geológicas. Santa Maria está inserida na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná (1º táxon), situada junto ao Rebordo do Planalto Meridional, a qual sustenta as unidades morfoestruturais macrocompartimentadas primeiramente por Müller Filho (1970), e posteriormente por Suertegaray e Fujimoto (2004). Na Figura 14 pode-se observar o município de Santa Maria, visto do Planalto Meridional, enquanto na Figura 15 se visualiza o Rebordo do Planalto.

²² Foram criados através da Lei Estadual 10.283 de 17 de outubro de 1994, com a finalidade de promover o desenvolvimento a nível regional, que visando um agrupamento de municípios, estimulando a organização destes na busca do crescimento socioeconômico da região por meio de projetos, políticas públicas e recursos para satisfazer as necessidades da sociedade.

²³ O COREDE Central comporta 406.712 habitantes (FEE, 2016), distribuídos em 19 municípios, em uma área de 12.395,9 km².

²⁴ Ou chuvas de relevo, pois ocorrem devido a influência deste. Efeito da topografia sobre as precipitações. Resultante de correntes de ar úmido horizontal, quando ao se movimentar paralelamente à superfície encontram barreiras naturais, como encostas de escarpas ou montanhas, e obrigam-se a subir.

²⁵ Drenagem com escoamento de água durante todo o tempo, ou seja, drenagem permanente.

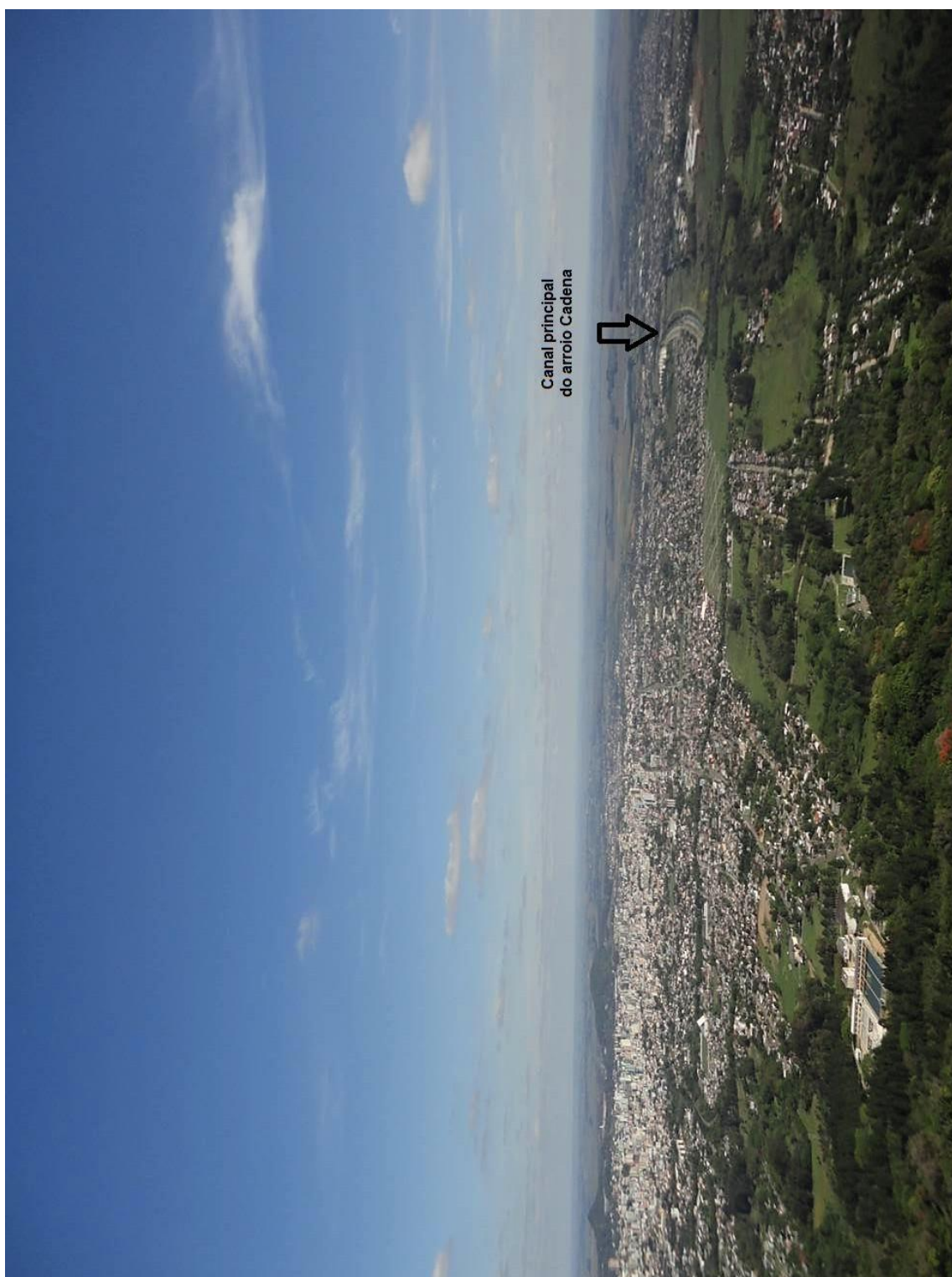


Figura 14 - Vista do município de Santa Maria. Na fotografia, sinalizado com a seta, o arroio Cadena já retificado e gabionado. Registro de 2011. Autoria: FERRARI, J.

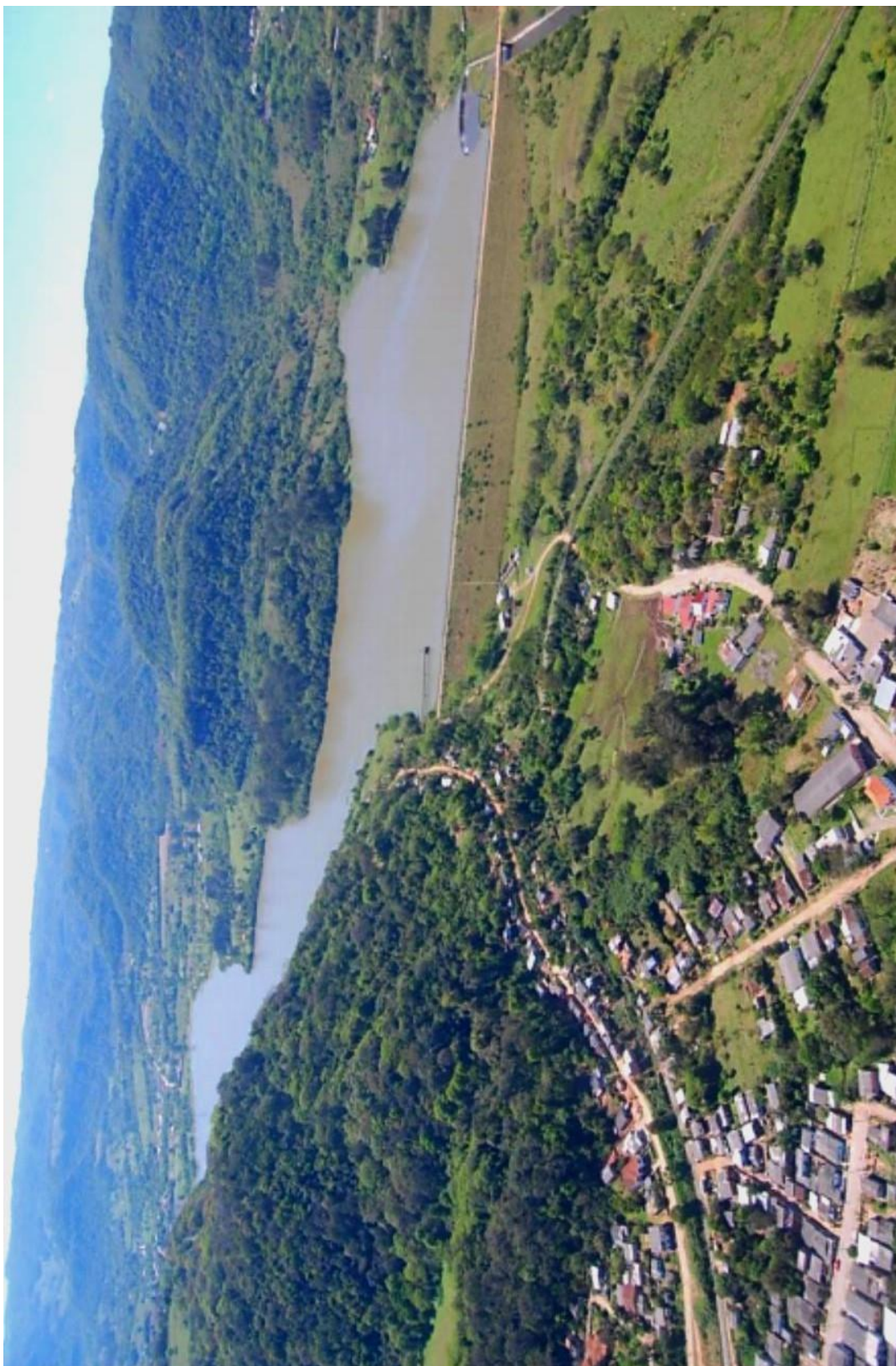


Figura 15 – Cobertura do Rebordo do Planalto. Transição geomorfológica entre a escarpa do Planalto Meridional e a Depressão Periférica no município de Santa Maria. À esquerda visualiza-se parte do Morro Cechela, um dos marcos geomorfológicos que delimita as bacias do Vacacaí à leste e do Cadena à oeste, junto a Barragem do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), responsável por grande parte do abastecimento de água do município. Fonte: Marchiori et. al., 2008.

Conhecer as características dos materiais de origem e seu contexto geológico é fundamental para entender o espaço urbano, sua dinâmica e suas suscetibilidades. Grande parte da área urbana de Santa Maria se encontra sobre as rochas da Formação Santa Maria, com presença de argilas expansivas. A Formação Caturrita também ocupa grande parte da área central da cidade, com presença de arenitos finos a médios, interligados a siltitos arenosos. Esses arenitos finos e siltitos aparecem no leito do curso do arroio Cadena.

A região de Santa Maria se tornou referência na América do Sul em relação a répteis terrestres, a partir das coletas de fósseis que também deram significado sendo um dos relatos pioneiros a presença deste na Formação Santa Maria, tornando a região atrativa para estudos (BORTOLUZZI, 1974). A formação mais antiga encontrada no município é a Formação Sanga do Cabral, que corresponde ao Triássico. Esta é formada por um pacote de rochas sedimentares de origem fluvial, com arenitos muito finos e siltitos, sedimentos arenosos vermelhos, depositados em ambientes fluviais (calha e planície de inundação), que afloram ao sul da sub-bacia do arroio Cadena.

A Formação Sanga do Cabral possui duas fácies, uma tipicamente fluvial, das planícies de inundação, outra lacustre. A região de Santa Maria encontra-se na porção meridional em contato com a Formação Santa Maria ou com sedimentos aluvionares, e ocorre até o arroio Cadena. Apresenta sedimentos típicos da Formação Santa Maria, com topografia suave que faz com que a drenagem desça da escarpa fluindo para tal direção. Nesta formação a drenagem se encrava formando feições erosivas de ravinhas, originando destas as Sangas²⁶. Essas feições são facilmente perceptíveis em fotografias aéreas e de frequente ocorrência nas áreas dessa formação (BORTOLUZZI, 1974).

A Formação Santa Maria é dividida em dois membros (MEDEIROS, 1980), o inferior denominado membro Passo das Tropas de arenitos médios, de cor amarela e rosa. O superior, denominado membro Alemoa, uma sequência de lamitos vermelhos, presente do Passo das Tropas até corte ferroviário da Vila Kennedy. É de origem continental, tendo seus sedimentos sido depositados em condições fluviais-lacustres.

²⁶ Uma ravina, mas não necessariamente formada pela ação do escoamento superficial. Parte de uma condição propícia para ação erosiva, que pode ser resultante de um deslizamento, por exemplo. Ao originar uma feição, a água tende a fazer incisões no terreno deslocado de sua posição original, iniciando o processo de ravinamento e desencadeando e ramificações (RAMBO, 1956 apud BORTOLUZZI, 1974).

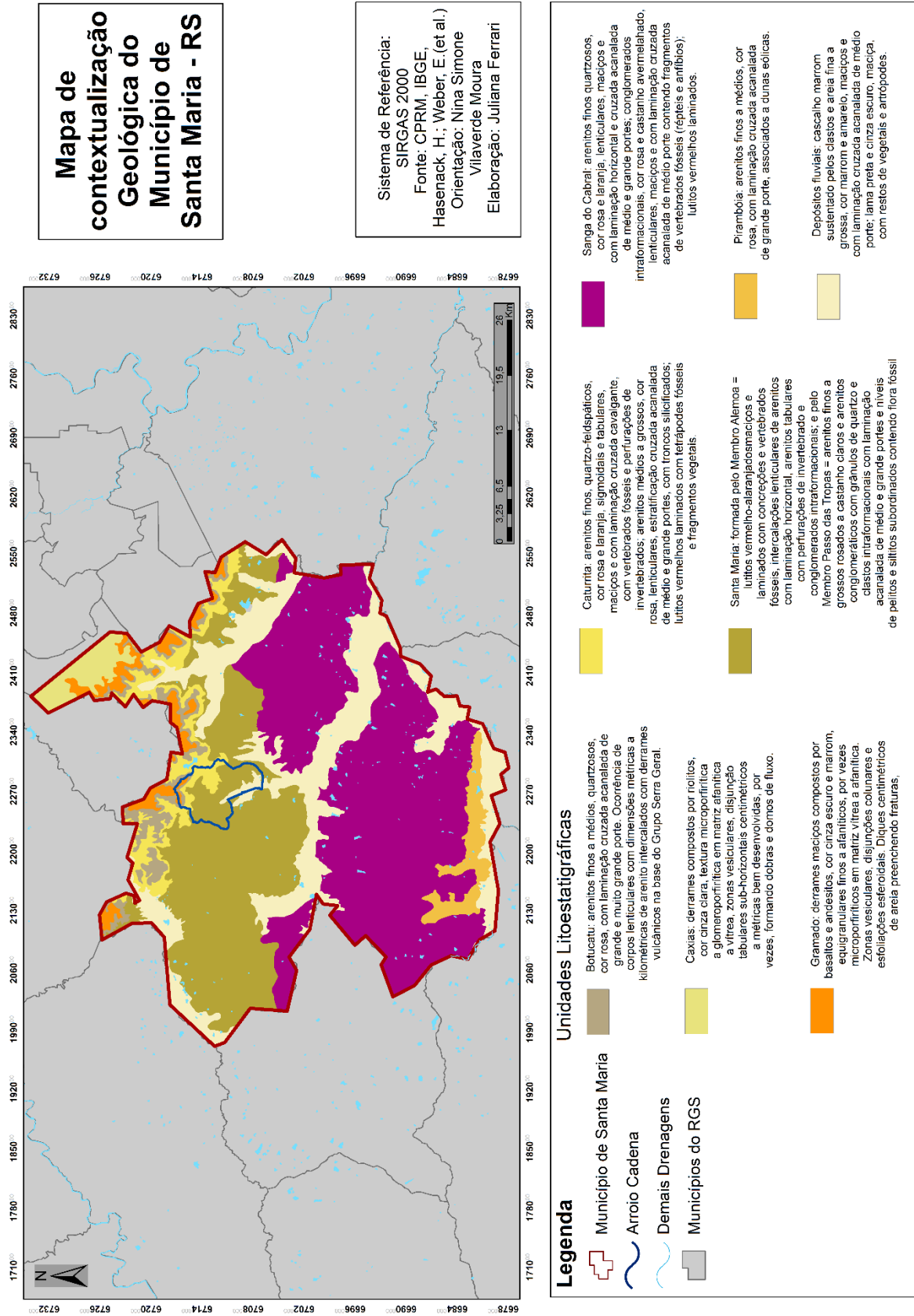


Figura 16 – Litologia do município de Santa Maria. Elaboração: FERRARI, J.

Os derrames basálticos apresentam-se bastante entalhados pelo trabalho erosivo da rede de drenagem do Vacacaí-Mirim e pelos afluentes da margem esquerda do arroio Cadena. Essas drenagens também contribuíram para originar na série de escarpas, que caracterizam Santa Maria, alinhadas em diversas direções, os denominados “Cerros”. Esses marcam o degrau da escarpa em direção ao Planalto. Seus afloramentos são visíveis ao longo de feições erosivas que formam as “Sangas”. A Formação Santa Maria limita-se ao sul pela faixa de sedimentos recentes do arroio Cadena (Figura 17), e ao norte suas últimas exposições são verificadas próximas a escarpa do Planalto, continuamente em contato com sedimentos da fácies fluvial do Botucatu.

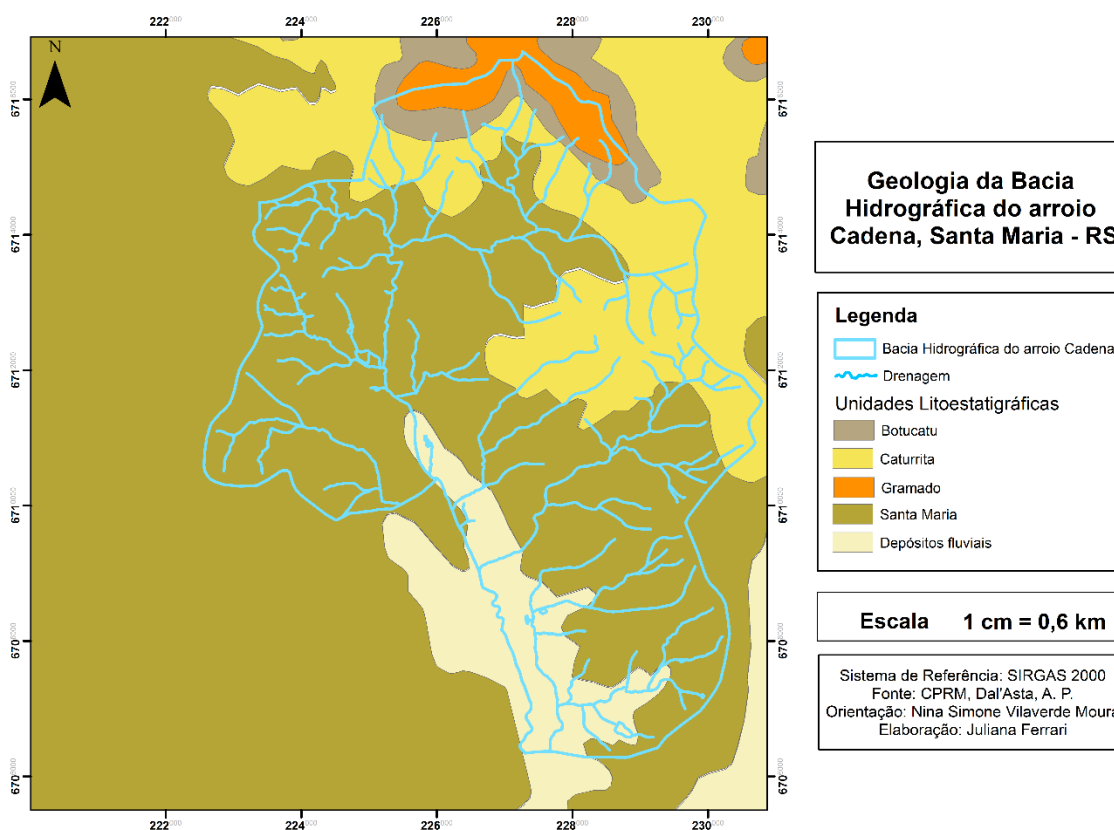


Figura 17 - Contextualização geológica na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. Elaboração: FERRARI, J.

Já a Formação Botucatu limita-se em faixas estreitas do Rebordo do Planalto e nos morros testemunhos presentes na área de transição do Planalto (MEDEIROS, 1980), onde estão as nascentes norte do arroio Cadena. A Formação Botucatu é formada por uma parte inferior de caráter fluvial, e uma superior de caráter eólico. A fluvial compreende arenitos vermelhos a púrpura. Já a eólica é constituída de arenitos

finos vermelhos e amarelos (BORTOLUZZI, 1974). A Formação Rosário do Sul e Formação Santa Maria têm padrão de drenagem dendrítico. Já a drenagem associada à área basáltica da Formação Botucatu tende ao padrão retangular.

Na Formação Caturrita é característica a presença de conglomerados basais, com siltito castanho avermelhado e fragmentos de arenitos avermelhado. Apresenta deposição em condições climáticas úmidas, que deram origem a Formação Santa Maria e persistiram, sendo gradativamente substituídas por condições áridas que resultaram na sedimentação da Formação Botucatu (MEDEIROS, 1980). A Formação Caturrita é composta predominantemente por arenitos de origem fluvial.

Na macrocompartimentação, insere-se entre as unidades morfoesculturais Planalto Meridional e Depressão Periférica Sul-Riograndense (2º táxon), esculpida regionalmente ao norte pelas chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, com relevo caracterizado por apresentar uma topografia suave, com baixas cotas altimétricas, onde se destacam as planícies fluviais, os terraços fluviais e as coxilhas (MICHELON, MARTINS, WERLANG, 2004).

Configura-se uma área muito acidentada, com declividades acentuadas, apresentando-se como área de transição entre o Planalto Meridional da Bacia do Paraná e a Depressão Periférica do Rio Grande do Sul. Na unidade morfoescultural Depressão Periférica apresenta em determinados locais sedimentos aluviais recentes, que escondem depósitos mais antigos de natureza fluvial (SARTORI, 1989). Nesta há baixa variação altimétrica e alongadas morfologias de topos planos ou convexos, compondo encostas suavemente inclinadas.

Tais formas de relevo são denominadas regionalmente como “coxilhas”, e têm sua gênese relacionada aos processos erosivos desencadeados pelas águas drenadas pelos Rio Jacuí (sentido norte-sul) e Vacacaí (sentido leste-oeste), os quais seguem um padrão de drenagem dendrítico²⁷ (GOMES 2013). Apresenta relevo aplainado e coxilhas suaves, com poucos afloramentos e planícies fluviais.

Tem como principais bacias hidrográficas a do rio Vacacaí Mirim (a qual o arroio Cadena integra) e a do rio Ibicuí Mirim. As duas encontram-se inseridas na unidade morfoescultural da Depressão Periférica Sul-rio-grandense, e têm suas nascentes na porção meridional da morfoescultura dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná

²⁷ Também designada como arborescente, por seu desenvolvimento ser semelhante a configuração de uma árvore. Os ramos formados pelas correntes tributárias se distribuem em variadas direções, porém nunca formando um ângulo reto (CHRISTOFOLETTI, 1980).

(NASCIMENTO; SOUZA, 2010).

A dificuldade de acesso a algumas dessas áreas faz com elas permaneçam preservadas com matas, cascatas e penhascos, proporcionando as paisagens mais belas do município. É o caso dos morros testemunhos existentes em Santa Maria: o Mariano da Rocha, o Cerrito, o Cechela e o Santo Antão (PEREIRA, et al., 1989). O trabalho de erosão deu formas aos morros, e onde o relevo residual resistiu a esta erosão permaneceram os morros testemunhos isolados.

A região de Santa Maria está situada praticamente na zona de transição entre a Depressão e a escarpa arenito basáltica do Planalto Meridional. Apresenta substrato formado por rochas sedimentares, associadas, em menor quantidade, a rochas de origem vulcânica (OLIVEIRA, 2004).

A Depressão Periférica Sul-rio-grandense é composta pelo acúmulo de sedimentos do topo do Planalto e de seu rebordo através dos rios. Esses sedimentos são depositados nas planícies aluviais localizadas no sopé e várzeas das áreas mais altas. No Rebordo do Planalto Meridional as características geomorfológicas são heterogêneas, apresentando elevada amplitude altimétrica, declividades acentuadas e a presença frequente de escarpas abruptas. Conforme estudo de Nascimento e Souza (2010), na porção Sul dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná predominam as Formas Denudacionais de Superfícies Planas, com Topos Convexos. Na Depressão Periférica Sul-riograndense predominam as Formas Agradacionais de Planície Fluvial e as Formas Denudacionais de Topos Convexos e de Superfícies Planas. No Rebordo do Planalto da Bacia do Paraná predominam as Formas Denudacionais com Topos Convexos, Aguçados e em formas de Escarpas, com padrão de dissecação elevado (Figura 18).

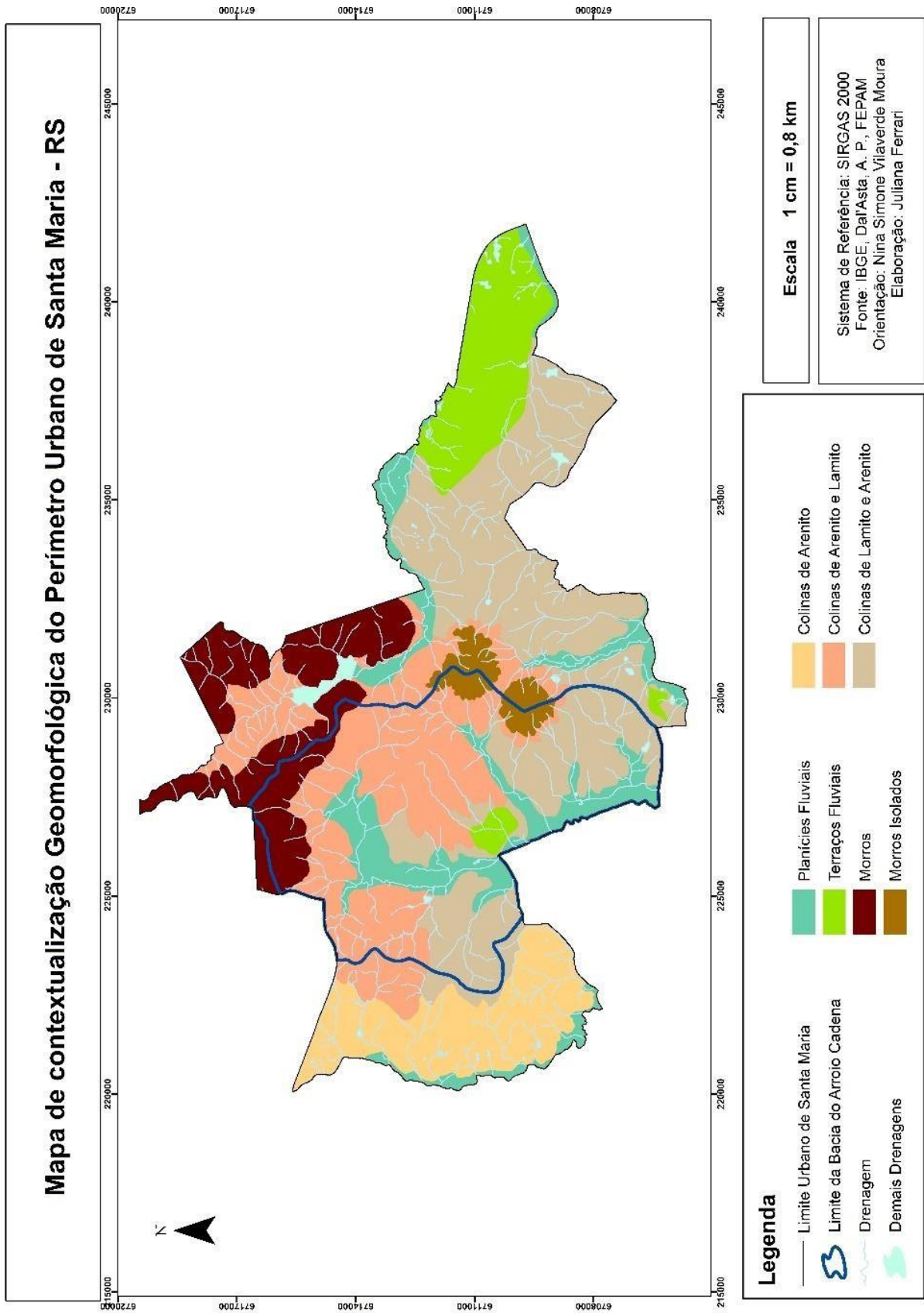


Figura 18 – Mapa Geomorfológico do Perímetro Urbano. Elaboração: FERRARI, J.

O centro da cidade é um divisor de águas, separando a bacia do rio Vacacaí-Mirim (a leste) do arroio Cadena (a oeste) (SARTORI, 1979). A feição do relevo na área de abrangência do arroio Cadena é de planícies modeladas em sedimentos quaternários, com uma topografia plana e sujeita a inundações (Figura 19). Algumas áreas de baixa declividade, como as áreas do Cadena, que tem declividade inferior a 2%, acabam apresentando restrições em relação ao uso e ocupação do solo, sendo que quando ocupadas colocam em risco a população, deixando-a suscetível a inundações se essas estiverem associadas a canais de drenagem (GOMES, 2013). Essas morfologias são muito planas, e predominam em áreas associadas aos cursos fluviais, como a leste, junto ao curso principal do arroio Cadena. Tal dinâmica é presenciada pela população da Vila Oliveira e Vila Lídia, ocupantes das margens do Cadena.

Combinando as informações do mapa de declividade (Figura 20) com os demais dados levantados nesta pesquisa, percebe-se que as áreas de declividade inferior a 2% são as mais propícias a alagamentos e inundações. Já as áreas com declividades superiores a 15% são mais propícias a erosões nesses episódios, devido a velocidade de escoamento.

O relevo do perímetro urbano de Santa Maria, e conseqüentemente de abrangência da área de estudo, é caracterizado pelo Rebordo do Planalto, um relevo residual que é resultante do recuo do Planalto por um fenômeno erosivo circundenudacional periférico (SUERTEGARAY; FUJIMOTO, 2004). As formas representantes desse processo são os morros testemunhos, característicos de Santa Maria. Ou seja, a partir da caracterização geológico-geomorfológica, constata-se que predominam no perímetro urbano de Santa Maria as formas de relevo de natureza genética denudacional, estando manifesto o processo de agradação (acumulativo) apenas no padrão de relevo da Planície Fluvial.

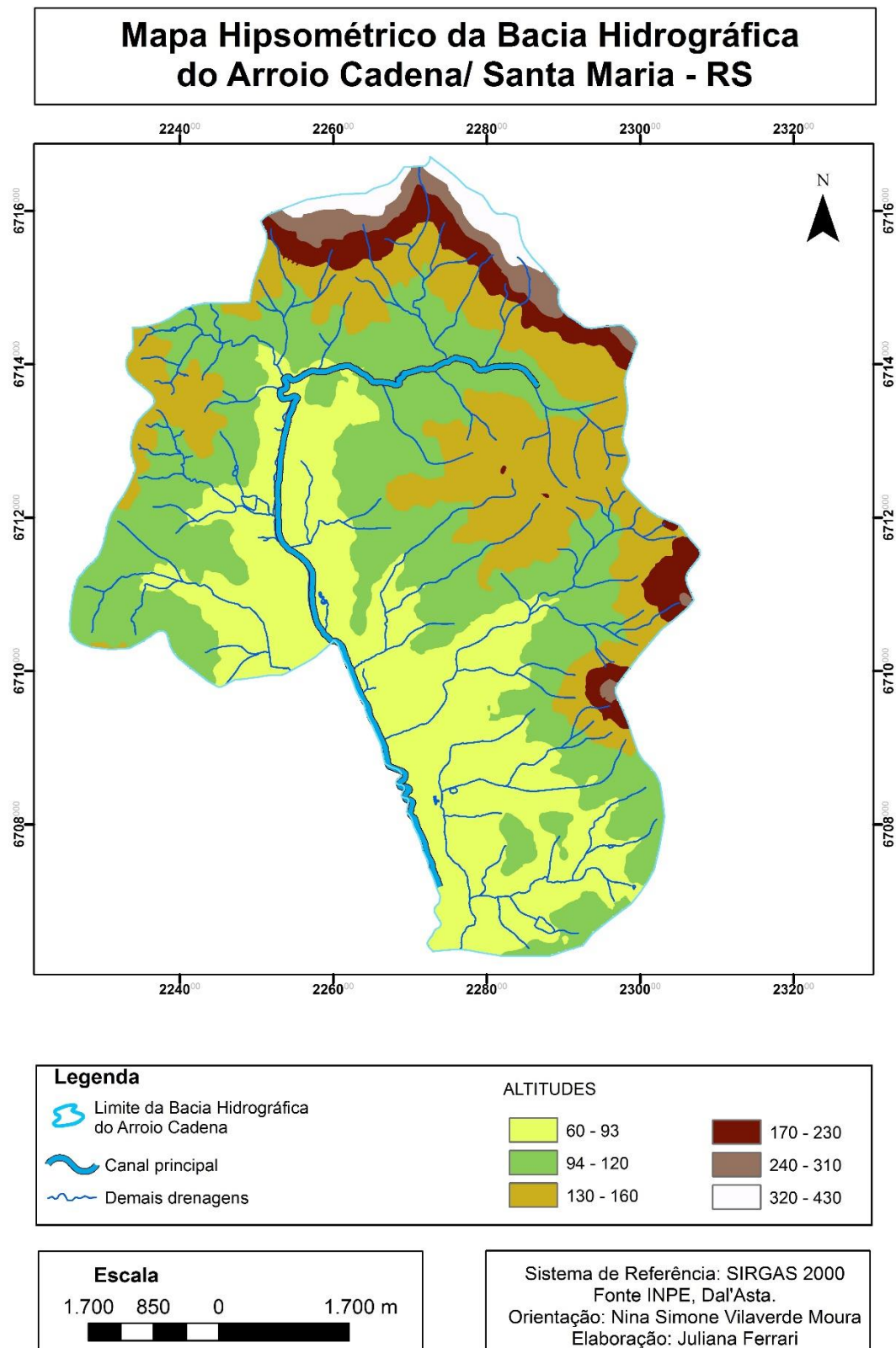


Figura 19 – Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do arroio Cadena.
 Elaboração: FERRARI, J.

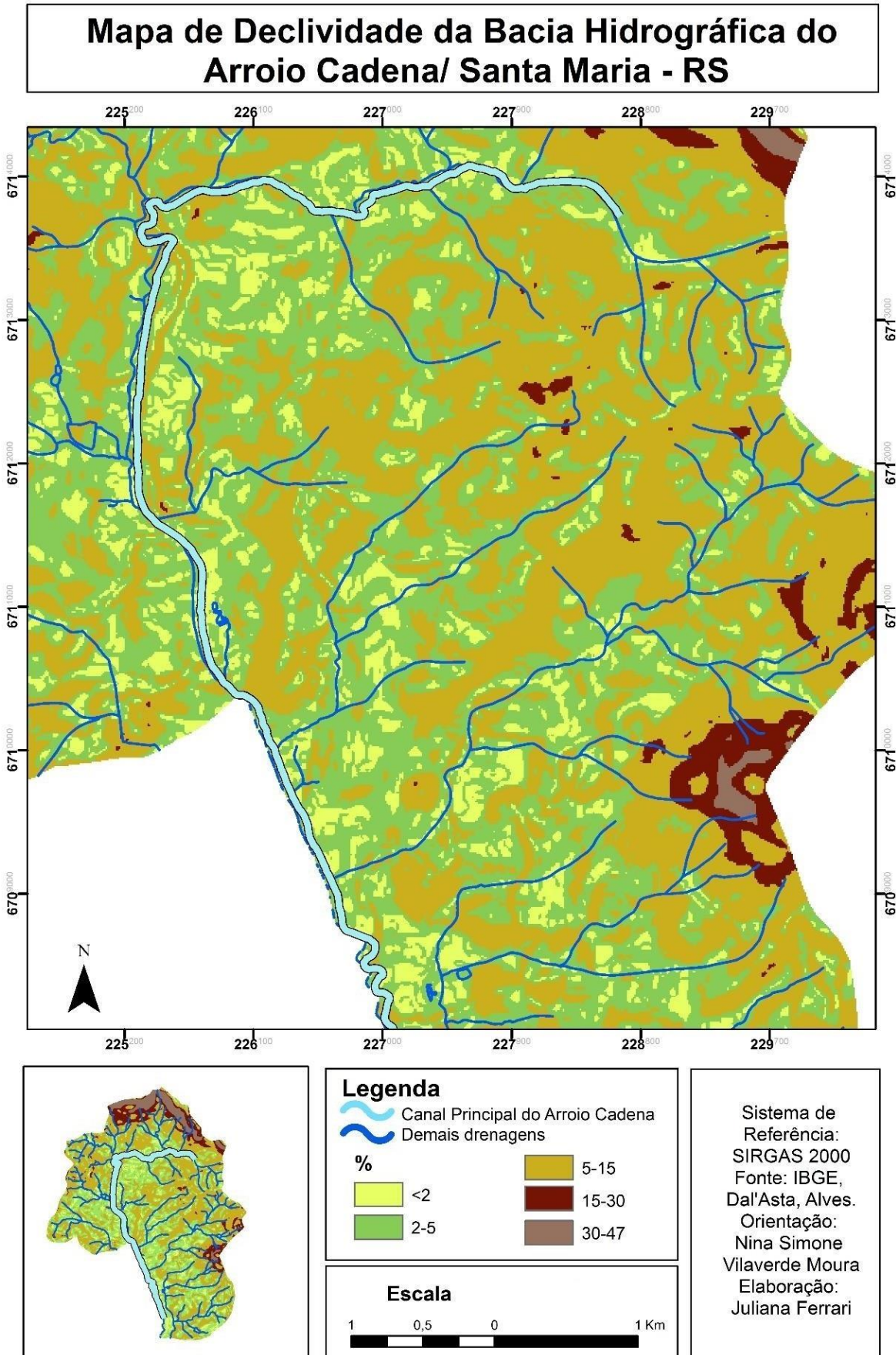


Figura 20– Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do arroio Cadena.
Elaboração: FERRARI, J.

No contexto do arroio Cadena, como já constatado por Oliveira (2004) a relação de áreas de riscos na bacia do arroio Cadena são pouco relacionadas a dinâmica das vertentes, estando predominantemente associadas a dinâmica fluvial os episódios de inundações, alagamentos e erosões. Essa dinâmica fluvial já age sob intervenção antrópica. Esses processos erosivos ocorrem associados a formação Caturrita e Santa Maria, que predominam na área da bacia. As vertentes predominam a leste do perímetro urbano, não abrangendo o recorte de estudo que foi analisado.

Os terraços fluviais associados aos depósitos do arroio Cadena não são vulneráveis a inundações, porém estão em áreas que sofrem processo de degradação (MACIEL FILHO, 1990), tendo assim um processo de erosão característico, apesar de pouco significativo (DAL'ASTA, 2009), que quando ativo atinge os demais canais e áreas inundáveis da bacia hidrográfica. São patamares em forma de degrau, localizados nas encostas, de 10 a 20 metros das planícies recentes. As planícies recentes são mais vulneráveis, estando vulneráveis a escorregamentos, assoreamento e a poluição, devido a sua inconsolidação, alta permeabilidade e baixa profundidade. As variações mais frequentes do nível da água tornam esse solo de característica fluvial mais constantemente saturado, e diminui sua resistência.

Essas áreas são sujeitas a inundações, pois apresentam o lençol freático muito próximo à superfície (ROBAINA, et al, 2002). Como parte dessa dinâmica, os processos de erosão das margens são intensificados, já que se tem como característicos solos hidromórficos²⁸, sujeitos a problemas geotécnicos.

Quanto a pedologia, no município de Santa Maria predomina a ocorrência dos Argissolos (50%), os Neossolos (23,12%) e os Planossolos (14,78%) (EMBRAPA, 2013). No perímetro urbano (Distrito Sede) essa percentagem de área refere-se a 25% Argissolos, 23% Planossolos e 8% Neossolos.

Os Argissolos possuem alta suscetibilidade a degradação se manejados inadequadamente, sendo muito suscetíveis a erosão hídrica de suas camadas superficiais, sendo nesse contexto alta a ocorrência de voçorocas. Os Planossolos são os solos que sofrem maior pressão urbana, visto que ocorrem em ambientes frágeis – como várzeas. Já os Neossolos ocorrem em relevo ondulado a escarpado, no Rebordo do Planalto, apresentando baixo potencial de uso e sendo suscetíveis a degradação ambiental (PEDRON, 2005).

²⁸ Solo naturalmente saturado por água, permanentemente ou em determinado período do ano, independentemente de sua drenagem atual.

Nas margens a jusante no arroio Cadena ocorrem os Planossolos Háplicos (Figura 21), que surgem no plano das várzeas fluviais. Esses são solos minerais imperfeitamente ou mal drenados apresentam permeabilidade lenta ou muito lenta, sendo denominados hidromórficos (PEDRON, DALMOLIN, 2009; EMBRAPA, 2013). Na Depressão Central, em sua parte superior e no trecho inferior das coxilhas, abrangendo grande parte da bacia hidrográfica do arroio Cadena a predominância é dos Argissolos Vermelhos. Se manifestam principalmente em áreas de topo, sendo bem drenados, com boa aeração, e apresentando coloração caracterizada pela presença de óxidos de ferro, sendo neste a Hematita. Os Neossolos Litólicos aparecem no Rebordo do Planalto. Com boa aeração, porém menos desenvolvidos, apresentando um baixo grau de intemperismo. Geralmente são rasos, pouco desenvolvidos (constituídos por material mineral e/ou material orgânico), apresentando contato lítico perto da superfície (PEDRON, 2007). Os Neossolos Litólicos são solos com limitações para plantio e desenvolvimento de vegetações, devido a essa pouca profundidade e a baixa reserva de nutrientes, características que os tornam muito suscetíveis a erosão (EMBRAPA, 2013).

A compactação, a erosão, deslizamentos e inundações podem ser resultantes da ocupação e utilização inadequada do solo, a qual muitas vezes se dá pela ausência de conhecimento do comportamento desses diante dos usos urbanos. Os solos possuem aptidões, limitações, fragilidades e potencialidades. A retirada da mata ciliar e a impermeabilização da área da bacia aumentam o transporte, a sedimentação das partículas do solo, a desagregação e a deposição. Erosões e deslizamentos do solo são processos naturais, porém a ação antrópica acelera tais fenômenos, modificando os processos e sua intensidade. Por isso a necessidade de investigar, compreender e contemplar as particularidades de cada solo dentro da dinâmica de desenvolvimento e planejamento urbano.

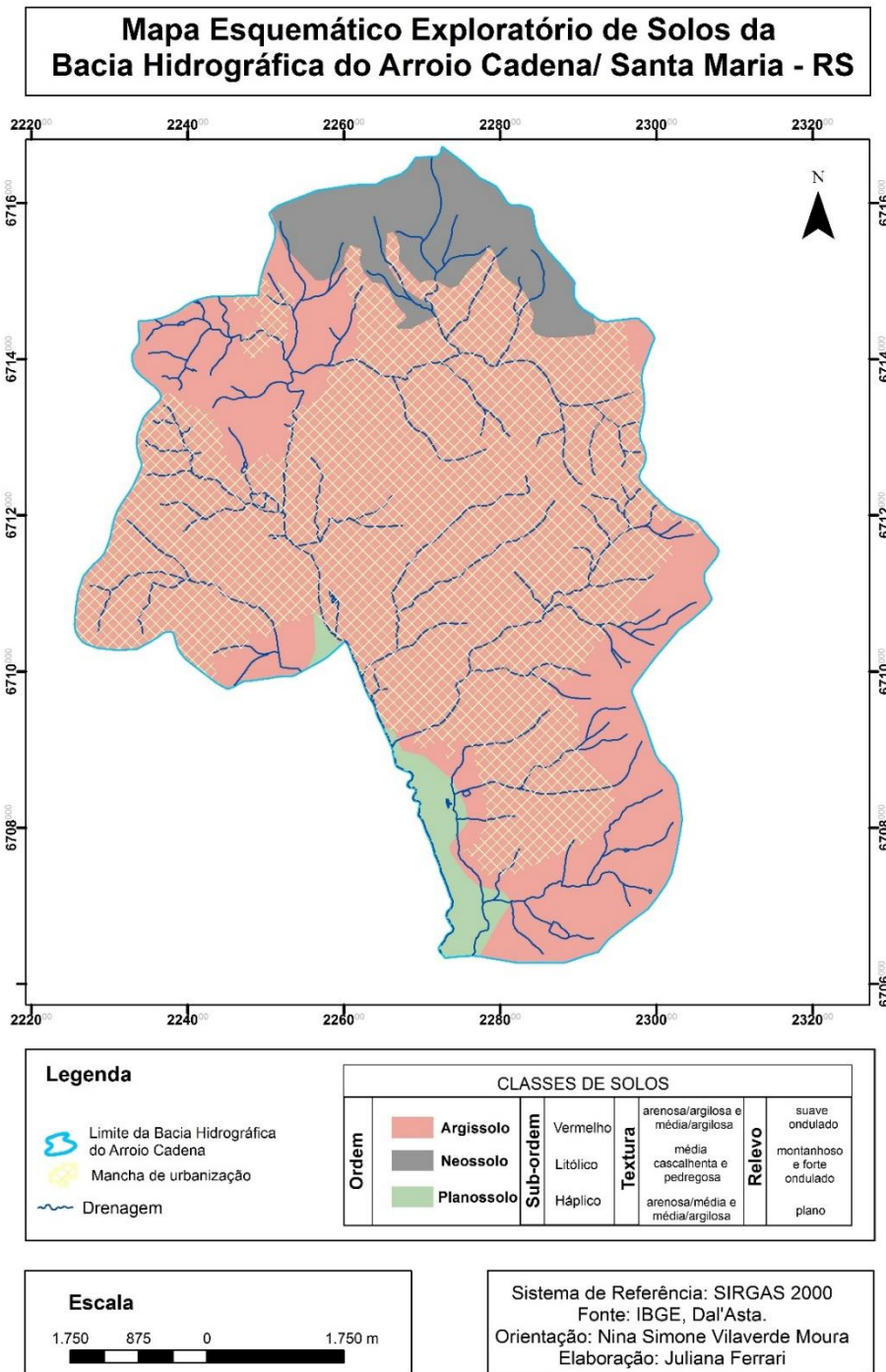


Figura 21 – Contextualização das Classes de Solo predominantes na Bacia do Cadena. Elaboração: FERRARI, J.

V - QUADRO HUMANO, CONDICIONANTES HISTÓRICAS E SOCIOECONÔMICAS

5.1 Síntese Histórica do Processo de Surgimento e Ocupação da Cidade: Santa Maria e seus agentes dinamizadores

Cada geração, ou cada investigador, questiona o passado a partir de suas condicionantes e da sua observação do mundo. As evidências que restaram do passado possibilitam que algumas interrogações sejam supridas e explicações sejam produzidas a partir dessas evidências (RIBEIRO, 2011). Portanto, o resgate e a síntese histórica de Santa Maria (Quadro 7) têm o papel de esclarecer como ocorreu o processo de ocupação da área em estudo, e, assim, contribuir para a compreensão e identificação das alterações nas dinâmicas ambientais ocorridas ou intensificadas por meio deste processo.

Essa reprodução civilizatória, social e histórica também é um meio de reflexão e de auxílio para futuras tomadas de decisões relacionadas ao planejamento e desenvolvimento regional. Dá-se continuidade a esse capítulo trazendo alguns dos principais eventos, condicionantes socioeconômicas e agentes dinamizadores, que interagiram e influenciaram esse processo de expansão urbana sobre a sub-bacia do arroio Cadena.

Quadro 7 – Eventos históricos que influenciaram a dinâmica da cidade de Santa Maria*.

ANO	EVENTO
1797	Acampamento com cerca de 100 pessoas
1801	Povoação
1810	Capela de Santa Maria
1819	Cachoeira é elevada à vila e Santa Maria passa a ser 4º distrito
1826	População aproximada de 2.128 habitantes
1828	Chegada do 28º Batalhão dos Estrangeiros, com soldados alemães

1833	2.300 habitantes
1835	Revolução Farroupilha. 2.905 habitantes
1837	Criada a Freguesia de Santa Maria da Boca do Monte?
1845	Fim da Revolução Farroupilha
1857	Elevada a categoria de Vila
1858	Novo município. Emancipação política em relação a Cachoeira do Sul. 2.290 habitantes
1876	Elevada de Vila para Cidade. Chegada dos imigrantes italianos. 3.000 habitantes.
1879/1881	Instalação da iluminação pública a querosene
1883/1885	Chegada da viação férrea, com estrada de ferro, ligando o interior a capital. Cerca de 3.000 habitantes urbanos
1888	Inauguração da Estação Férrea
1897	Inauguração de iluminação pública a eletricidade
1899	6.858 habitantes urbanos
1900	7.506 habitantes urbanos
1902	Prefeitura cria a Diretoria de Obras Públicas, por meio da Lei orgânica do município
1903	8.256 habitantes urbanos
1905	Cerca de 15 mil habitantes urbanos, com mais de 1.500 prédios nesse perímetro
1910	Surgimento das agências bancárias
1916	30.000 habitantes urbanos
1918	Saneamento iniciado
1920	Primeiros meios coletivos de transporte urbano, chamados pela população de "auto-bonde". 32.700 habitantes urbanos

1929	Conclusão do saneamento
1930	Novo Plano de Expansão
1931	Início da Faculdade de Farmácia
1937	Criada a Brigada Militar do Estado, que pelo histórico no militarismo ganha destaque na cidade de Santa Maria
1941	42.000 habitantes
1950	Principal expansão no entorno do rio principal do catena, com a criação de 5 loteamentos, na área oeste da cidade. 47.904 habitantes.
1953	60.000 habitantes
1954	Criação da Faculdade de Medicina
1960	Criação da Universidade de Santa Maria, hoje Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 83.000 habitantes.
1969	Plano Diretor
1970	Instalação da Base Aérea. 124.126 habitantes urbanos
1980	154.000 habitantes urbanos
1991	196.342 habitantes urbanos
1996	Criação da Universidade Franciscana (UNIFRA)
2001	230.696 habitantes urbanos
2010	248.334 habitantes urbanos

Elaboração: FERRARI, J

*Dados agrupados a partir dos levantamentos bibliográficos, documentais e iconográficos da pesquisa.

Rincão de Santa Maria, Oratório de Santa Maria, Vila Santa Maria, Santa Maria, “Terra da Mãe de Deus”, região com nomes característicos marcados pela influência das Reduções Jesuíticas existentes antigamente ali. Mais tarde Santa Maria da Boca do Monte. Por fim somente e oficialmente Santa Maria, cautela na nomenclatura que

ocorreu após a organização do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IHGSM, 1962). Os primeiros relatos históricos de ocupação estão relacionados aos indígenas tupiguarani que ocupavam com seus acampamentos as margens de rios e arroios da região, utilizando as matas de galeria como refúgio e subsidiando seu modo de vida horticultor (MACEDO, 2012).

A ocupação Ibérica tem início na segunda metade do século XVII, com as Reduções Jesuíticas (BECKER, 1990). Os arroios serviam, historicamente, como ponto de demarcação territorial e de localização. Durante o Tratado de Santo Idelfonso²⁹, estabelecido a partir de 1777 e reconhecido como um dos primeiros registros histórico-geográficos da origem de Santa Maria (Figura 22 e 23), a área era território de um acampamento espanhol se localizava a margem do arroio Ferreira.

A partir do tratado de 1777 o acampamento militar foi estabelecido visando auxiliar nos trabalhos demarcatórios, e desde então a presença militar em Santa Maria tornou-se constante. A posição geográfica favoreceu suas evoluções no contexto geopolítico, fazendo-a se destacar militarmente no Estado. Essa característica militar lhe é atribuída até hoje na cidade e na segurança nacional.

Um segundo acampamento estava a margem do arroio Cadena³⁰, este português (BELÉM, 1989). A água era necessária para manutenção do acampamento. Essa necessidade foi determinante para escolha do local de expansão urbana, já que com o fim desses acampamentos provisórios o acampamento geral português se estabilizou, por volta de 1797, todo na região do arroio Cadena, onde hoje se encontra o Parque de Moto-mecanização do Exército. Esse foi o marco cronológico para o estabelecimento de Santa Maria na visão de Beltrão (1958).

O testemunho da fundação da cidade, chamada então de Rincão de Santa Maria, está na Rua do Acampamento, na época Rua São Paulo. Nessa localização a partir de 1798 se iniciam as construções de ranchos, quando a Partida Portuguesa da Segunda Subdivisão da Comissão Demarcadora de Limites acampou na área onde hoje se concentra o centro da cidade (Figura 24), influenciando na evolução espacial do sítio urbano (BELTRÃO, 1958).

²⁹ Acordo assinado entre Portugal e Espanha para acabar com a disputa pela posse de territorial das duas nações em algumas regiões da América do Sul.

³⁰ Na época chamado de Arroio Santa Maria.

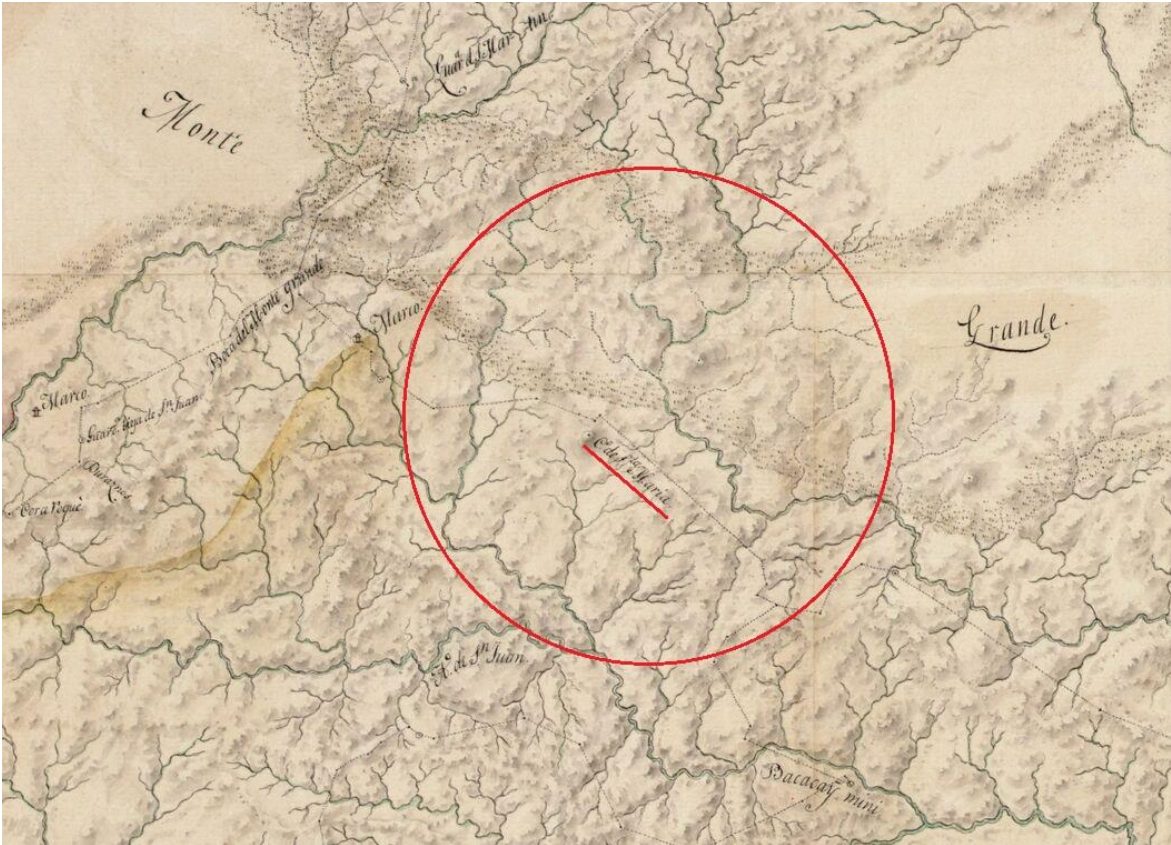


Figura 23 – Área de Santa Maria, extraída de recorte da Figura 22. Na figura identifica-se a localização da cidade de Santa Maria, com nome sublinhado em vermelho e área circulado em vermelho e de alguns arroios da região.

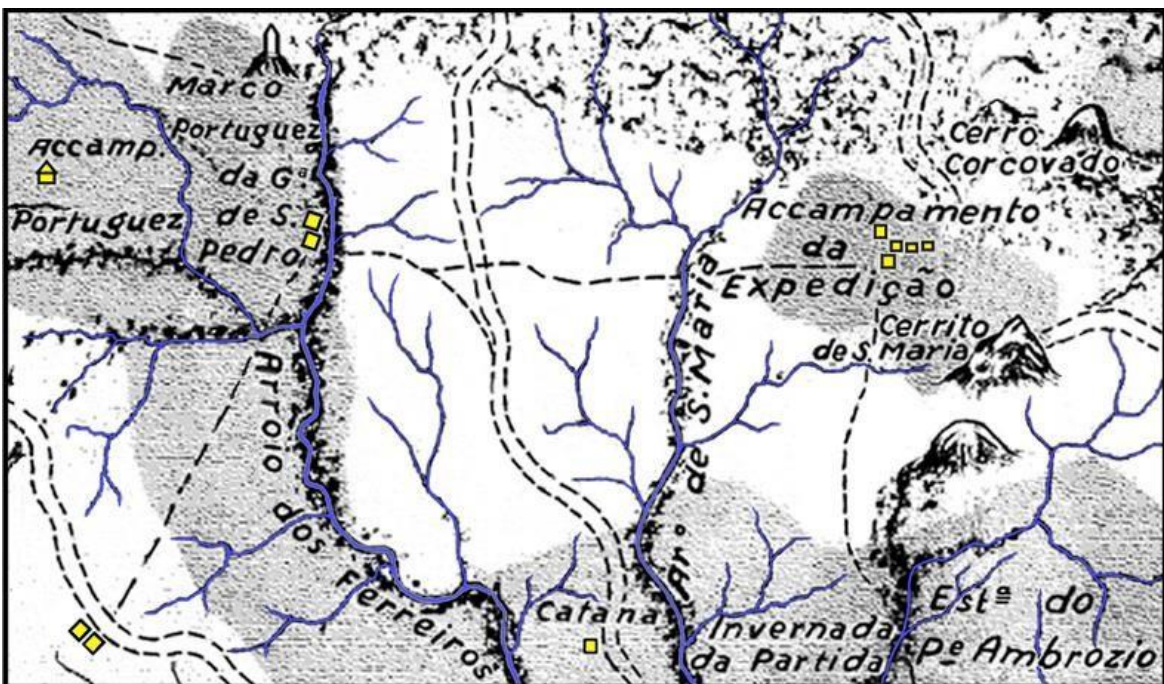


Figura 24- Recorte do mapa do Engenheiro Francisco das Chagas Santos, primeiro mapa da região, mostrando a Guarda Portuguesa, a oeste, e o Acampamento da Expedição que deu início a Santa Maria. A imagem é adaptada por José Antonio Brenner, para destacar os cursos d'água e as edificações. (Fonte: Belém, 1933). Disponível em: <http://brennerdesantamaria.blogspot.com/2012/05/santa-maria-215-anos.html>.

Com o fim do trabalho de demarcação, em 1801, parte dos funcionários resolvem se radicar. A área de acampamento militar constituiu um povoado, o Acampamento de Santa Maria, agregando também atividades comerciais. A presença militar serviu como atrativo para as pessoas, que se deslocaram a Santa Maria visando a aquisição de terras para plantio e criação animal, tornando-a também um centro de transações comerciais. Isso contribuiu diretamente para a formação do município, já que estradas e caminhos começaram a ser abertos como uma necessidade para o aumento do fluxo de pessoas e de habitantes. O traçado urbano da cidade foi uma consequência dos acampamentos militares, atividade que com o passar dos anos também foi agregando e influenciando na economia da cidade.

Em 1821 Auguste de Saint Hilare, ao passar por Santa Maria, registra em torno de 30 moradias, e relata se encantar com a beleza natural do local, além de um intenso comércio (MINUZZI, 2017). Em 1828 o 28º Batalhão de Estrangeiros chega a Santa Maria. Esse fato dá início ao ciclo germânico e influencia na formação de Santa Maria. Como consequência vários militares radicam-se ali, atraindo alemães de diversas regiões do Estado, o que intensifica o povoamento da região.

Em 1835, com a Revolução Farroupilha, ocorre um colapso na ascensão, estagnando o crescimento. Em 1837 Santa Maria é elevada à condição de Freguesia. Na mesma época inicia a fase de Imigração alemã, que junto a nova condição traz prosperidade à região, sendo vista como uma possibilidade de mudança na vida local, e reanimando o comércio. Contudo o crescimento só é efetivamente retomado em 1845, com o fim da Revolução Farroupilha.

Nas quatro décadas seguintes, apesar das mudanças políticas, Santa Maria apresentou um crescimento populacional e expansão territorial bastante inexpressiva (Figura 25 e 26). Em 1857 é elevada à condição de Vila através da lei número 400 e conquista a sua emancipação política, que é oficialmente instalada logo após, em 1858, quando é declarada município. Apenas em 1876, com uma população urbana ainda pequena, é elevada à Cidade através da Lei Provincial número 1013. Esse marco torna Santa Maria mais visada e atrativa ao resto do Estado.

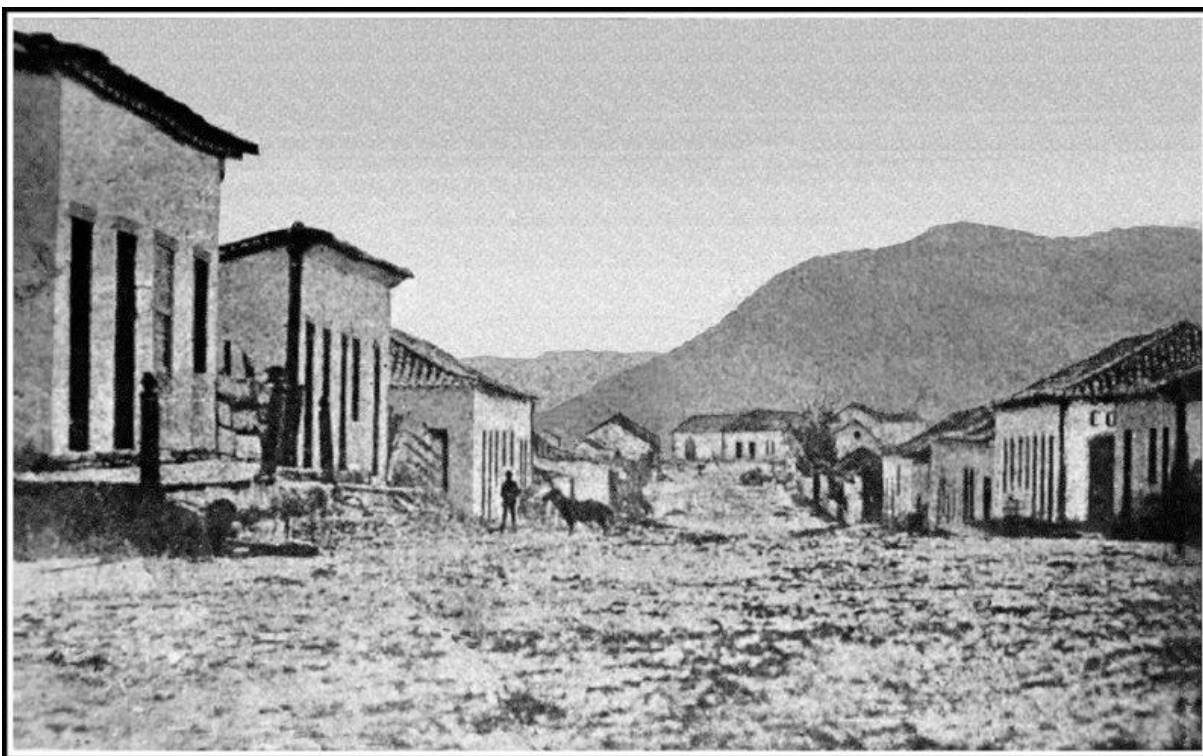


Figura 26 – Na fotografia a Rua do Acampamento, a mais antiga daquela cidade. De autor desconhecido, ela foi tomada na direção sul-norte, das imediações da esquina com a atual Rua José Bonifácio, rumo ao centro. A fotografia é datada de 1890, mas acredita-se que seja mais antiga, comparando-a com outras fotos daquela mesma rua na mesma época. Fonte: Revista Comemorativa do Centenário de Santa Maria, de 1914, disponível na Biblioteca Pública do Estado do Rio Grande do Sul.

Então em 1885 a viação férrea chega a Santa Maria, e acarreta em um rápido crescimento. A via férrea torna-se um marco na história, pois faz a cidade prosperar, obtendo ao longo de apenas 20 anos um crescimento populacional aproximado de 3.000 para 15.000 habitantes. Grande parte desse crescimento se deve a ligação ferroviária de Santa Maria com o norte do estado, abrindo precedentes para logo Santa Maria se tornar um dos principais entroncamentos do Estado (BELÉM, 1989), abrir novas vias, e servir como ponto de circulação e parada para muitas pessoas de todo o Estado.

Devido a esse fluxo constante de pessoas, passavam a ser objetivos dentro do planejamento tornar a cidade atraente e criar novos espaços de interação e lazer. Além disso uma nova arquitetura era pensada, visando a construção de prédios e o alargamento de ruas. Essas ideias permeavam entre vereadores, políticos, comerciantes.

Novos valores estéticos eram almejados, e Santa Maria queria fugir da colonialidade para modernidade. Isso significava uma reforma urbana, e nesse

período a cidade de Santa Maria, principalmente seu Centro, começam a passar por diversas intervenções que vieram a transformar a sua dinâmica e sua paisagem. A igreja matriz foi reconstruída em um novo local, iniciou-se um processo de mobilização pela higienização e saneamento, novas avenidas foram abertas e praças foram criadas (KARSBURG, 2007). A meta era um modelo de sociabilidade burguês, que viria a substituir e abonar os antigos costumes e alguns símbolos tradicionais.

Na figura 27 está retratada a Praça Saldanha Marinho e os arredores da Rua do Acampamento, aproximadamente em 1905. Nesta fotografia já é possível observar o processo de urbanização com o aumento das áreas edificadas, porém a vegetação ainda predominava e se estendia por várias áreas.



Figura 27 – Fotografia da Praça de Santa Maria em 1905. Exemplo do padrão urbano, com traços da morfologia original ainda aparente, tendo como ponto de referência a Praça Saldanha Marinho e arredores da Rua do Acampamento no centro de Santa Maria em 1905. Em primeiro plano trecho da Avenida Progresso, atual Avenida Rio Branco Cartão Postal – Edição da casa A Miscellanea. Disponível em: <http://www.panoramio.com/photo/4961781>

A partir de 1914 a cidade passa a apresentar um tecido urbano mais extenso, ultrapassando o traçado férreo e expandindo para oeste e para sul, configurado principalmente por várias alterações na zona oeste, com a abertura de novas ruas junto a Avenida Borges de Medeiros e o prolongamento de algumas já existentes.

Juntamente com as alterações na infraestrutura surge a necessidade de melhorias na salubridade e higienização urbana, e em 1918 iniciam as obras de saneamento planejada por Saturnino de Brito.

A formação de Santa Maria, como se percebe com os relatos até então descritos e nos demais que aparecerão no decorrer deste trabalho, tem sua história intimamente associada a formação territorial do Estado do Rio Grande do Sul. Com sua estação, era ponto de convergência férrea para Porto Alegre, para Fronteira e para Serra, tornando a cidade movimentada pelo fluxo de pessoas que partiam e chegavam dos diferentes destinos (BELÉM, 1933). Essa bagagem de herança histórica, militar e geopolítica tornou Santa Maria visada para instalação de unidades militares, resultando na construção de quartéis, e redefinindo o ordenamento espacial da cidade a partir das instituições de forças terrestres que se progressivamente foram agregadas ao município (MACHADO, 2012).

Essa história esclarece o militarismo presente até hoje em Santa Maria, que tem seu princípio antes mesmo de sua fundação como cidade, e é potencializado no século XX, quando nos primeiros 25 anos do século se estabeleceram o quartel da 3ª Brigada Estratégica (1908) e do 7º Regimento de Infantaria (1913), o Hospital Militar de Santa Maria (1919), o Parque de Aviação (1921) e o 5º Regimento de Artilharia Montada (1925). No decorrer do século XIX o Regimento de Artilharia exerceu fortemente sua função militar, com concentração de contingente militar e participação em diversas batalhas nas guerras. Este transfere-se oficialmente para Santa Maria em 1925, mantendo-se no mesmo local, o bairro Passo da Areia, até hoje.

A região também se torna atrativa como área residencial, além da necessidade de abrigar o contingente militar, com abertura dos primeiros loteamentos em 1927 (SALAMONI, 2008). Nesse período destaca-se um crescimento sem ordenação em Santa Maria, com a implantação de vários loteamentos, que ocorria principalmente nas áreas periféricas, e que começa nesse período a ocorrer a oeste, com a abertura de loteamentos no Patronato e no Passo D'Areia (SALAMONI, 2008).

Na década de 1930 (Figura 28) a administração pública encarregada pelo município propõe um Plano de Expansão, a fim de ordenar o traçado urbano, já que se visualizava que a cidade crescia de forma desordenada nas últimas décadas sendo relatado o modelo existente até então, aparentemente em pequenos lotes e vilas, como um crescimento anárquico (CARDOSO, 1940).



Figura 28- Praça de Santa Maria em 1930. Exemplo de padrão urbano, tendo como ponto de referência a Praça Saldanha Marinho e arredores do centro de Santa Maria na década de 1930. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/photo/11085872>>.

Entre 1938 e 1942 Santa Maria surpreende pelo seu progresso, se fixa como grande centro do Estado. A cidade se renova, se moderniza, entrando em uma era de empreendimentos e trabalho, e como resultado de um governo próspero o coração do Rio Grande do Sul passa a se sentir como uma metrópole. Esse período também coincidia com o “Estado Novo” (1937-1945), regime político que ocorreu na “Era Vargas”, instaurado pelo então presidente Getúlio Vargas.

Vivia-se um momento de resistência e luta por direitos. Santa Maria destacava-se nacionalmente, como suas associações e sindicatos em contato constante com a presidência por meio de telegramas que expressavam a busca por melhores condições de vida e condições de trabalho. A Associação Comercial de Santa Maria, a exemplo, reivindicava não apenas direitos para classe trabalhadora, mas também o respaldo legal para suas demandas. Em 1939 o Estado também vivia uma crise nas lavouras de arroz, que contribuiu para o êxodo rural e pressionou o mercado de trabalho urbano. Santa Maria, no mesmo período, se destacava no movimento grevista, com destaque para classe ferroviária, a qual lutava por melhores salários e condições dignas de trabalho (KONRAD, 2006). Durante esse período é implementada a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), a jornada de trabalho de

oito horas, salário mínimo e carteira assinada. Essas conquistas e condições corroboravam para a prosperidade econômica de Santa Maria e como atrativo para pessoas da área rural e de outros municípios.

Ruas e avenidas foram abertas a sul, leste e oeste, novas praças foram construídas, e isso refletiu confiança a população, ampliando o número de construções, de modo que em 1937 o número de novas construções foi de 86 casas, e em 1938 são construídos 417 edifícios. A necessidade de investimentos na infraestrutura de Santa Maria era debatida entre a população, e a opinião pública e os críticos e estudiosos da cidade expressavam sua opinião através dos jornais e revistas e manifestavam críticas aos urbanistas. Na época o jornal *Correio do Povo* publica (CARDOSO, 1940):

“a cidade, ser vivo e pleno de momentos, precisa de pulmões para respirar. É indispensável a existência de amplos espaços, numa extensão diretamente proporcional a densidade demográfica e à área urbana, para que o ar circule, se renove, se purifique. Esta é a expressão mais simples das afirmações cada vez mais popularizadas dos urbanistas que pontificam, escutando os conceitos das autoridades sanitárias”.

E Edmundo Cardoso manifestava-se, frisando a importância de olhar para o contexto social que as modificações na cidade implicavam. Na década de 1950 as modificações já estavam impressas na infraestrutura e pela nova arquitetura que tomava conta do entorno da tradicional praça (Figura 29).

Com a Segunda Guerra Mundial, Santa Maria foi responsável por receber novas unidades de outras partes do país, para ali serem reorganizadas, sendo estas a 4ª Companhia Especial de Manutenção, o 3º Batalhão de Carros de Combate, o Campo de Instrução do Exército (1956) e o Parque Regional de Motomecanização (1959). Essa fase é caracterizada pela transferência de muitos militares para cidade, que ao se deslocar com suas famílias favoreceram o aumento populacional, ampliado aproximadamente em 13 mil habitantes, quando entre 1950 e 1953 a população urbana apresentou um recenseamento de cerca de 47 mil para 60 mil habitantes.



Figura 29 – Praça de Santa Maria em 1950. Exemplo de padrão urbano já caracterizando a expansão e o planejamento urbano, tendo como ponto de referência a Praça Saldanha Marinho e arredores da Rua do Acampamento, no centro de Santa Maria na década de 1950. Disponível em : <<http://www.panoramio.com/photo/11915690>>

Entre a década de 1950 e 1990 ocorreu um “boom” populacional, onde a população urbana de Santa Maria cresceu 410%. O adensamento populacional e o processo de verticalização da cidade suprimiram grande parte da vegetação, e forçaram um modelo de urbanização que excluiu a conservação dos cursos d’água de suas prioridades.

Os traços mais marcantes da configuração atual da cidade começam a surgir a partir nesse momento, na década de 1950. Nessa década fica evidente o crescimento a oeste, com a abertura de novos loteamentos, que causam descontinuidade na malha urbana existente, sendo estes no Salgado Filho, Juscelino Kubitschek, Urlândia (próximos ao Cadena), o que caracterizou a área como um novo vetor de expansão.

Como consequência na dinâmica social, iniciou-se um processo intenso de ocupações irregulares, constituindo a periferia de Santa Maria. Conforme Botega (2012), o crescimento da população urbana de Santa Maria não seguiu a lógica geral do Brasil, que na época era o êxodo rural pela industrialização. Santa Maria construiu sua base econômica no setor terciário. Juntamente ocorria o progresso das instituições de ensino superior, com a fundação dos cursos de Farmácia (ainda em

1931) – o embrião da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)³¹ –, Medicina, Letras, Filosofia, Educação Física.

A UFSM foi a pioneira na interiorização do ensino superior e público. Criada por lei federal em 1960 exerceu influência na área geoeeducacional da região. José Mariano da Rocha fundava, assim, “a primeira Universidade Federal no interior do Brasil, em uma cidade que não fosse capital de estado: a Universidade de Santa Maria, ‘a Nova Universidade’, baseada no princípio de que a ‘Universidade deve ser a alavanca do progresso de sua região’” (ROCHA FILHO, 1993, p. 15). Em 1969 ela é federalizada.

Em meados da década de 1960 a população urbana era de aproximadamente 90.000 habitantes (ABREU, J. P., 1962 apud MARCHIORI, FILHO, 1997). Nessa fase a vocação para o setor educacional já era conhecida, com a população de estudantes representada por quase um terço. Mesmo com o declínio do setor ferroviário a atividade ainda era representante para economia. Com o maior parque ferroviário do Estado e seus três mil operários, a cidade manteve o adensamento populacional através da instalação de outras estruturas que vieram a servir de atrativos populacionais.

A UFSM teve uma importante participação na estruturação da rede de serviços e comércios de Santa Maria. A partir de 1960, com a sua inauguração a cidade demonstrou uma mudança significativa em sua estrutura, o que representou também um aumento na demanda de políticas urbanas. A mancha urbana se difundiu em direções distintas das do acampamento inicial, principalmente nos eixos leste, oeste e sul, já que a geomorfologia dificultava a expansão ao norte.

Em 1962 a UFSM contava com 1.263 alunos. Juntamente influenciadora deste processo foi a Base Área de Santa Maria, logo fundada em 1970 como resultado do Aeródromo criado durante a Segunda Guerra Mundial. Também na década de 1970, em 1972, a cidade recebe a 6ª Brigada de Infantaria Blindada. Nessa mesma fase ocorre a tentativa de implantação do Distrito Industrial, a oeste da área central. Na região já existiam alguns loteamentos, e o movimento de ocupação próximo ao leito principal do arroio Cadena se intensificava.

No contexto da cidade, com a chegada da década de 1970 ocorre a reinvenção da paisagem urbana – com a verticalização (Figura 30), juntamente com o

³¹ Na época Universidade de Santa Maria (USM).

planejamento e a modernização. Com o passar dos anos diminuem os vestígios da paisagem existente no início da formação da cidade, dando lugar a edifícios e avenidas. Novos componentes urbanos incorporam e modificam a paisagem continuamente, caracterizando uma paisagem completamente distinta.



Figura 30 - Praça Saldanha Marinho em 1970. Exemplo de padrão urbano verticalizado, com morfologia antropogênica, tendo como ponto de referência a Praça Saldanha Marinho e arredores do centro de Santa Maria na década de 1970. Disponível em: Acervo Digital do Arquivo Histórico Municipal de Santa Maria - <http://web2.santamaria.rs.gov.br/arquivohistorico/>

A partir de 1976, com a ocupação da Vila Renascença, a zona oeste, com sete ocupações, passou a ser a principal zona onde estavam localizadas as ocupações de Santa Maria (BOTEGA, 2012). A expansão no sentido oeste também teve estímulo do Distrito Industrial que começou a instalação a partir de 1975 (BOLFE, 2003), pois foram instalados os conjuntos habitacionais como a Companhia de Habitação do Rio Grande do Sul (Cohab) Santa Marta e a Cohab Passo da Ferreira na região nos anos 1980, para alocação de mão de obra. Ainda na década de 80, Santa Maria recebe outras três unidades do Exército, e na década de 90 inaugura o Colégio Militar (1994). Em 1996 cria-se a UNIFRA, resultante da união de duas faculdades. Em 1990 já eram 9.939 alunos na UFSM, entre ensino médio e técnico, graduação e pós-graduação

(ROSSATO, 1997). Atualmente conta com 27.213 alunos, o que expressa a participação da Universidade na população flutuante da cidade. Na totalidade das sete instituições (UFSM, Unifra, Fadisma, Ulbra, Fisma, Fames, Fapas) se tem o expressivo número de 50 mil alunos de ensino superior.

Nos anos 2000 recebe o 1º Regimento de Carros de Combate e do Centro de Instrução de Blindados (2004), transferido do Rio de Janeiro. Com isso, Santa Maria apresentava uma urbanização dispersa e fragmentada, pois, como consequência desse fluxo de ocupação a oeste, as áreas com densidade populacional estavam dispersas e aumentavam os vazios urbanos (SALAMONI, 2008). Estes obedeciam as barreiras que impediam a continuidade na expansão, sendo estas naturais, a exemplo das áreas de alta declividade da Escarpa do Planalto Meridional, como as proximidades ao Rebordo e aos morros testemunhos, ou antrópicas, como áreas institucionais, militares, de uso rural, destinadas a educação e a serviços, e a viação férrea – barreira física e elemento histórico da conformação urbana de Santa Maria, com alguns traçados sendo incorporados a malha urbana, e outros servindo de limitante juntamente com as formações de relevo que impedem a ocupação (DAL'ASTA, 2009). Pinheiro (2002) afirma que com o fracasso industrial de Santa Maria, ela tornou-se a "cidade das invasões". Em 2003 eram 5000 loteamentos clandestinos (BOLFE, 2003), com destaque para a precariedade do saneamento básico destes.

Nas décadas seguintes as instituições de ensino superior continuaram exercendo forte influência na expansão de Santa Maria. E como veremos no capítulo a seguir, também exerceram participação na abordagem e busca de alternativas para o planejamento, infraestrutura e qualidade de vida de Santa Maria, bem como soluções para o arroio Cadena.

VI – MORFOLOGIA ORIGINAL E MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA

Santa Maria é caracterizada por ser área de transição (Figura 31) entre o Bioma Mata Atlântica, com o relevo escarpado do Rebordo do Planalto, que constitui seus morros em uma zona de transição entre o Planalto e a Depressão Central, e o Bioma Pampa, com presença da vegetação de campos. Essa formação vegetal transicional, que é visual no território do município, demonstra que o relevo e os tipos de vegetação estão vinculados.

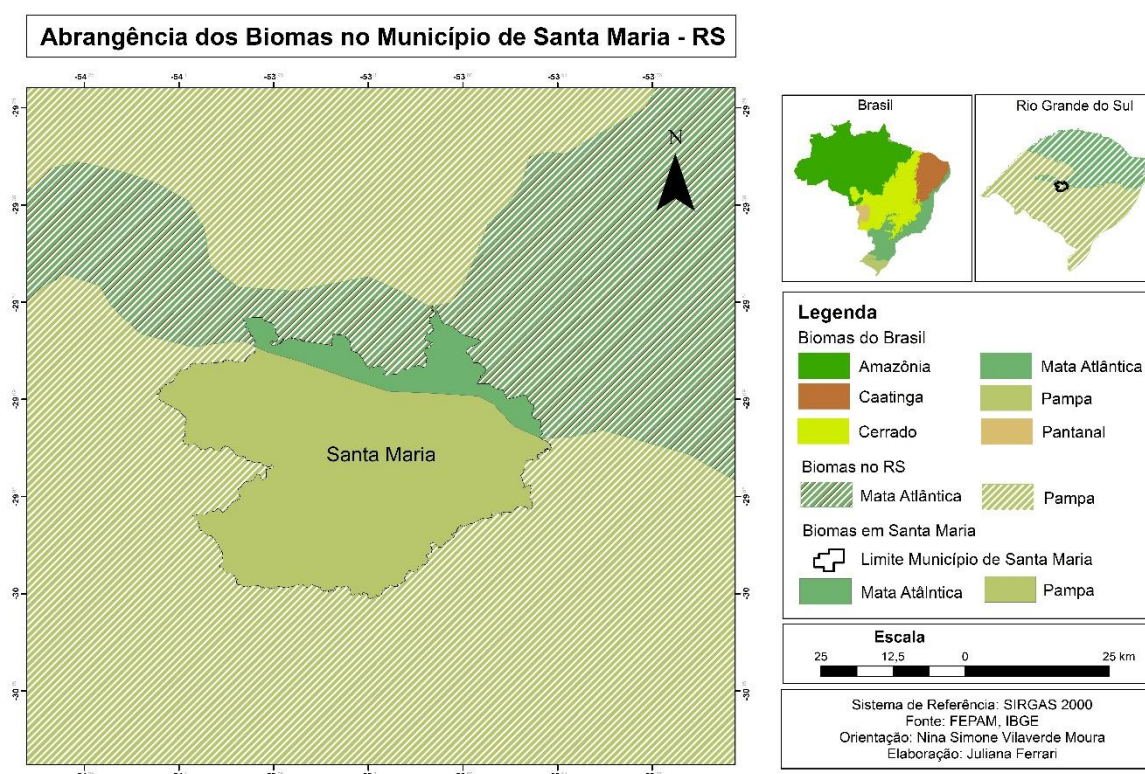


Figura 31 – Contextualização da transição dos Biomas no município de Santa Maria, demonstrando abrangência da Mata Atlântica e do Pampa, demonstrando o predomínio do Bioma Pampa no território do município. Elaboração: FERRARI, J.

Conforme Marchiori (2009) a vegetação florestal predominava em áreas acidentadas e rochosas, e os campos em terrenos mais planos e menos rochosos. A presença do município de Santa Maria no cenário prioritário para conservação ambiental, integrando o projeto RS Biodiversidade³² e o zoneamento da Reserva da

³² É uma das políticas do Governo do Estado para proteção e conservação dos recursos naturais e busca promover a incorporação do tema biodiversidade nas instituições e comunidades envolvidas.

Biosfera da Mata Atlântica³³ demonstra o potencial do município para conservação de diferentes ecossistemas.

Privilegiada por ser detentora de diversidade ambiental, Santa Maria também está situada sobre 32 sítios paleontológicos como vestígios da Era Paleozóica. Destes, sete já sofreram impacto direto pelo avanço da ocupação urbana, e são considerados destruídos (DA ROSA, 2017³⁴). Preservar o patrimônio também deveria estar entre as prioridades de Santa Maria. Porém se confronta com outras demandas estruturais da cidade, que constantemente requisita construção de novas ruas, faixas, viadutos, novos loteamentos residenciais.

As obras ilegais estão entre as ações que mais interferem no patrimônio paleontológico, nas erosões e no assoreamento dos cursos d'água da cidade, com destaque para a colocação de tubulações de água e esgoto. Mesmo com o licenciamento das obras, o impacto existe. E Santa Maria, como outras tantas no Rio Grande do Sul, é um exemplo de cidade que comete equívocos ambientais para não perder investimentos. Porém é necessário que haja uma análise da ocupação e da dinâmica urbana, a fim de diagnosticar as fragilidades.

Neste capítulo faz-se uma síntese histórica e evolutiva das obras, projetos e condições ambientais na bacia do arroio Cadena, resgatando e identificando as transformações físicas resultantes do processo de ocupação e as impulsionadas pela urbanização na área de estudo, e, complementarmente, avalia-se as formas de processos atuais verificadas na área de estudos, apresentando os cenários gerados por essa dinâmica nos espaços- temporais trabalhados.

6.1 Expansão urbana – a dinâmica social e ambiental no arroio Cadena

Os arroios e rios tradicionalmente são ponto de referência para demarcar limites, fronteiras. Em sua obra “História do Município de Santa Maria” Belém (1933), por exemplo, utiliza os nomes dos rios e arroios para referir-se aos limites municipais de Santa Maria. O autor refere-se a Santa Maria como um município montanhoso ao Norte e Nordeste com destaque para seus vários “cerros”, ondulado ao Centro e plano

³³ A presença de remanescentes florestais e a importância regional também dentro do contexto ambiental como prioridade para conservação inseriu parte de Santa Maria na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, tombada pela Organização das Nações Unidas (ONU) para Educação, Ciência e Cultura, e transformando a região em uma área emergente para instituição de Unidades de Conservação (UC's).

³⁴ Entrevista. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/arco/sitenovo/?p=1398>

ao Sul na confluência com o Vacacaí. Os termos são errôneos, porém o que fica claro são as características marcantes no relevo de Santa Maria, principalmente a Norte com a escarpa do planalto e morros testemunhos.

Como já comentado no capítulo V, a Rua do Acampamento foi o local inicial da expansão da cidade. Ali está o divisor de águas de Santa Maria, uma escolha estratégica para o desenvolvimento do povoado. Era uma área elevada, distante de banhados e áreas consideradas inundáveis na época. Por ser campestre favorecia a instalação de ranchos. Porém significou também o início de uma sequência de supressões da mata ciliar da ampla rede fluvial existente, com destaque para o arroio Cadena e seus afluentes, pois suas matas ciliares, hoje escassas, eram o recurso mais próximo para suprir as necessidades para erguer um povoado, e que assim possibilitou a extração de lenha para as construções e demais usos e facilitou o acesso à água para os ocupantes (MARCHIORI, 2009). Essa retirada de lenha e madeiras nobres tem seus efeitos em evidência na atual configuração vegetal de Santa Maria, que tem escasso valor econômico atualmente.

A antes chamada “Santa Maria da Boca do Monte” poderia levar a interpretação de possuir esse nome pelas suas características físicas com relevo marcado pelos morros que formam um cerco a cidade. Porém o nome tem origem da forte influência espanhola durante sua ocupação, significando “monte” mato, bosque, floresta, e sendo essa sim a característica que chamou a atenção dos primeiros viajantes: a riqueza da vegetação da região na época. Ainda assim a predominância da paisagem da Depressão Central de Santa Maria era os campos nativos, com mata ciliar junto ao curso principal do arroio Cadena e capões de mato (MARCHIORI, 2009).

A cobertura vegetal do seu território foi essencial na influência das diferentes atividades produtivas desenvolvidas na região. Também foi importante no processo de apropriação de terras pelos distintos grupos sociais, já que sua posição geográfica também a tornava ponto de passagem para viajantes e carreteiros, e resultou em uma economia com diversificação produtiva.

A partir de 1845, dado o fim da Revolução, o adensamento populacional foi retomado e as edificações já se aproximavam de algumas nascentes e sangas que fazem parte da sub-bacia do Arroio Cadena, demonstrando uma tendência à incorporação dos cursos d’água ao processo de urbanização (Figura 32) (SILVA, 2013).



Figura 32 – Primeira Planta de Santa Maria, elaborada por Brinckmann em 1848, adaptada com observações posteriores por Brenner, em 1995. Um trecho do arroio Cadena já é destacado, para auxiliar na localização da pequena mancha urbana existente na época. Fonte: TOCHETTO, 2013.

Viajantes europeus descreviam, nos relatos de suas passagens pela região, a riqueza da paisagem. Assim como relatou Avé-Lallemant, em 1858, ao passar pelas redondezas (MARCHIORI, NOAL FILHO, 1997, p.32):

Sobre belos vales e desfiladeiros descortina-se a aprazível Santa Maria e, mais ao longe, os imensos campos da Província, cujas ondulações, vistas do alto, quase desapareceram e se transformaram numa planície, em que se alternam os pastos e as matas.

Por volta de 1880 é solicitada a abertura da estrada da Caturrita até São Martinho, que encurtaria a distância para São Martinho e Boca do Monte. Esse tornou-se um novo eixo de expansão, criando o primeiro anel viário pelo novo traçado dessa estrada, que é hoje a Avenida Borges de Medeiros (SALAMONI, 2008).

A implantação da viação férrea em 1885 significou intensa supressão das florestas nativas. Houve uma fase de intensa extração de madeira pela indústria a fim, principalmente, de fornecer lenha para dormentes e para queimada nas caldeiras das locomotivas. Nos 17 anos seguintes ocorre significativa expansão, diretamente relacionados com a abertura de estradas e com a ferrovia. O crescimento é bastante expressivo, principalmente em áreas antes desconsideradas, o que muda a

configuração do traçado urbano (Figura 33).

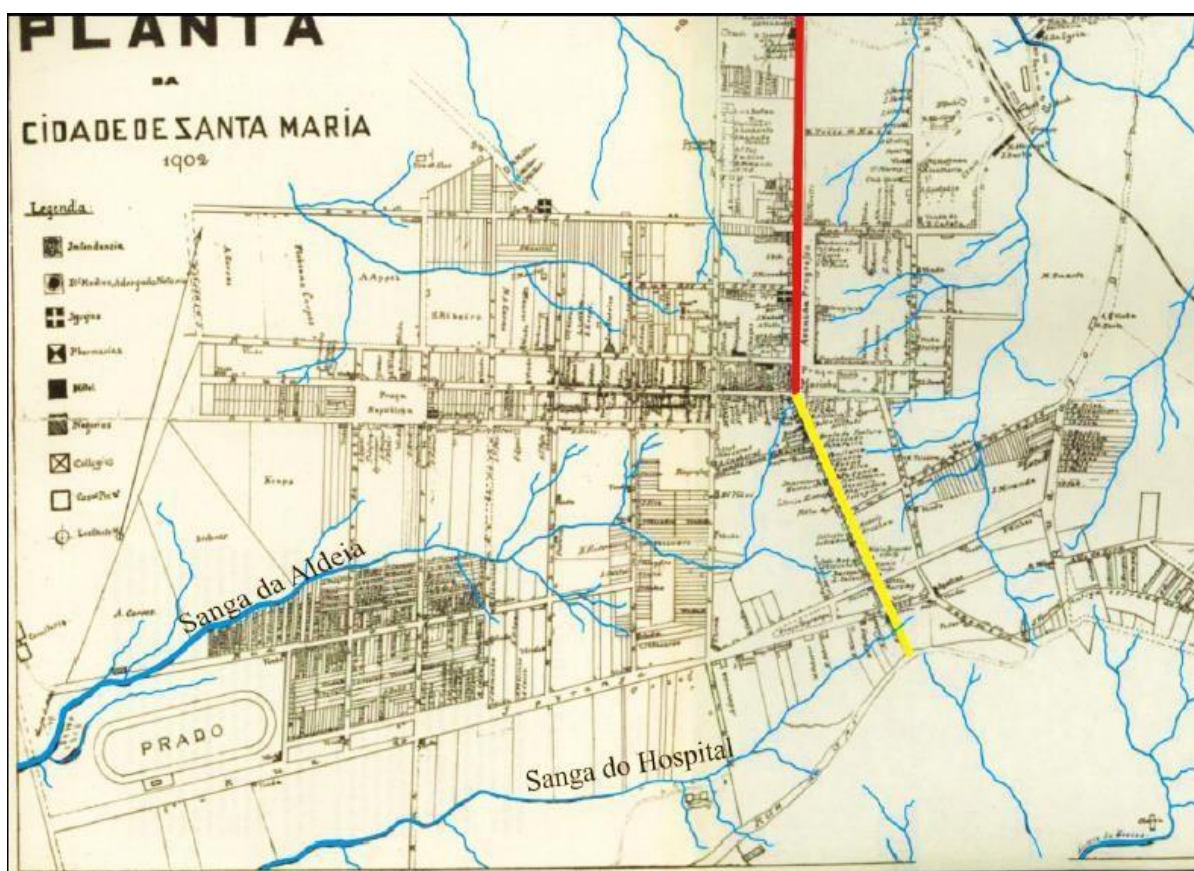


Figura 33 - Planta da cidade de Santa Maria em 1902, elaborada por José Nehrer, e adaptada por Silva (2013). Aparecem em destaque as drenagens da Sanga da Aldeia e da Sanga do Hospital da Microbacia Sanga da Aldeia, integrante da bacia do arroio Cadena (já nessa época com alto grau de intervenção). O destaque em azul mostra a incorporação dos canais à cidade. O destaque em amarelo sinaliza a Rua do Acampamento, e o destaque vermelho a Avenida Rio Branco. Fonte: acervo da Câmara de Vereadores de Santa Maria.

O eixo ferroviário também demarcava o perímetro urbano, sendo considerado uma barreira para expansão em algumas direções. Porém, após 1914 a expansão ultrapassou os trilhos, acontecendo para oeste (em direção ao arroio Cadena) e para sul. E a exploração foi crescente neste período, já que essa atividade foi contínua e intensa até a metade do século XX. Após a década de 1950, áreas consideradas desfavoráveis para construção e habitação passam a ser destinadas para o uso urbano, devido ao grande aumento populacional de Santa Maria, com isso aumentando os problemas ambientais.

Conforme pesquisa desenvolvida por Alves (2012) em 1966, com base nas plantas cadastrais, a cobertura vegetal representava cerca de 61% da área total da Região Administrativa de Santa Maria. Na rede de drenagem da bacia hidrográfica do

arroio Cadena ainda existia significativo fragmento arbóreo caracterizado pelas matas galeria, e por um índice baixo de espaços construídos (menos de 15%).

Com políticas habitacionais através do Governo do Estado, e na época da Cohab, foram construídos núcleos habitacionais que expandiram Santa Maria para zona norte na década de 1960. Esse processo de urbanização ocorreu pelo setor terciário, e os governos militares investiram na construção civil como um plano para acelerar a economia. Desse período resultaram os núcleos habitacionais da Vila Kennedy (em 1967, com 116 unidades habitacionais) e Salgado Filho (em 1968, com 76 unidades habitacionais). Porém as obras e políticas habitacionais não acompanharam o déficit habitacional de Santa Maria, deixando a cidade vulnerável a uma sucessão de ocupações irregulares, e concretizando a partir da década de 1960 a “Cidade Ilegal” dentro do espaço urbano santa-mariense (BOTEGA, 2012).

Em 1968 iniciam a obras do DNOS, incluindo a canalização de trechos do arroio Cadena. A ocupação das margens do Cadena inicia por volta de 1975, mas a partir de 1946 se percebia uma tendência de adensamento para oeste, em direção ao Cadena (Figura 34).

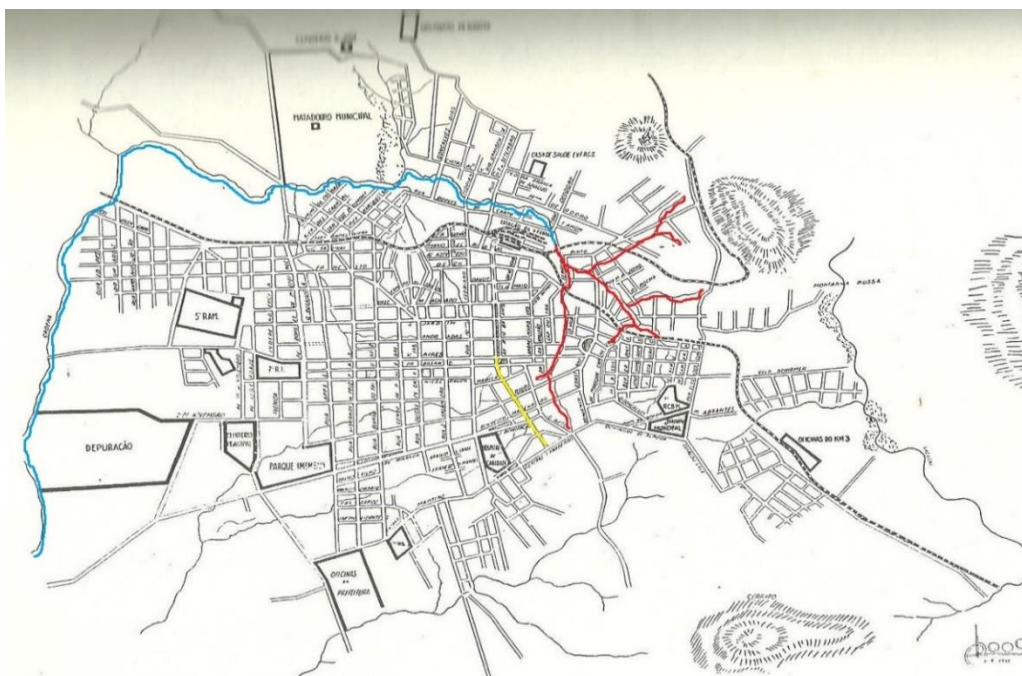


Figura 34 – Planta de Santa Maria no ano de 1944. O traçado em azul sinaliza o curso principal do arroio Cadena, o traçado em vermelho sinaliza a área dos nichos de nascentes, e o traçado em amarelo a Rua do Acampamento. Os arruamentos e lotes já incorporavam toda área das nascentes do arroio, a montante. Percebe-se o início do processo de expansão a oeste, já que a área central já está em processo de saturação urbana. Os pontilhados em preto sinalizam os trilhos do trem. Autoria desconhecida. Adaptado por: FERRARI, J.

Na segunda metade da década de 1970 as concentrações de ocupação passam a ocorrer na zona oeste. Entre 1975 e 1980 ocorre a implantação da Cohab Santa Marta, aumentando a população sobre a área da bacia do Cadena. A partir de 1976, com a ocupação da Vila Renascença, a zona oeste se torna a principal zona de ocupações em Santa Maria (PINHEIRO, 2002, BOTEGA, 2012). Dentre as ocupações estão a Vila Renascença (1976); Vila Rossi (1977); Estrada da Picadinha (1980); com destaque para a Vila Lídia (1988), estabelecida as margens do arroio Cadena; Vila Arco-Íris (1989); Vila Ecologia (1991); e Fazenda Nova Santa Marta (1991).

Mesmo antes das obras de drenagem e canalização muitas vilas já se estabeleciam as margens do arroio Cadena e de seus principais afluentes (arroio Itaimbé e arroio Cancela). Com a canalização de vários trechos e a construção de pontes, a ligação bairro-centro foi facilitada (SARTORI, 1979). A montante do canal principal, durante os anos de 1968 e 1969 ocorreu a canalização de 1.200 metros em galeria fechada. Na época a obra foi iniciativa do DNOS. Tal intervenção proporcionou o aumento da vazão do arroio, que associada a impermeabilização do solo em diversas áreas de sua bacia a montante deste setor gerou como consequência diversos episódios de inundação no início da década de 1980, principalmente no bairro Salgado Filho. O projeto iniciado ganha maiores dimensões na década de 1980.

No ano de 1980 o novo Plano Diretor é aprovado, e o governo é autorizado a participar do Projeto CURA, que dá início as obras do Parque Itaimbé. Essa obra foi responsável pela canalização de toda microbacia do Itaimbé, onde localizam-se nascentes do Cadena, sendo todos tributários transformados em canais fechados. Em 1980 os espaços construídos nas proximidades do Cadena já representavam 30% da área.

Na década de 1980 ocorre uma sequência de intervenções na tentativa de conter as inundações do arroio (Figura 35). Nesta mesma época foram realizadas obras de dragagem para aprofundamento do leito e para facilitar o escoamento das suas águas.



Figura 35 – Obras no canal principal do arroio Cadena para conter inundações. Fonte: Arquivo Histórico Municipal. Sem data.

Também na década de 1980 se constitui um núcleo periférico nas proximidades da BR 287, com a organização de loteamentos, ocupações, e as Cohab's Tancredo Neves e Santa Marta. A Vila Renascença se destaca durante a década de 1980, pois em 1983 organiza sua associação comunitária, e passa a reivindicar maior infraestrutura a região. Nos anos seguintes conquista a rede pública de iluminação, a ponte construída sobre o arroio Cadena e o próprio loteamento (SANTOS, SCHIO, 2012). A Vila Renascença se deparada a nordeste com parte do arroio Cadena. A área sofre com alagamentos em dias de chuva, que invade as construções (em áreas de irregulares), e coloca em risco a saúde das famílias.

Ainda durante a década de 1980, a pressão sobre a bacia do arroio Cadena é potencializada com o aumento das áreas pavimentadas e construídas. Como resultado o tempo de chegada das águas pluviais ao longo do canal é diminuído, devido as dificuldades de infiltração, sobrecarregando os setores a jusante. Essa dinâmica de escoamento afetada pela ação antrópica resulta em novos episódios de inundações/alagamentos, nas Vilas Urlândia e Santos.

Esses episódios serviram de motivação para a decisão da Prefeitura Municipal

de retificar o curso principal do arroio Cadena. Com isso, a gestão pública resolve intervir novamente no canal principal no início da década de 1990, traçando como solução a mudança do curso do Cadena nas proximidades destas vilas. As obras modificaram o curso mais para oeste entre o final da década de 1980 e início da década de 1990, uma obra significativa, onde parte do curso principal do arroio passou por transformações no seu traçado original, tendo seu médio curso retificado. Isso descaracterizou completamente o arroio, pois seu curso foi transferido mais para oeste.

Além de aprofundado o leito, ele foi retilinizado em seu médio curso, e o leito original foi aterrado. Essas obras foram o pontapé inicial para diversos processos erosivos que se instalaram nas margens (solapamentos e escorregamentos) e no seu talvegue. Grande parte destes induzidos ou intensificados pela ação antrópica, culminando com o aparecimento das situações de risco, sobre as moradias que avançaram em direção ao arroio Cadena e seus afluentes, estabelecendo as áreas de risco ambiental de acordo com Reckziegel, Cristo e Robaina (2006) e Oliveira (2004).

Porém essa solução pontual foi insuficiente, pois quando aterrado o antigo canal nenhuma proposta de gestão foi planejada e implementada na área, tornando-se essa local de expansão urbana e iniciando um movimento de ocupação irregular. Isso fez com que os problemas ressurgissem, porém, potencializados pela intensificação dos processos erosivos das margens resultantes da associação dessa nova dinâmica hídrica, de escoamento e drenagem, com um contexto de impermeabilização do solo, em uma área que já apresentava eventos/acidentes de inundações/alagamentos. As áreas mais atingidas eram a Vila Oliveira, Vila Lídia, Vila Arco-íris e Vila Renascença.

Todas as intervenções ocorriam de formas pontuais e isoladas, sem pensar na bacia como um sistema. Essa setorização de medidas e alterações sobrecarregou os trechos a jusante. Em sua pesquisa, Oliveira (2004) ao analisar a distribuição dos eventos/acidentes³⁵ observa que a maioria deste se concentram junto ao canal principal do arroio Cadena, no trecho leste – oeste. Nesta área a ocupação já se apresenta incorporada as margens do arroio, e desconfigura as características originais de sua planície fluvial.

³⁵ Eventos naturais ou acidentes são processos superficiais que fazem parte da dinâmica da natureza, ocorrendo independente da ação antrópica.

Uma das fontes de Oliveira (2004) para o levantamento dos dados foi a consulta a arquivos de jornais. Entre 1980 e 2000 o autor encontrou 47 reportagens relacionadas a eventos que provocaram acidentes na bacia do arroio Cadena. Usando esse mesmo recurso, aqui buscou-se levantar algumas notícias referentes recentes relacionadas a acidentes, alagamentos, entre outras dinâmicas no arroio Cadena (Figuras 36, 37, 38 e 39).

Prefeitura prevê melhorias para o Cadena:

Plano de Saneamento deve garantir mais qualidade de vida e menor impacto ambiental no arroio por em A Razão 04/01/2014

Restos móveis, de carros, roupas, garrafas, lixo em geral e outros entulhos fazem parte do cenário do Cadena. O Arroio Cadena, há muitos anos, é um problema em Santa Maria. Ele corta a cidade ao longo de 16 quilômetros de extensão e vários trechos viraram depósitos lixos de lixo e esgoto. (...) No final do ano passado, foi concluído e apresentado o Plano Diretor de Saneamento Ambiental, cujo principal objetivo foi apontar as diretrizes para as ações relativas às questões de água, esgoto, drenagem e resíduos para as duas próximas décadas. Especificamente, em relação ao Arroio Cadena, uma das metas previstas é dar continuidade à extensão da rede de esgoto cloacal nas suas margens. "Com isso, evitaríamos o lançamento do esgoto domiciliar direto à sanga e combateríamos a contaminação, o que também está previsto para as outras inúmeras sangas da cidade", afirma o engenheiro do Instituto de Planejamento da Prefeitura, Francisco Severo.

Figura 36 – Notícia sobre a poluição do Cadena. Disponível em:

<http://www.arazao.com.br/noticia/58841/prefeitura-preve-melhorias-para-o-cadena/>

Vistoria na erosão do Arroio Cadena

por em A Razão 10/07/2014

Atendendo a uma solicitação da comunidade, a Comissão de Políticas Públicas e representantes da Secretaria de Proteção Ambiental e da Secretaria de Infraestrutura visitaram ontem uma residência nos fundos da Escola Dom Antônio Reis, no Bairro Salgado Filho. A erosão da encosta do Arroio Cadena ameaçaria a integridade das casas no local. Segundo moradores, as fortes chuvas alteraram o curso do arroio. O Executivo deve tomar medidas paliativas enquanto não houver uma solução.

Figura 37– Notícia de erosão nas margens do Cadena. Disponível em:

<http://www.arazao.com.br/noticia/62420/vistoria-na-erosao-do-arroio-cadena/>

Excesso de chuva causa transtornos na Vila Carolina:

Água invadiu pátio de uma residência na Travessa Fernandes Viera

por em A Razão 06/06/2014

No Dia Mundial do Ambiente, celebrando ontem, dia 5, alguns moradores da travessa Fernandes Viera, localizada na Vila Carolina, zona norte da cidade, não tiveram nenhuma razão para comemorar a data. Pelo contrário, o casal Luiz Oli Flores e Ilaine Viera, com seis filhos, assistiram a água da chuva que encheu o arroio Cadena invadir o pátio da residência, formando assim um pequeno riacho.



"Nossos vizinhos já foram na Prefeitura reclamar, já vieram vereadores aqui também e nada foi feito até agora. Queremos uma solução. É uma água contaminada que passa por aqui, que inclusive pode contaminar com doenças os nossos filhos, além de outros transtornos", desabafou Flores. Ainda, conforme o gari, sempre que chove forte o arroio Cadena transborda. O secretário municipal de Ação Comunitária, Adelar Vargas, informou que hoje iria enviar uma equipe da Defesa Civil, para ver qual o problema que está atingindo o local e quais medidas podem ser realizadas em conjunto com outras secretarias, para solucionar o caso.

Figura 38 – Notícia de inundações associadas ao Cadena, Disponível em: <http://www.arazao.com.br/noticia/61717/excesso-de-chuva-causa-transtornos-na-vilacarolina/>

AES Sul tenta evitar que metade da cidade fique sem energia:

Equipes trabalham para evitar queda de torre de transmissão que fica no Campo de Instrução de SM

por em A Razão 09/10/2015

Equipes da AES Sul travam uma operação de guerra para impedir que metade de Santa Maria fique sem luz no final de semana. A torre de transmissão, situada no interior do Campo de Instrução, na Vila Urlândia, e que abastece metade da cidade corre risco de cair.



A estrutura fica às margens do Arroio Cadena e teve parte de sua base de sustentação arrancada devido a força da água. (...) "Foi um grande volume de água que atingiu a base da estrutura. Todas as providências estão sendo tomadas. Não é um trabalho simples".

Figura 39 – Notícia de erosão nas margens do Cadena impactando a infraestrutura urbana. Disponível em: <http://www.arazao.com.br/noticia/72430/aes-sul-tenta-evitar-que-metade-da-cidade-fique-sem-energia/>

Outro dado de Alves (2012) refere-se ao ano de 2011, com o uso de imagens

Geoeye de alta resolução espacial. Nesse último recorte temporal a mudança é mais perceptível, considerando que os espaços construídos apresentaram o aumento mais expressivo exatamente na região do Cadena, passando a representar 56,34% da área, com uma perda de cerca de 26% da cobertura vegetal, com perda da mata de galeria pelo avanço dos espaços construídos nos arredores do arroio Cadena.

O agravante nessa dinâmica são as atividades que intensificam a impermeabilização do solo, concentrando ainda mais esse escoamento, aumentando o assoreamento e o escoamento superficial. A influência nessa dinâmica se dá através da construção civil, da intensificação de vias asfaltadas, do aumento da supressão vegetal no entorno. A ausência da vegetação aumenta o solo exposto, e acelera os processos erosivos, aumentando a deposição a jusante. O aumento do adensamento populacional nessa região sobrecarrega esse sistema e descaracteriza sua conformação original, alterando e acelerando os processos dessa dinâmica.

Recentemente, em período posterior aos aerolevantamentos disponíveis, a região passou a contar com um novo empreendimento, o Shopping Praça Nova (Figura 40).



Figura 40 – Na figura A está a confluência do arroio Cadena com a Sanga da Aldeia. A figura B também com o Cadena. Ambas na porção oeste do empreendimento. Ao fundo, a seta preta indica as obras do Shopping Praça Nova. Registro de set. 2015. Autoria: FLORESTA, F. A. V.

Localizado no entorno do Cadena, durante sua obra foi necessária a supressão de vegetação de 96 espécies nativas e 48 exóticas, e como medida compensatório foi necessário o plantio de mudas (Figura 41). Tal obra influenciou diretamente na infraestrutura da região, alterando a mobilidade urbana existente, o fluxo de pessoas e de empregos. Entre as solicitações e demandas estavam a pavimentação, o alargamento de ruas e a ampliação das vias de acesso.

Essa produção do espaço, quando vista como uma mercadoria, se dá com mediação do mercado imobiliário, com restrições de acesso ao uso, seguindo uma lógica de ações políticas, e relações de dominação e subordinação, uso e apropriação (CARLOS, 2012). Os arruamentos, os loteamentos, as canalizações, os aterramentos, os empreendimentos, cada uma das ações envolvendo a infraestrutura das áreas do entorno do Cadena foram ao longo dos anos, e ainda são desenvolvidas com interesses focados em algumas camadas sociais e em alguns setores específicos da sociedade. Portanto, a análise do espaço urbano de Santa Maria junto ao arroio Cadena envolve um universo complexo de relações.



Figura 41 – Na figura A e B registro dos fundos do shopping, com parte de seu estacionamento e área de plantio de mudas como medida compensatória do empreendimento. Na figura B, a vegetação a direita refere-se a mata ciliar do arroio Cadena. Registro de dez. 2018. Autoria: FERRARI, J.

6.2 Os processos atuantes sobre o relevo no arroio Cadena

Considerando a escala adotada de trabalho, contemplou-se graficamente o 4º Táxon (representado pelas formas de relevo agradacionais – planícies fluviais - e

denudacionais – colinas), o 5º Táxon (representado por segmentos das colinas – topos planos/convexos) e o 6º Táxon (representado por ravinas, solapamentos, cicatrizes de deslizamentos) quando possível a visualização devido a escala. Inicia-se aqui uma síntese, também baseada nos documentos, projetos e fotografias levantadas para os recortes temporais em análise.

O alto grau de perturbação antrópica induziu à área apresentar dinâmica e processos em intensidade não equivalentes as suas condições naturais ou originais. Essa constatação foi possível através do reconhecimento e definição das mudanças antrópicas diretas e indiretas. Logo nas primeiras informações levantadas sobre a área, percebeu-se que se tratava de uma planície fluvial com alto nível de intervenção, com respostas morfológicas atuais a esses impactos. Assim, um dos desafios era reconhecer a área original dessa planície fluvial.

6.2.1 Estágio Morfológico Original e/ou Pré-Perturbação

Para essa projeção, definição e delimitação da planície, e que também gerou o “Mapa da Morfologia Pré-Urbana do arroio Cadena” (Figura 42) utilizou como critérios: a área periodicamente inundada pelas cheias e recoberta por materiais depositados, a topografia e formas de relevo, e a drenagem dos demais tributários da bacia. Para definição dos terraços foram observadas as declividades do terreno e interpretadas as características nas fotografias existentes. Também foi fundamental identificar os nichos de nascentes (ou cabeceiras de drenagem ou cabeceiras de vale), que se situam a montante entre áreas de terraços e áreas alagadiças, e são áreas sensíveis dentro do sistema das bacias hidrográficas. O entendimento é de que os terraços podem se referir a antiga planície de inundação, que através da evolução geomorfológica, interações climáticas e antrópicas, por meio da erosão deixou como testemunhos esses terraços.

As áreas de planície e terraços apresentadas nos mapas a seguir difere das áreas presentes no mapa geomorfológico apresentado no capítulo IV, já que o mapa geomorfológico anterior é produto da bibliografia consultada para compreensão do meio físico, enquanto os mapas que estão apresentados a seguir referem-se à produtos finais resultantes da projeção possibilitada pela geo-história e pelo resgate da cartografia geomorfológica evolutiva e retrospectiva.

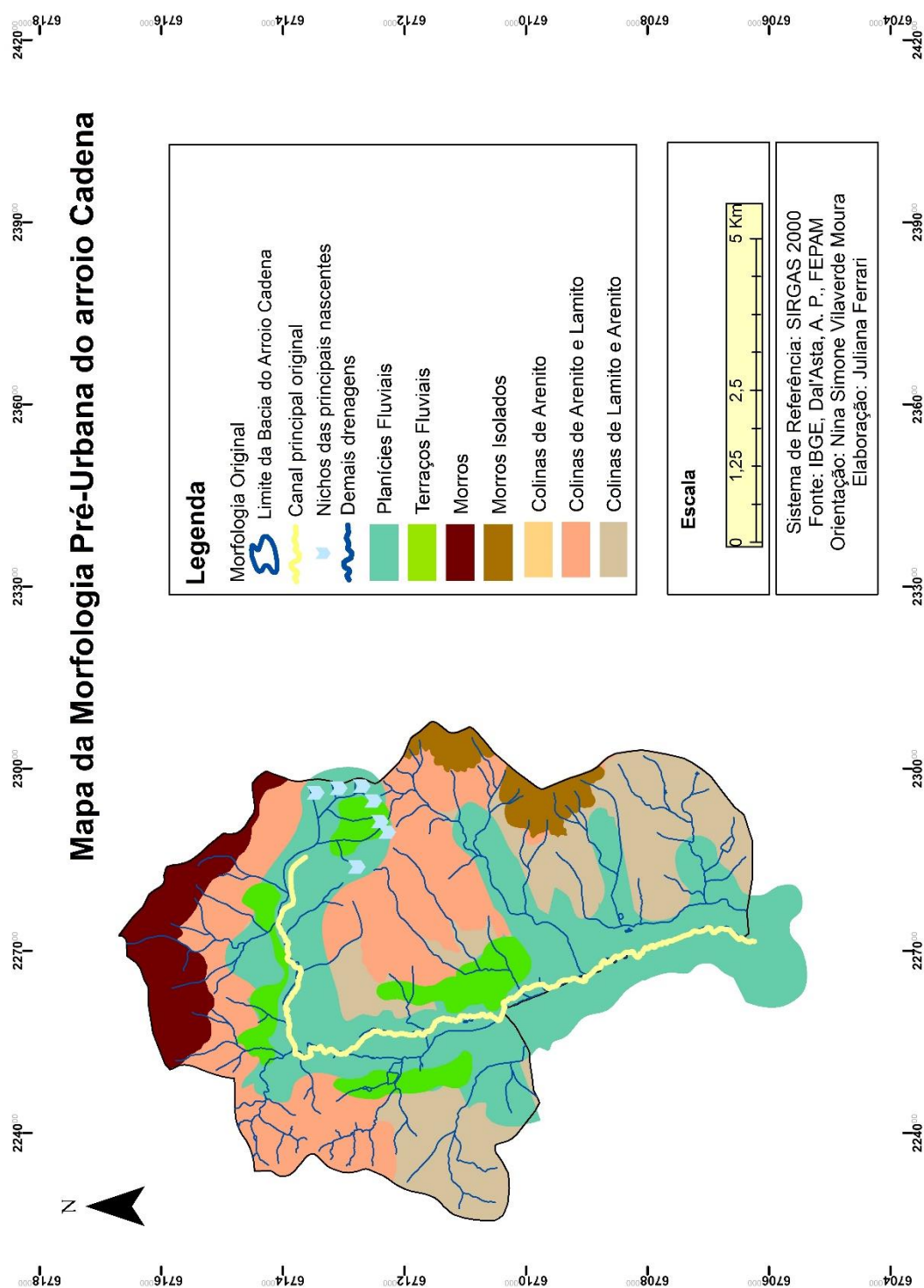


Figura 42 – Mapa da projeção da Geomorfologia Pré-Urbana/Original na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. Identificação da planície fluvial original e dos terraços. Elaboração: FERRARI, J.

No primeiro recorte em análise, o “Estágio Pré-Perturbação”, trabalhou-se com a mancha urbana projetada por Bolfe (2003) para o recorte temporal de 1801 a 1885 (Figura 43). Nesse recorte temporal as áreas de planície e terraço sofriam pouca

pressão antrópica. Uma pequena porção, a montante do canal, apresentava-se em processo de ocupação.

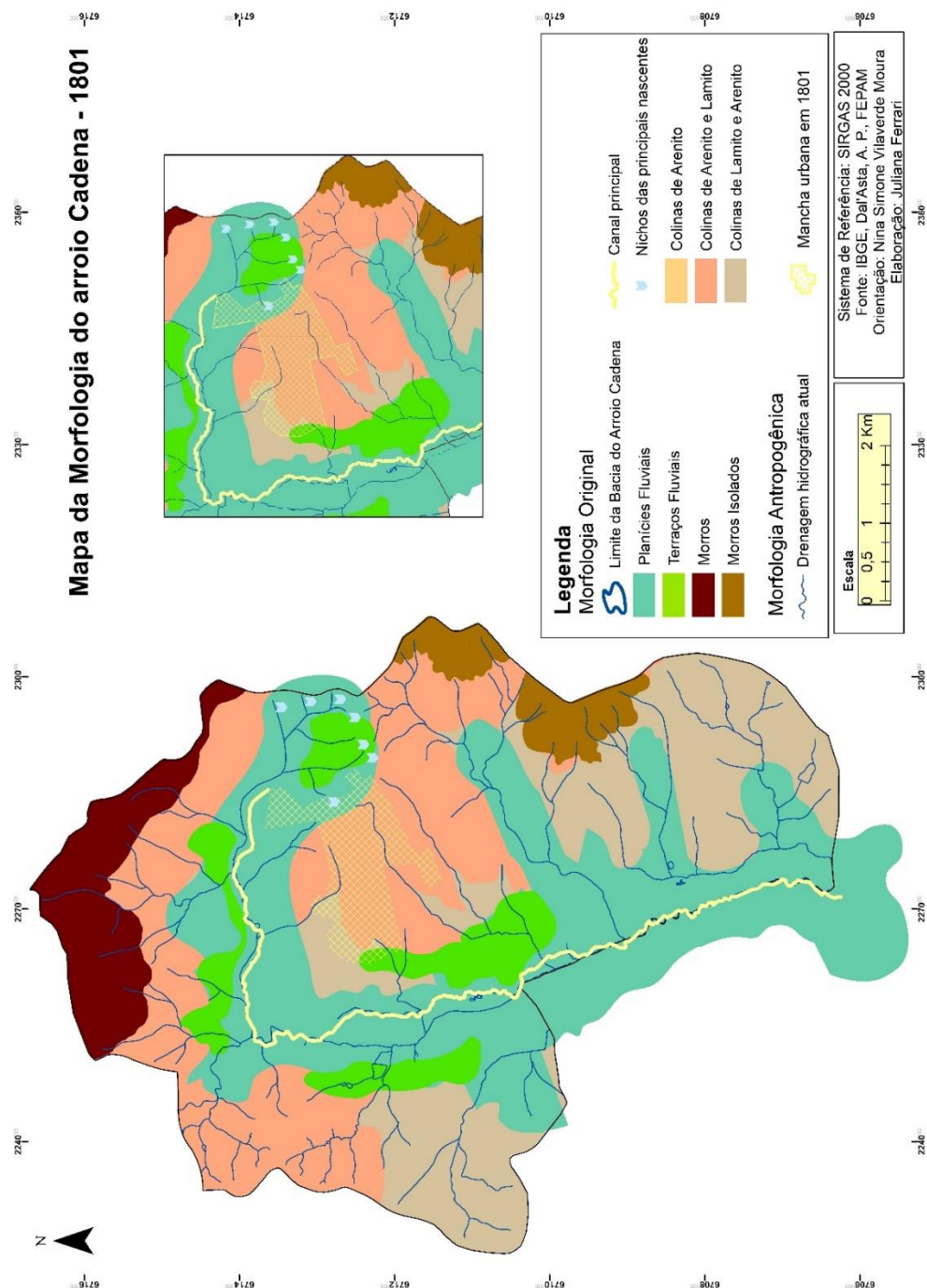


Figura 43 – Mapa da Morfologia Pré-Perturbação na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. Identificação da planície fluvial original e dos terraços, com destaque para a mancha urbana de 1801, com base na projeção de Bolfe (2003), que representa o início da ocupação do território santamariense. Elaboração: FERRARI, J.

Ainda assim as áreas dos nichos de nascentes permaneciam preservadas, e as ocupação por residências e pelo pequeno comércio mantinham-se distante do canal principal do arroio Cadena, incorporando, no entanto, alguns de seus tributários, sendo a Sanga da Aldeia um dos primeiros afluentes a presenciar a urbanização. A população nesse período era inexpressiva, como visto no capítulo anterior, atingindo até 1885 um contingente populacional urbano de apenas 3.000 habitantes.

6.2.2 Estágio Morfológico de Perturbação Ativa

Já no século XX, no ano de 1943 as condições de abastecimento de água eram precárias, e grande parte da população, com a falta de alternativa, recorria as cisternas individuais. A pressão referente a questão hídrica e sanitária era grande, pois Santa Maria já contava com mais de 42.000 habitantes. Outro recurso eram as fontes nas sangas e encostas, ou ainda os poços. Esses encontravam-se muitas vezes contaminados pelas fossas ou por outras purezas carregadas durante o escoamento e drenagem.

O Itaimbé, uma das principais nascentes em área urbana do Cadena, era responsável, com sua fonte, por abastecer parte da população. Parte da população já se estabelecia próxima as nascentes e arroios, visando esse fácil acesso a água e seus usos. No entanto, com essa sobrecarga populacional, essa água foi deixando de ser potável. A supressão da vegetação, a ausência de esgotamento sanitário em muitas residências e a especulação imobiliária de áreas centrais drenadas por afluentes do Cadena foram transformando a paisagem de Santa Maria.

Em 1954 é sancionada a Lei Municipal 334, que em seu artigo 21 previa que curso d'água (sanga, arroios, etc) não poderiam ficar no interior ou nos fundos dos lotes, com a observação de que sempre que ao longo de tais cursos não fosse prevista, deveria ficar uma faixa reservada de, pelo menos, dois metros, para colocação futura das redes de esgoto local e pluvial, podendo, também, ser uso público de pedestres e ciclistas. Essas providências destoam daquela entendida hoje como ideal para manter um ambiente conservado e sem áreas de risco. E mesmo quando bem-intencionadas, como nessa proposta de proibir lotes junto as margens dos arroios, não havia um controle para evitar ocupações "ilegais".

Logo surgem os projetos de canalização, tamponamento e aterramento envolvendo vários tributários da bacia hidrográfica do arroio Cadena, sendo as obras

envolvendo o parque Itaimbé um dos pontapés iniciais para uma sequência de intervenções. Com isso, o segundo recorte de análise está projetado em 1966 (Figura 44). Apesar de ser consensual que as alterações diretas na bacia hidrográfica do arroio Cadena iniciam na década de 1960, sabe-se que nesse período não ocorreu intervenções significativas diretamente por obras no seu canal principal. Como já relatado, no início da década de 1960 a população aproximada era de 83.000 habitantes, e com a chegada da UFSM esse número cresceu de modo significativo em uma década.

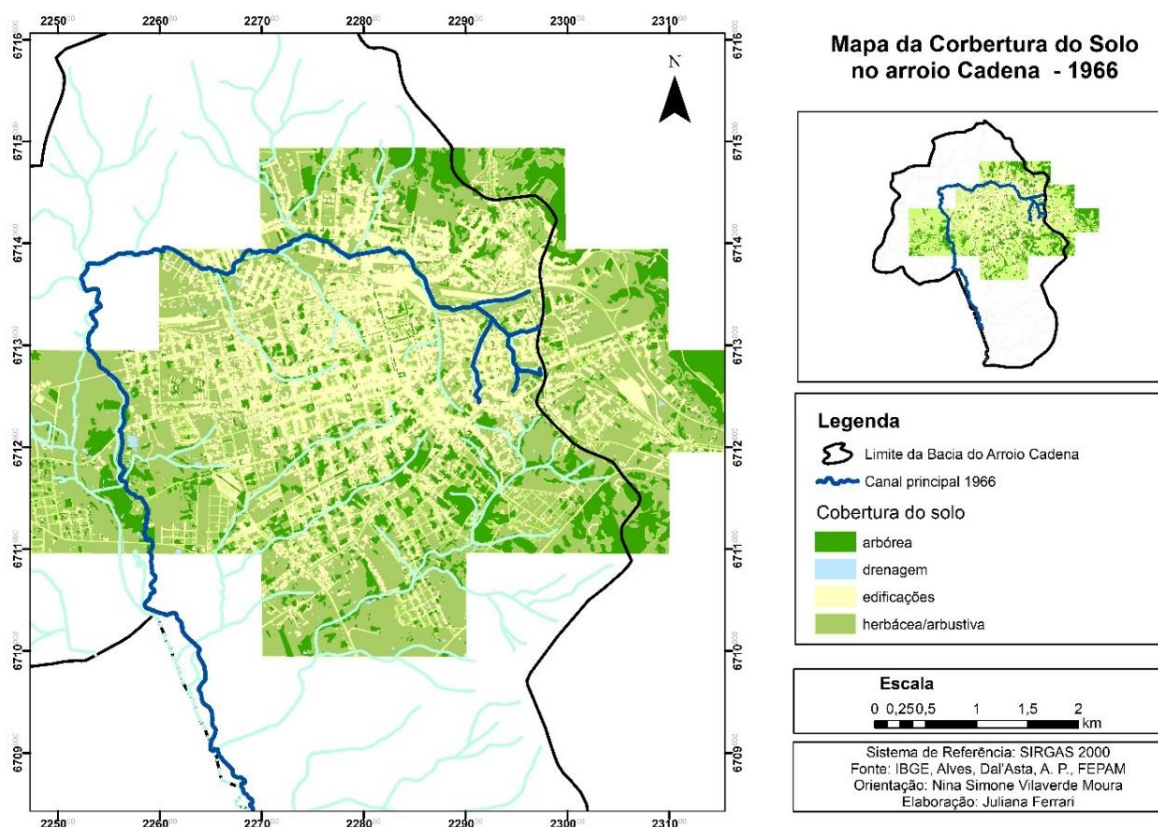


Figura 44 – Mapa da cobertura do solo na abrangência do arroio Cadena em 1966, com base no estudo de Alves (2012). Elaboração: FERRARI, J.

A pressão sobre as áreas de sangas e arroios, e principalmente sobre os nichos de nascentes do Cadena aumentou, e essa área já se encontrava completamente urbanizada conforme interpretado nas cartas de 1966 e nas análises de Alves (2012). Moradias incorporavam-se as matas ciliares e as áreas de encosta do trecho a montante do Cadena. A interação social com esse ambiente a partir da década de 1960 proporcionou a transformação nos processos de erosão e deposição, gerando essa geomorfologia antropogênica ou antropogeomorfologia, a qual tem dinâmica e intensidade expressivamente superior à dos processos naturais e originais.

Associado ao tipo de relevo, os processos podem oferecer benefícios ou riscos socioambientais. Analisando em uma escala local e pontual consegue-se identificar que a morfologia apresentou modificações ao longo das décadas analisadas. As canalizações nos afluentes do arroio Cadena, como já levantado, tiveram início entre 1968 e 1969. Tais intervenções alteraram a vazão do arroio, além de impermeabilizar o solo, resultando em episódios de inundações nas décadas seguintes.

Na fotointerpretação de 1980, considerando que o levantamento aéreo é referente ao mês de janeiro, ainda não há a alteração do canal principal do arroio Cadena (Figura 45). Nas fotografias de 1980 essas obras não haviam iniciado, e o canal ainda corria no seu leito original. A parte central e próxima ao eixo primário de desenvolvimento da cidade de Santa Maria, conforme a mancha urbana projetada para 1801, em 1980 já se encontrava saturada. Visualiza-se que as áreas dos nichos de nascentes estavam completamente urbanizadas, preenchidas por arruamentos, canalizações, tamponamentos, loteamentos. Esse movimento conseqüentemente desconfigurou os terraços existentes na área. Nesse período já eram aproximadamente 154.000 habitantes urbanos.

Entre as atividades antrópicas modificadoras do relevo, ocorre nessa fase intensa extração de argila nas áreas de entorno do canal principal do arroio Cadena, que serviam para as inúmeras olarias que circundavam a região. A planície do Cadena era a principal área de extração, que ocorria de forma significativa em seus aluviões (Figura 46) (DAL'ASTA, 2009).

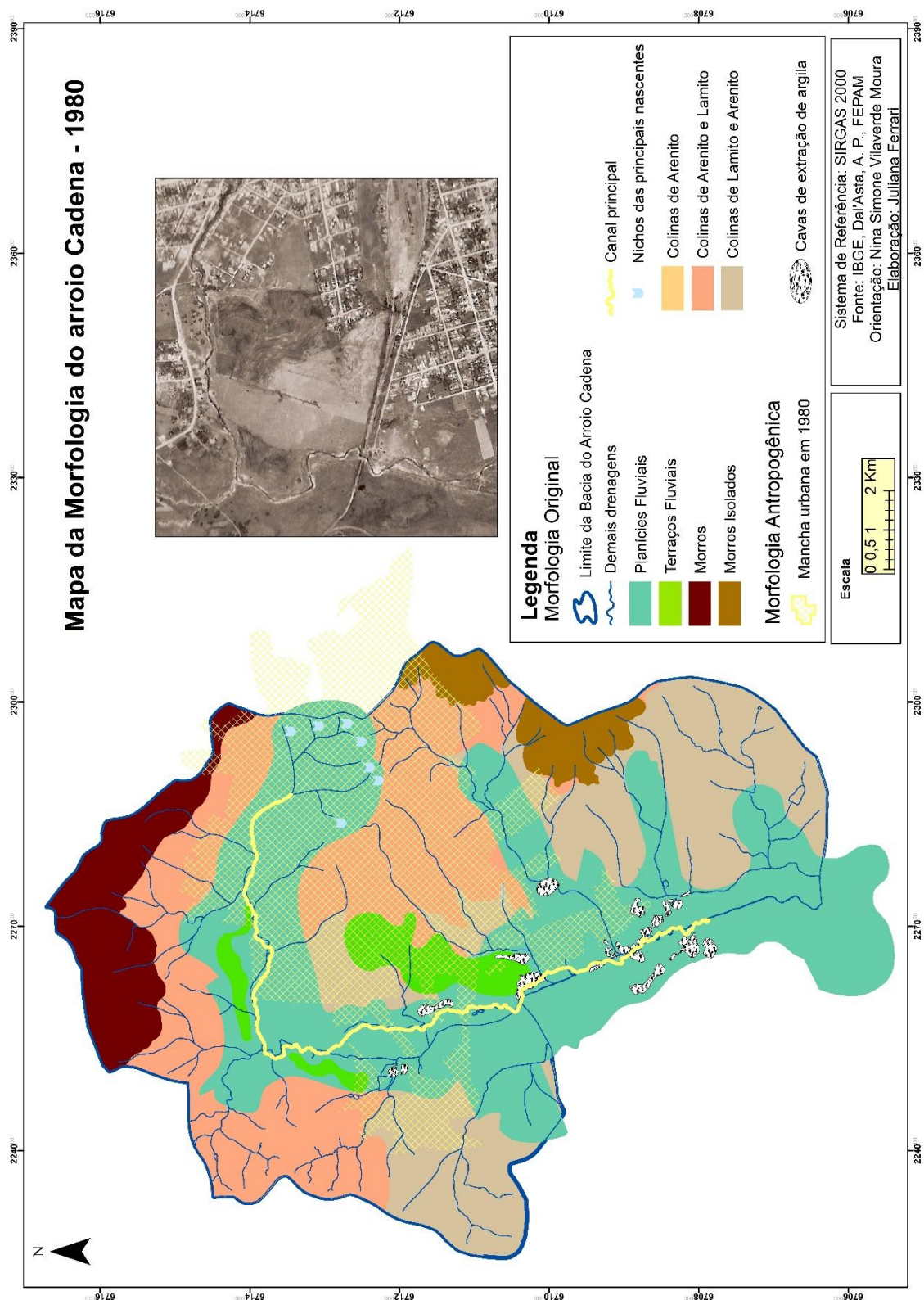


Figura 45 – Mapa da Morfologia do arroio Cadena, com perturbação ativa pelo processo de ocupação de suas margens. Na imagem recorte aproximado da sinuosidade do canal no ano de 1980, quando o arroio ainda mantinha seu canal original. Elaboração: FERRARI, J.



Figura 46 – A construção ao fundo refere-se a uma antiga área destinada a atividade oleira, localizada próximo as margens do arroio Cadena, na Urlândia. Registro dez. 2018. Autoria: FERRARI, J.

Como alternativa e solução de planejamento e expansão urbana para a época, inicia-se um movimento de incentivo para a expansão a oeste. É possível identificar o aumento da ocupação através de novas construções nas proximidades do arroio, bem como novos arruamentos próximos ao canal principal. Entre 1975 e 1980 ocorre uma sequência de ocupações e iniciativas de expansão habitacional a oeste (Cohab Santa Marta, Vila Renascença, Vila Rossi, Estrada da Picadinha, entre outras) que resultaram na abertura de novos loteamentos, como as áreas hoje referentes aos bairros Salgado Filho, Passo D'Areia, Patronato, Juscelino Kubitschek e Urlândia – visíveis na fotointerpretação de 1980 (Figura 47) e compreendidos no processo de condicionantes históricas e socioeconômicas já investigadas e relatados no capítulo V.

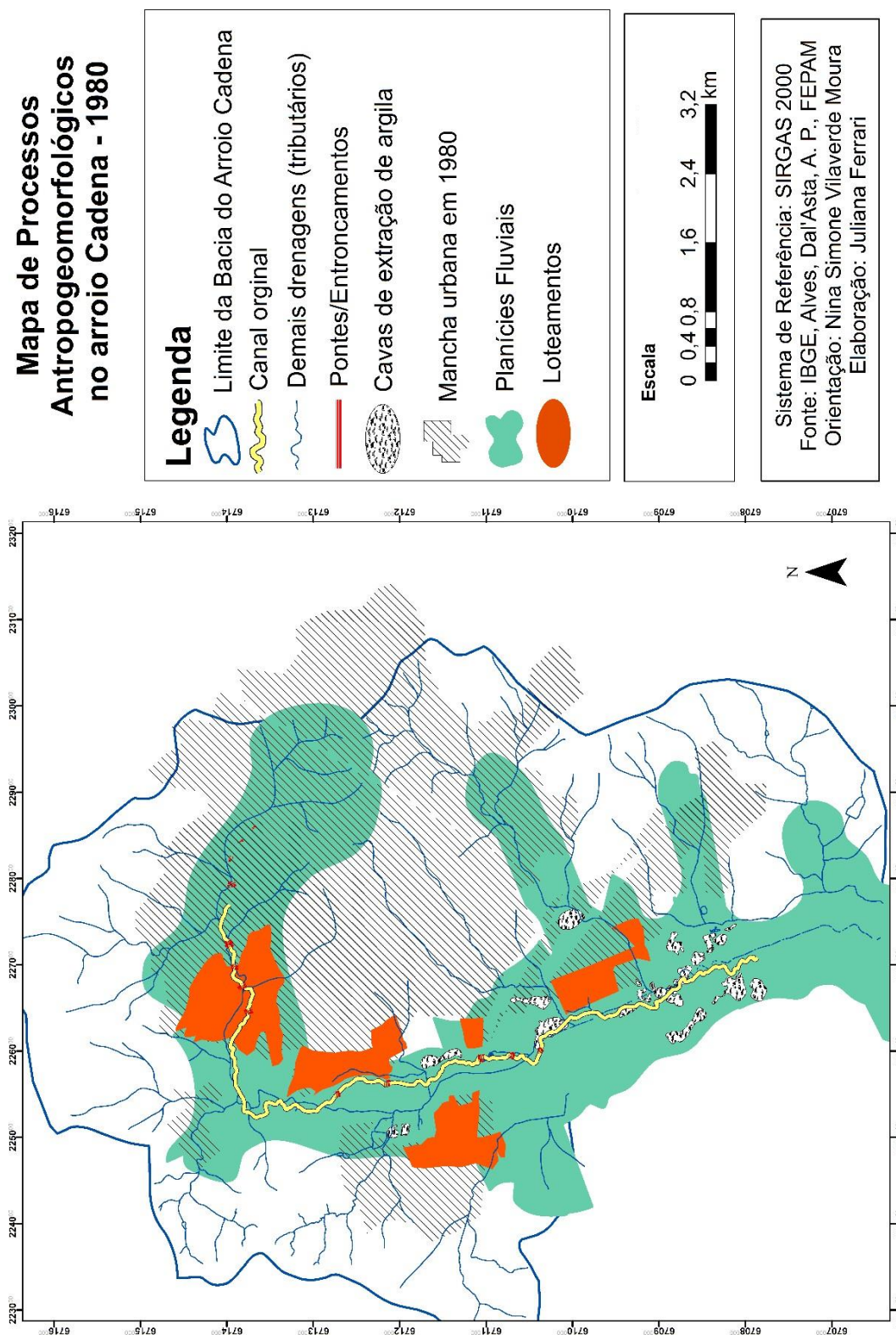


Figura 47 – Mapa de processos antropogeomorfológicos no arroio Cadena, com perturbação ativa. Destaque ao processo de ocupação de suas margens, aqui representado pelos loteamentos. Na imagem o canal ainda era o original, no ano de 1980, porém haviam muitos problemas vinculados a inundação das moradias em suas margens, que sobrecarregavam o escoamento e a drenagem. Elaboração: FERRARI, J.

A planície fluvial continuava sendo modificada pela eliminação da cobertura vegetal, pelo revolvimento do solo durante o processo de loteamento, pela retificação do canal e abertura de canais artificiais para drenagem, e pelos novos arruamentos da área. Todos esses fatores contribuíram para redução da estabilidade dos agregados do solo, expondo-o a ação direta do clima, principalmente a ação pluvial.

O Perímetro Urbano de Santa Maria, e particularmente a bacia hidrográfica do Arroio Cadena, tornou-se alvo de movimentos constantes de solo para demandas de implantação da estrutura urbana. A geomorfologia antropogênica começa a atuar, por exemplo, a partir do momento que a exposição do solo, e ao se deparar com eventos de alta intensa precipitação ocorre a desagregação das partículas e o transporte do solo aos canais fluviais, deixando a sua planície fluvial sujeita a alagamentos, além de ocasionar a formação de sulcos nas litologias mais suscetíveis. Quando os eventos acontecem com proximidade temporal o arroio Cadena fica sujeito a inundações, e o fator potencializador desse fenômeno é a impermeabilização e ocupação das margens e nascentes, sobrecarregando o relevo ali existente e a dinâmica da bacia.

A característica da sua planície é de baixa capacidade de drenagem, causando com facilidade o acúmulo de água, mesmo quando os eventos são de baixa pluviosidade, considerando que possui área com declividade inferior a 2%. Assim se constituiu sua dinâmica dos alagamentos. Conforme já explorado por Maciel Filho (1990) essas características no solo favorecem a formação de sulcos, pois a erosão evolui muito rápido.

A montante, como a velocidade de escoamento foi aumentada pelas obras de canalização, tamponamento e drenagem das águas pluviais, o volume das cheias diminuiu e os processos erosivos foram freados. Porém, contraditoriamente, a consequência foi o aumento da ocorrência de cheias esporádicas no setor a jusante, e processos erosivos de escorregamentos são ativados, como já é consenso na ciência conforme apresentado por Cunha (1995). Essa foi uma consequência do intenso processo de ocupação da área, de impermeabilização do solo, do alto número de intervenções em sua bacia hidrográfica, e a derivada geração de uma geomorfologia antropogênica que ainda vem se manifestando através de processos erosivos e do assoreamento de suas margens.

Como já relatado, houve no decorrer do desenvolvimento de Santa Maria intensa ocupação, principalmente de forma irregular, sobre as formas de Planícies Fluviais e Terraços associados ao Cadena. Processos erosivos lineares ocorreram e

ainda ocorrem pela abertura de novas ruas e pela implantação dos loteamentos, o que caracterizou a fase inicial da urbanização a oeste, causando sulcos e ravinamentos.

Como já constatado, no final da década de 1980 e início da década de 1990 ocorre a transferência, aprofundamento e retificação do arroio Cadena. O leito original, a oeste, é aterrado. O desvio do canal e sua retificação foram medidas de caráter estrutural que objetivavam “solucionar” e amenizar os problemas resultantes da apropriação desse espaço. A proposta visava evitar inundações que aconteciam ao longo do canal nos trechos a jusante— e já havia um considerável número de residências nas proximidades (Foto 1980). As obras foram propostas pretendendo que a modificação do canal proporcionasse a elevação da capacidade de escoamento das águas superficiais. Esse processo de aterramento agiu alterando as declividades e o nível altimétrico da superfície, buscando elevá-la em relação ao seu nível de inundações, intervindo diretamente no seu fluxo hídrico a fim de drenar as águas acumuladas.

Em 1988 aprova-se o Projeto de Canalização do arroio Cadena, sob responsabilidade de empresa licitada, pelo DNOS. A finalidade da obra era evitar novas erosões e alagamentos que vinham ocorrendo em área urbana influenciada pelo Cadena. Com a extinção do DNOS a execução das obras previstas não ocorreu, e o projeto ficou abandonado por dez anos. O desenvolvimento das obras aparece com clareza nas imagens de 1992 (Figura 48). Na análise das imagens é possível identificar com detalhamento a mudança do canal.

Mapa de Processos Antropogeomorfológicos no arroio Cadena - 1992

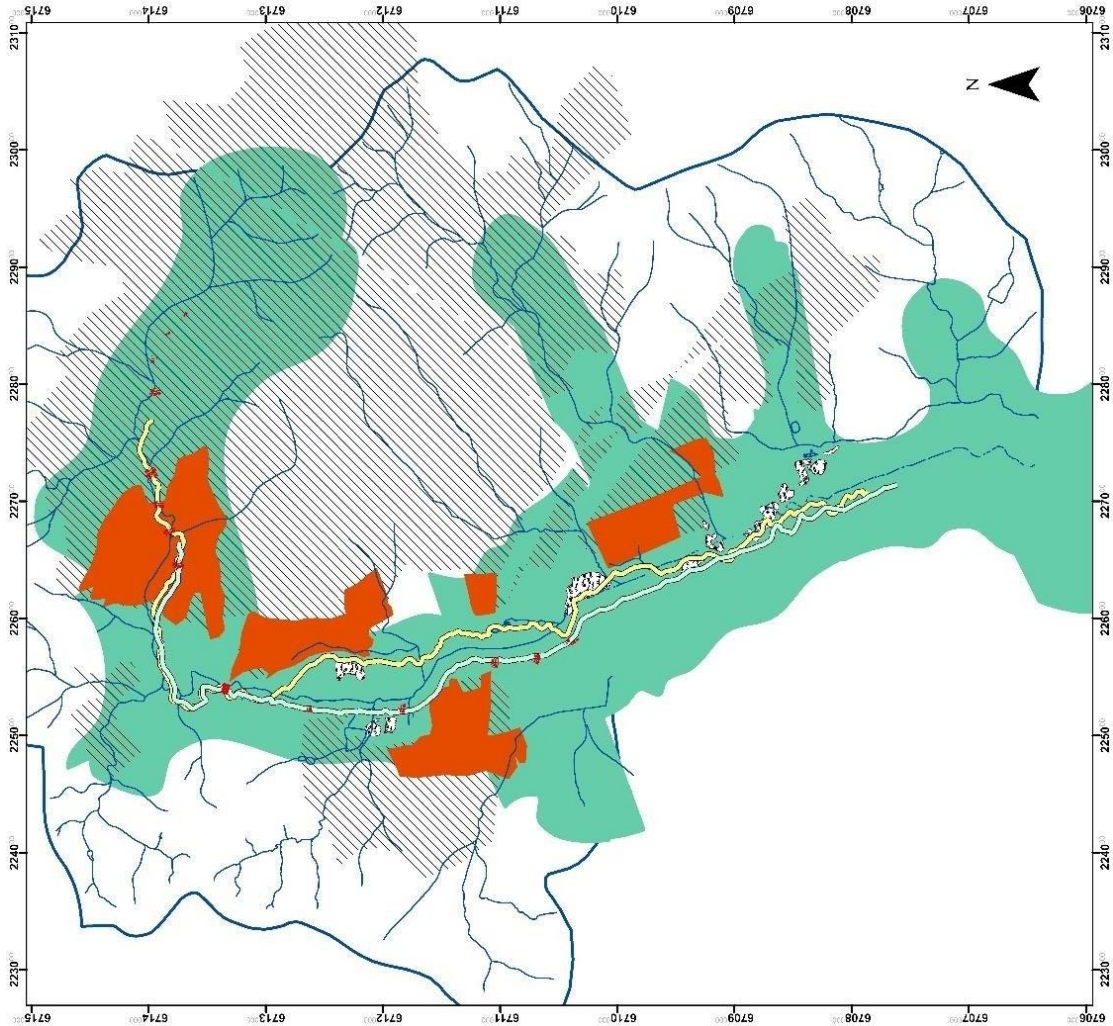
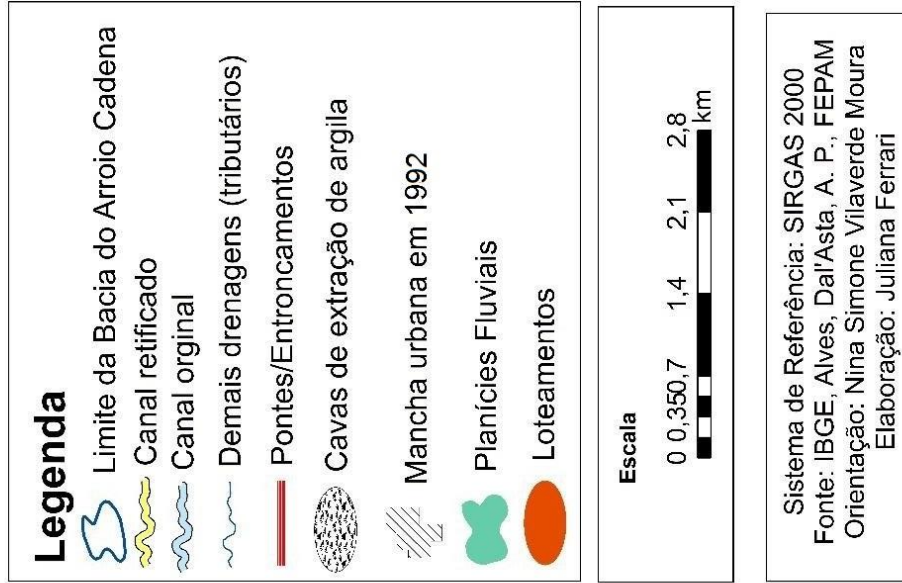


Figura 48 – Mapa de processos antropogeomorfológicos no arroio Cadena, com perturbação ativa. Destaque ao processo de ocupação de suas margens, aqui representado pelos loteamentos. Na imagem o canal já está retificado, no ano de 1992. Elaboração: FERRARI, J.

A intensificação da ocupação na planície fluvial nas proximidades do antigo canal do arroio Cadena já em 1992 ocorria tanto para moradia como para o sistema viário, e criou descontinuidades estruturais e texturais, tendendo a modificações na altimetria da superfície. Também em 1992 existem novas áreas de extração de argila. Até meados da década de 1990 essa atividade se mantém intensa com o grande número de olarias presentes nas áreas vizinhas ao Cadena, alterando intensamente a sua paisagem.

As cavas abandonadas encontram-se a jusante, recebendo todo acumulado fluvial e acabam saturando com as águas pluviais e com o extravasamento do arroio, formando alagados (barreiros), que permanecem cheios de água grande parte do ano, resultando na saturação do solo. Essa dinâmica desencadeia processos erosivos, já que aceleram a dinâmica de inundações, e são contíguas a muitas moradias, ocorrendo atreladas a intervenção antrópica também através da abertura de canais artificiais, ligando as áreas de extração ao canal principal, para drenar as cavas.

No setor a montante, próximo à área central e de maior poder aquisitivo estão as principais canalizações das nascentes e tributários do Cadena. A diminuição da cobertura vegetal nas margens do canal ao longo dos anos também diminuiu expressivamente, sendo outro fator de influência para suscetibilidade do canal a processos e modificações na sua dinâmica.

O canal assumiu o padrão predominantemente retilíneo como resultado das obras de retificação do canal. No entanto é visível na comparação dos recortes temporais, e através do contexto atual vivenciado pelos moradores da região, que o arroio Cadena está tornando a meandrar (verificar subcapítulo 6.2.3), o que tem resultado em inundações em alguns trechos de sua planície. O arroio busca seu próprio equilíbrio, tentando retomar seu leito antigo, que agora encontra com alto grau de urbanização e impermeabilização.

6.2.3 Estágio Morfológico Pós-Perturbação e/ou Antropogeomorfológico

Em 1999 as obras e o projeto (congelado a quase dez anos) foram resgatados, nomeado “Projeto Básico de Canalização do Arroio Cadena”. A proposta abrangia uma extensão de 15 quilômetros do arroio. A situação das erosões já estava agravada. Algumas casas já haviam sido levadas pelo arroio, outras encontravam-se em situação de risco. Conforme relatos de uma síntese organizada na época, as enormes erosões

estavam resultando na deposição no trecho inferior do Cadena, interferindo na drenagem e tendo como consequência constantes episódios de alagamentos.

Nos trechos com menor velocidade de escoamento estava ocorrendo o assoreamento do leito. Como se percebe através da interpretação das imagens e da consulta bibliográfica e documental, o canal principal do arroio Cadena foi retificado, retilinizado, associado a um deslocamento deste para oeste. Os processos também incluíram o alargamento e aprofundamento da calha fluvial. E para conter a erosão dessa “nova” margem do arroio foi necessária uma medida protetiva, que se deu através da instalação de gabiões em um trecho da Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas (Figura 49 e Figura 50).

Como alternativa para suposta recuperação do Cadena e contenção das erosões o projeto abrangia o uso de gabiões e pedras nas paredes laterais do canal aberto, obra de bacia de amortecimento em concreto armado, escavação em alguns trechos, a limpeza, e ainda dragagem do seu trecho inferior. Os gabiões são intervenções que foram feitas para “proteger” as margens e remover os obstáculos de canal. Porém essas obras de engenharia, assim como as anteriores causam impactos no canal e na planície de inundação, por modificar a calha do rio.



Figura 49 - Trecho gabionado do arroio Cadena, localizado na Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas, nas proximidades da Vila Lídia, entre o Bairro Noal e Juscelino Kubitschek. Registro dez. 2018. Autoria: FERRARI, J.



Figura 50 – Trecho gabionado do arroio Cadena, localizado na Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas, nas proximidades da Vila Lídia, entre o Bairro Noal e Juscelino Kubitschek. Registro set. 2011. Autoria: FERRARI, J.

Juntamente com a Prefeitura Municipal, a Universidade Federal de Santa Maria chegou a propor em 1999 um projeto de extensão intitulado “Proposições para restauração e reurbanização de áreas limítrofes ao arroio Cadena”. Porém as medidas não foram executadas e o problema de Santa Maria tornou-se histórico e crônico. Um elevado número de arroios e sangas percorrem o município, cerca de 40. A maioria deste se encontram na cidade, em área urbana, e são canalizados e tamponados. Como consequência da sobrecarga deste em períodos de alta pluviosidade ocorrem alagamentos, falhamentos nos arruamentos, entre outras inferências. Isto é resultado de um crescimento inadequado na maior parte de seu território.

A partir de 2005 aumentou o controle sobre as intervenções no Cadena, quando foi instituída a Lei Complementar nº33, a Lei de Uso e Ocupação do Solo, Parcelamento, Perímetro Urbano e Sistema Viário do Município de Santa Maria. Essa lei incluiu o arroio Cadena nas áreas Especiais de Conservação Natural, definindo-a como “Área de Conservação Natural”. A mesma lei proibiu a canalização fechada de

qualquer curso d'água, estipulando que caberia ao Escritório da Cidade (hoje integrante do Iplan) emitir diretrizes para complementação da canalização de cursos já parcialmente canalizados, após manifestado parecer do órgão ambiental competente. Contudo, nesse período as intervenções mais intensas e de maior extensão já haviam sido efetuadas pelo próprio poder público (como vimos, na década de 1960 com vários processos de canalizações dos tributários, e na década de 1980 no canal principal).

A ocupação antrópica da área que contorna o canal principal, junto ao seu desmatamento e impermeabilização do solo foram e são processos antrópicos dinamizadores, que têm aumentado a intensidade de erosão das margens e deposicional do Cadena. Essas ações ocorrem numa escala espaço-territorial que abrange toda a área de extensão do curso principal e demais tributários da bacia hidrográfica. A impermeabilização é responsável por modificar o fluxo da água na superfície. Os impactos também ocorrem no lençol freático (apesar de não ser explorado na pesquisa), já que os impactos hidrológicos estão interligados e influem na dinâmica de todo o ciclo, mesmo que de forma indireta.

As canalizações alteram o fluxo natural das águas pluviais, tendo as principais consequências potencializadas no trecho a jusante do canal modificado. Os processos antropogênicos iniciaram na região com a redução da cobertura vegetal, afetando todos compartimentos do relevo. O segundo processo em evidência foi a urbanização (Figura 51). No ano de 2010 Santa Maria já apresentava uma população superior a 248.000 habitantes urbanos. Junto a esses dois processos atuaram eventos físico-químicos, como a chuva, e em muitos episódios a variação das condições pluviométricas adversa é responsável pela erosão das margens do arroio, que é mais intensa quando ocorre o transbordamento do seu leito.

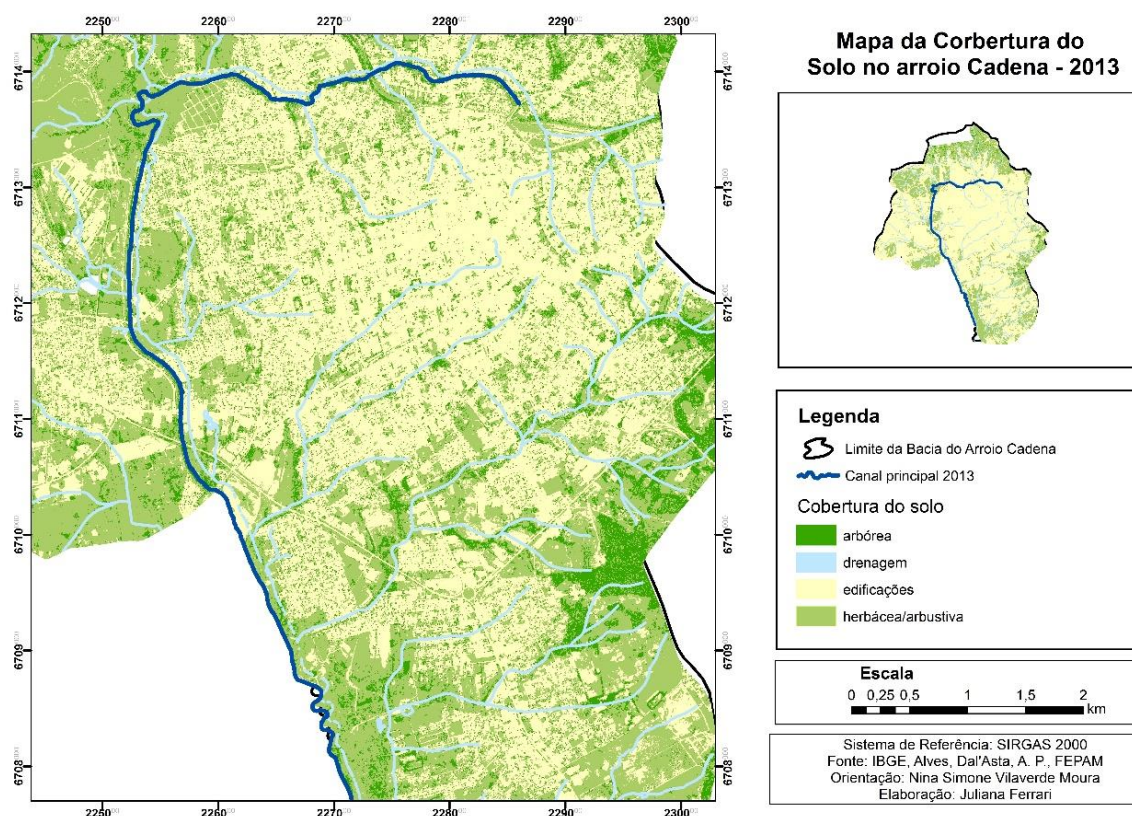


Figura 51 - Mapa da cobertura do solo na abrangência do arroio Cadena em 2013, com base no estudo de Alves (2012), com destaque para alta densidade de edificações no entorno do canal principal. Elaboração: FERRARI, J.

Como resultado da interpretação de 2013 e como produto final do processo de resgate geo-histórico, cartográfico evolutivo e retrospectivo e do reconhecimento de indicadores antropogeomorfológicos tem-se o **“Mapa de Processos Antropogeomorfológicos no arroio Cadena”** (Figura 52), onde os sedimentos recentes do Cadena estão representados nos depósitos fluviais que ocorrem junto a rede de drenagem. A topografia local foi modificada, e novas morfologias foram originadas. Algumas antigas áreas de extração já apresentam nova sucessão florestal, com cobertura aparentemente herbácea.

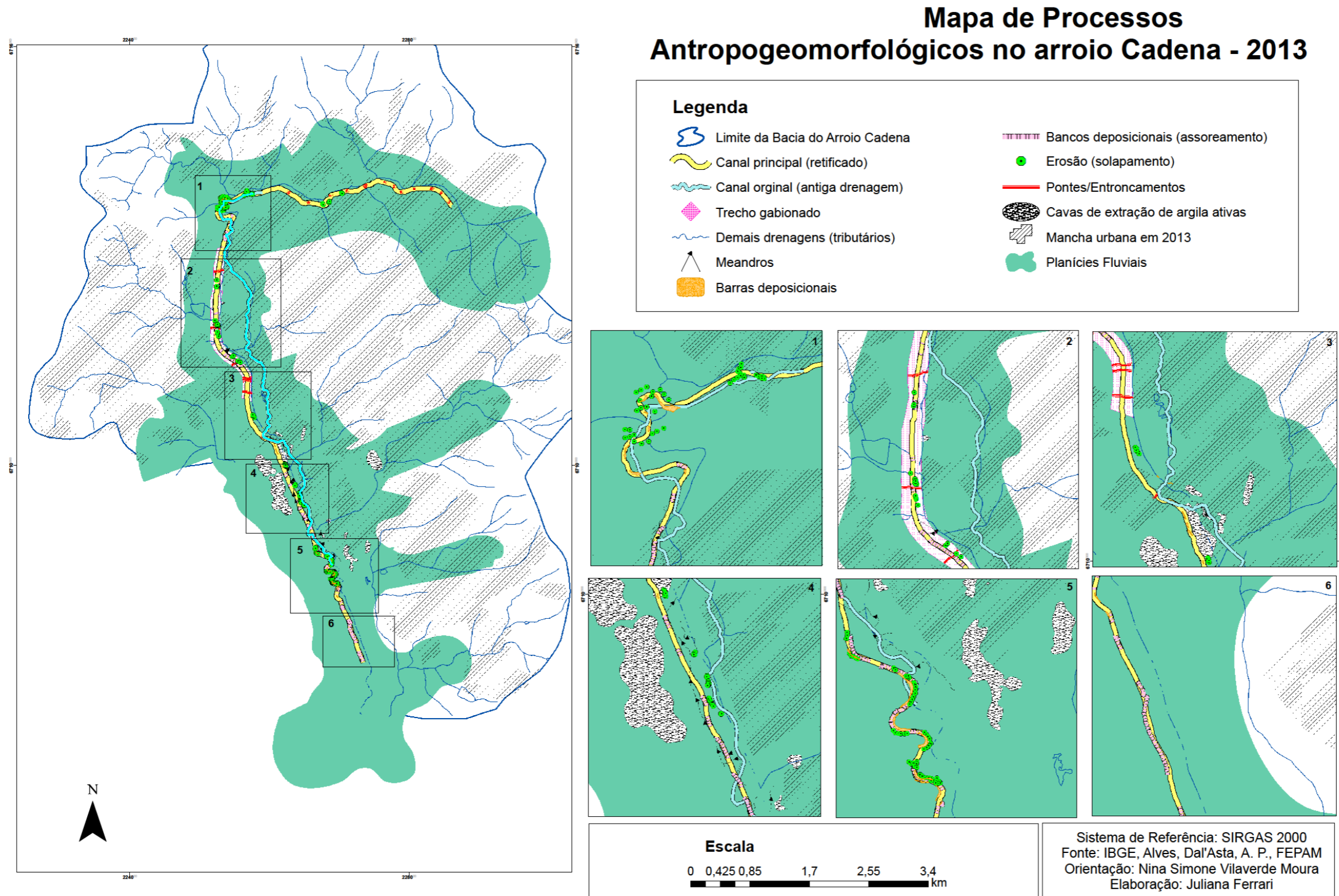


Figura 52 - Mapa de processos antropogeomorfológicos no arroio Cadena ativos em 2013. Destaque para as cavas de argilas, barras deposicionais, bancos deposicionais e pontos de erosão (solapamento). Elaboração: FERRARI, J.

A área ainda sofre impactos pela atividade de olarias para extração de argila, que tem a maioria de suas jazidas abandonadas concentradas em várzeas. Esse tipo de intervenção antrópica, bem como cortes, aterramentos, as atividades de mineração e terraplanagem, geraram modificações morfológicas, e também tem como resultado o escoamento concentrado.

Uma das consequências dessa atividade é o rebaixamento do terreno pela retirada da argila. Na Vila Urlândia **cavas de argila** encontram-se abandonadas, e nos episódios de chuva transbordam. Para sua drenagem canais artificiais são criados, ligando essas áreas ao canal principal. O assoreamento aumenta nos episódios de chuvas intensas, já que os horizontes de solo se encontram expostos, desestruturados, e conseqüentemente mais suscetíveis.

Outra Forma de Relevo interpretada foram os antigos meandros, ou meandros abandonados. O processo deposicional costuma ocorrer nos meandros. As canalizações a montante do canal principal e a intensa impermeabilização do solo principalmente nessas áreas a montante intensificam o escoamento superficial, varia os fluxos, e aceleram processos gerando novas feições. Esses por vezes se desenvolvem através da ação erosiva das margens côncavas ou através do desenvolvimento de bancos sedimentares, causando o desligamento de parte do canal. Na área do arroio Cadena a **erosão** lateral ocorre predominantemente por **solapamento**, quando processo que é caracterizado pela remoção de trechos das margens do canal.

O arroio, é predominantemente meândrico, ou seja, com curvas sinuosas, as vezes largas, porém harmoniosas e semelhantes entre si, gerando a ação de degradação através da escavação nas margens côncavas (maior velocidade) e agradação pela deposição nas margens convexas (menor velocidade) (CHRISTOFOLETTI, 1980). Em função da ação antrópica, através das mudanças no arranjo estrutural o arroio Cadena assumiu também uma feição retilínea. Um único canal pode assumir diferentes formas no seu curso, determinando maior ou menor homogeneidade entre setores da bacia (IBGE, 2009). No entanto a fisionomia de padrão retilíneo é rara na natureza, visto que se refere a uma trajetória sem desvios significativos até chegar à foz, e só é visível no Cadena em função das obras de retificação. Atualmente, pode-se dizer que o arroio Cadena é classificado segundo sua geometria como um canal fluvial meandrante-retilíneo. Essa classificação se dá conforme a sinuosidade, associada a descarga, fluxo hídrico, sedimentos, relevo,

entre outros fatores.

Nos canais meândricos é natural que ocorram processos erosivos e deposicionais, entalhando o relevo. No entanto a pressão urbana e as obras estruturais nos canais alteram essa dinâmica, e criam processos erosivos de origem antropogênica. Esses processos erosivos também têm atuado aumentando a largura do canal, que ocorre devido ao processo de acumulação de sedimentos no seu leito (agradação) que age diminuindo a profundidade fluvial, e interfere na sinuosidade do canal. Os depósitos em trechos meandrantos podem manifestar mudanças de fáceis em resposta a lentos movimentos neotectônicos atuais. O processo de deposição pode resultar a jusante em fáceis de canais entrelaçados com sinuosidade ou anastomosados.

Percebe-se na observação das imagens de 1980, 1992 e 2013 que a sinuosidade do arroio foi gradativamente sendo alterada (Figura 53). As motivações para alteração na sinuosidade estão associadas as obras estruturais nos setores a montantes e próximo aos nichos de nascentes, que através da canalização, tamponamento e intensa impermeabilização do solo redirecionou os fluxos hídricos e modificou a velocidade de escoamento, infiltração e drenagem.



Figura 53 – Recorte comparativo da alteração da sinuosidade entre 1980 e 2013, devido as obras de engenharia a montante que alteraram a hidromorfodinâmica do arroio Cadena, e a jusante assume padrão retilíneo devido as obras de retificação e mudança de leito. Na fotografia de 2013, na área da principal curva do arroio Cadena, percebe-se o aumento da largura das feições sinuosas. Fonte: Iplan. Elaboração: FERRARI, J.

Essa transformação na sinuosidade também redireciona os regimes de sedimentos. Tal alteração também está relacionada com obras estruturais no arroio, já que resultam nas mudanças de fáceis na deposição meandrante. A tendência é de que ocorra a intensificação da deposição a jusante (IBGE, 2009). Essa ação gera como feição os bancos e barras deposicionais, que surgem pela agradação,

degradação e pelo transporte de sedimentos carreados pelo solapamento das margens.

Os **bancos deposicionais** são indicativos do processo de assoreamento do canal. No cenário do arroio Cadena se constata que o principal fator de influência para criação dessas formas foi o antrópico, através das dragagens para conter inundações na década de 1980, e durante o processo de modificação do canal na década de 1990. No processo interpretativo das fotografias é possível identificá-los nas áreas centrais do curso do arroio, com ausência de vegetação. A permanência, dimensão e formas desses bancos de sedimentos estão sujeitos a variação no tempo, sendo mais propícia a acumulação em áreas onde aumenta-se a declividade (FLORENZANO, 2008).

Associada a esse processo, identificou-se na imagem de 2013 a formação de barras de sedimentos laterais, classificadas no mapa como **barras deposicionais**. Estas também ocorrem principalmente nas áreas onde aumenta a declividade do canal, localizando-se próximo as margens do canal, o que as torna mais estáveis e permite que a vegetação se desenvolva sobre esses sedimentos.

Junto a essas modificações deposicionais e processos erosivos de origem antrópica, percebe-se como consequência e impacto a alteração das áreas identificadas como de planície e de terraços. São responsáveis por essa descaracterização das áreas originais de planície e terraços os aterramentos, a abertura de canais artificiais, a eliminação da cobertura vegetal, o revolvimento do solo e a impermeabilização. Todas essas ações interferem alterando as declividades e níveis altimétricos da superfície em geral, elevando a planície para um nível acima do natural das inundações e alterando os fluxos hídricos e de drenagem das águas acumuladas. E essas áreas de terraço e planície, que teriam suas feições transformadas à longo prazo pelos processos evolutivos de erosão, como a denudação e agradação do arroio, e pela alteração dos níveis de suas águas, acabam aceleradas, intensificadas e com sua dinâmica original modificada, formando feições diferentes das que seriam formadas na ausência do antrópico como modificador e potencializador.

Outro fator dessa alteração é o desequilíbrio causado no canal pela ação antrópica, com a ocupação desse relevo atrelada a atividades de extração, abertura de canais, construção de pontes, canalizações nos tributários, ocupação das áreas de matas galeria. As pontes e arruamentos, por exemplo, ocasionam o estrangulamento do canal e interferem no fluxo hídrico natural.

Há intensa deposição tecnogênica, já que além da deposição de sedimentos (assoreamento), ocorre intensa deposição principalmente através de resíduos (lixo) que são descartados diretamente no arroio ou em suas margens (Figura 54) e acabam levados nos episódios de cheias. Tendo como precursor CHEMEKOV (2982, apud OLIVEIRA, QUEIROZ NETO, 1994), os depósitos tecnogênicos são desde os depósitos construídos (como aterros e lixões) até depósitos induzidos, como formas aluvionares resultantes de processos erosivos ou episódios de extravasamento do canal.

Esses depósitos gerados são aceleradores da erosão, que acaba tendo uma origem antropogênica e acelerada, ocorrendo em velocidade superior àquela que seria considerada geológica ou original/natural. Essa ação antropogênica impossibilita a identificação e diferenciação entre os processos erosivos naturais daqueles induzidos pela ação humana. Tais intervenções ocasionam transformações que têm o ser humano como agente geomorfológico, gerando ou intensificando processos erosivos, assoreamento, escorregamentos, que constituem essa geomorfologia como antropogênica.



Figura 54 – Descarte de resíduos sólidos diretamente nas margens do arroio Cadena junto ao trecho gabionado, na Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas. Registro set. 2011. Autoria: FERRARI, J.

Esse descarte inadequado agrava os episódios de inundações, além de contaminar o solo e intensificar seus processos erosivos. Esses resíduos (aqui abordado numa condição de lixo, já que perde sua função e possibilidade de ter um valor agregado) obstruem o sistema de drenagem e degradam as condições ambientais, e interferem na hidrodinâmica e morfodinâmica da bacia hidrográfica, além de implicar riscos a saúde pública devido as baixas condições sanitárias e alto

risco de contaminação.

Esse se constitui um dos problemas ambientais mais graves do arroio Cadena e de seus afluentes, que é resultante da deficiência do serviço público de coleta e da prática irresponsável e inconsciente da população santamariense em sua totalidade (e não apenas dos moradores da região, que descarta seus resíduos de maneira imprudente e utiliza o arroio Cadena como refúgio para “livrar-se” de resíduos de logística e descarte mais complexo, como a exemplo de sofás, fogões e geladeiras (Figura 55). A presença dos resíduos nas margens do arroio aumenta a chance de deslizamentos e intensifica os processos erosivos, já que sobrecarrega o solo e a morfologia ali presente com um material com peso que não condiz com as características originais da área.



Figura 55 – Descarte de resíduos sólidos na planície fluvial do arroio Cadena. Na imagem à esquerda é possível visualizar o descarte de sofás. Sinalizado com a seta em preto a mata ciliar e a rede de destruição elétrica, que encontra-se paralela ao curso do canal principal do arroio Cadena. Na imagem à direita tem-se o descarte de resíduos no arroio Cancela, afluente do Cadena. Os dois registros foram feitos na mesma área, porém de ângulos diferentes, próximo a confluência do Cancela com o Cadena. Registro dez. 2018. Autoria: FERRARI, J.

Em regiões de denudação intensa os canais retilíneos se associam a reativação de antigas linhas estruturais que se prolongam verticalmente e afloram na superfície. No Cadena o canal retilinizado demonstra, principalmente nos episódios de alta pluviosidade, estar buscando seu antigo leito, em uma tentativa de voltar a meandrar. O problema é o impacto dessa dinâmica na população, já que as muitas residências estão contíguas às margens do arroio, não respeitando as áreas de matas galeria. Essa pressão exercida sobre as margens fez com que o canal naturalmente tendesse a regressar ao seu curso normal tornando a meandrar e causando inundações em

outras porções (GOMES, 2013).

Atualmente já se tem a percepção de que a retificação de canais fluviais é inadequada, por ter muito mais impactos negativos do que positivos, sendo sua maioria de ordem geomorfológica. Geralmente a obra de retificação reduz o comprimento do canal e altera o padrão da drenagem e resulta na perda dos meandros, tendo como consequência a modificação da forma do canal e o aprofundamento e alargamento do canal. Isso altera a dinâmica dos afluentes (tributários), pois geralmente tem a dragagem como técnica, que resulta no rebaixamento do nível base local, desencadeando a reativação de processos erosivos nesses afluentes (CUNHA, 1994). No caso do Cadena, nos episódios de inundações, visualiza-se o fluxo hídrico buscando retomar o seu curso original (Figura 56 e Figura 57 – registros de 2018).



Figura 56 – Moradias de baixa renda, margeando a mata ciliar que sinaliza a área do antigo canal do arroio Cadena. Autoria: FERRARI, J.



Figura 57 – Moradias de baixa renda, em áreas de inundação do antigo canal do arroio Cadena. Autoria: FERRARI, J.

Os arruamentos ficam tomados pela água, que acumula e encontra dificuldade de escoamento. Nas imagens acima as casas são construídas na área do antigo canal. Ao fundo das residências a mata ciliar refere-se às margens do atual curso do arroio. Nos lotes visualiza-se a continua construção de novas moradias (Figura 58 e Figura 59 – registros de 2018). Nesta região já houveram algumas tentativas de retirada de famílias das áreas irregulares e de risco, com medidas de realocação.



Figura 58 – Ruas alagadas, em áreas onde o arroio tenta retomar seu leito original, reativando meandros em áreas de alta impermeabilização e ocupação. Autoria: FERRARI, J.



Figura 59 – Construção de novas moradias em áreas de risco. Autoria: FERRARI, J.

Algumas intervenções foram financiadas pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), iniciativa do governo federal com administração do Ministério do Planejamento e execução do Ministério das Cidades, onde no eixo de “Infraestrutura Social e Urbano – Urbanização de Assentamentos Precários” constam dois investimentos, ambos de 2007 a 2010 contemplando o Cadena e sua bacia hidrográfica, com previsões de investimentos de 25 milhões³⁶ e 112 milhões³⁷ de reais. O estágio dos dois projetos consta como “em obras”, já que não foram concluídos. No entanto tem se o conhecimento de que as ações de realocação não funcionaram, pois não contemplavam as necessidades sociais daquelas pessoas. As áreas de realocação eram distantes dos locais que faziam parte da dinâmica de vida destas famílias, e muitas retornaram para as áreas de risco ou migraram para outras áreas nas proximidades de sua antiga localização, mesmo em moradias precárias. Ou seja, o modo como o programa do governo era executado continha falhas.

Outro absurdo administrativo e de planejamento está representado pelo Residencial Videiras. Este foi o primeiro conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida em Santa Maria. Composto por 420 apartamentos, divididos em 20

³⁶ Informações disponíveis em: <http://www.pac.gov.br/obra/26825>

³⁷ Informações disponíveis em: <http://www.pac.gov.br/obra/25258>

blocos, o condomínio que foi entregue em 2011 está localizado exatamente sobre uma área do antigo leito do arroio Cadena, no bairro Passo D'Areia, muito próxima ao novo canal (Figura 60). A área, aterrada, é caracterizada por sua instabilidade.



Figura 60 – Registro do curso do arroio Cadena, em trecho do canal retificado. Ao fundo, no canto direito da imagem estão os blocos do Residencial Videiras, sobre o antigo leito do arroio Cadena. Registro set. 2011. Autoria: FERRARI, J.

Essas áreas com susceptibilidade natural geralmente são desvalorizadas pelo mercado imobiliário. As populações de baixa renda ocupam essas áreas e tornam-se vulneráveis a eventos de risco, como alagamentos e movimentos de massa. A segregação socioespacial faz surgir e se difundir moradias irregulares, sendo direcionadas geralmente a áreas suscetíveis ou de risco. Conforme mapeamento realizado em projeto conjunto da prefeitura com a CPRM, detectou-se que todas as áreas de risco estão associadas ao Cadena (Figura 61).

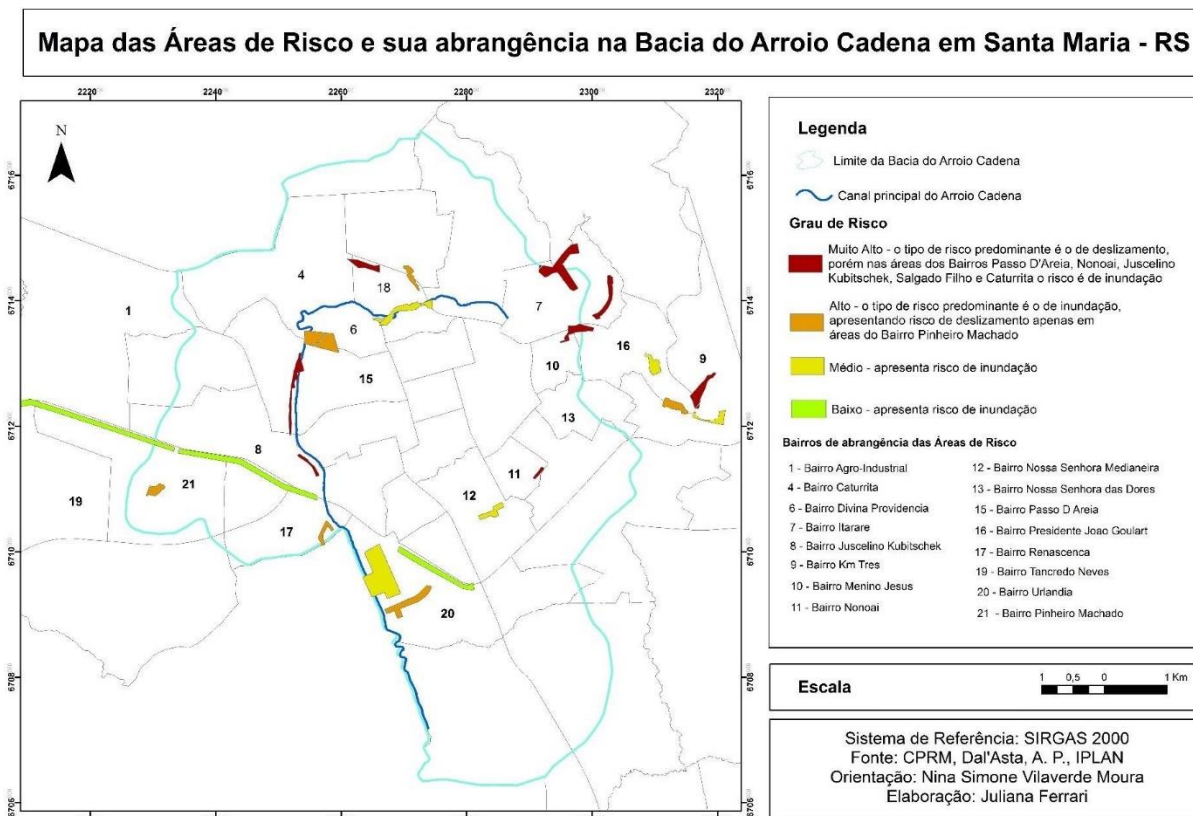


Figura 61 – Áreas de risco a inundação e deslizamentos na Bacia Hidrográfica do arroio Cadena. Elaboração: FERRARI, J.

Grandes obras, como edifícios de grande abrangência foram construídos em cima de arroios. Não houve respeito e cuidado com o desvio dos afluentes, comprometendo e sobrecarregando o sistema de drenagem. A secretaria de Infraestrutura, Obras e Serviços alega que algumas situações não têm mais como resolver, e quando há soluções os custos com remediações é alto. A sobrecarga também fragiliza o solo e a morfologia, modificando o relevo, causando ondulações e buracos no asfalto.

A falta de infraestrutura, através da ausência de drenagem e saneamento, nessas áreas tem como consequência o escoamento concentrado, que mobiliza sedimento, como registrado no contexto do Cadena, e caracteriza a fase intermediária da urbanização (MOROZ-CACCOA GOUVEA, 2010). A abordagem espaço-temporal dos processos geomorfológicos permitiu compreender a evolução dos fenômenos sobre as compartimentações do relevo e as implicações deles na paisagem. Identificou uma morfodinâmica com processos ativos de solapamentos e assoreamento. Eles serviram como indicadores das modificações. Percebeu-se que as intervenções antrópicas criaram e induziram, intensificaram, ou ainda modificaram

o comportamento de alguns processos geomorfológicos perceptíveis nas feições do relevo.

Hoje essa morfologia está sob ação antrópica, descaracterizada por diversas interferências diretas e indiretas. A bacia do arroio Cadena apresenta as maiores intervenções antrópicas ocorrendo juntamente aos demais afluentes. Aqui não foram analisadas as intervenções e as modificações morfológicas nesses outros canais tributários. Mas, tem-se o entendimento de que a antropização deles, através de canalizações (e muitos deles têm canalizações fechadas ou mista) e barramentos, influenciam na dinâmica hídrica da cidade, e conseqüentemente, na dinâmica do canal principal de sua bacia.

Ao canal principal do arroio Cadena estão associados depósitos fluviais que recobrem $\frac{1}{4}$ da bacia. As margens dos canais de drenagem são formadas por depósitos quaternários inconsolidados. A resistência dessas formações a processos erosivos é baixa, estando susceptíveis a processos de ravinamentos e escorregamentos. A população santa-mariense atua como geradora, modificadora e intensificadora desses processos morfológicos. A morfologia atual é um resultado das interações entre os fatores biológicos, físicos e antropogênicos, que constituem essa antropogeomorfologia aqui debatida. A evolução da paisagem de Santa Maria é resultado da dinâmica instável entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos.

Os projetos de canalizações e retificações envolvendo rios e arroios surgiram na engenharia hidráulica, que excluía a abordagem ecossistêmica. Em um período posterior passou-se a entender o rios e arroios como sistemas naturais e vivos e junto surge a abordagem hidrogeomórfica. Em um momento mais atual surge como nova abordagem a bioengenharia, ou engenharia natural, onde visa-se a revitalização e descanalização das bacias hidrográficas.

Portanto já há o entendimento técnico de que a canalização não é uma solução para o controle de inundações, e que há impactos físicos negativos associados a estruturas de urbanização como impermeabilização do solo, implantação de canais artificiais para rede de drenagem e a canalização, seja aberta ou fechada. Com a cobertura dos canais urbanos os pontos de inundação são apenas transferidos de lugar dentro do sistema de bacias cimentadas (TUCCI, 1995). Como já abordado no decorrer da pesquisa, a velocidade do escoamento da água da chuva é aumentada, e essa interferência altera a dinâmica de recarga de aquíferos, além de intensificar os processos erosivos pelo aumento da produção, transporte e deposição de

sedimentos, acarretando as mudanças morfológicas as quais foram constatadas nesta pesquisa, como mudanças na fisionomia e na geometria.

Nas obras de canalização o próprio canal recupera sua geometria (sinuosidade) em poucos anos. O padrão de drenagem pode ajustar-se em uma década. Porém leva mais de um século para adaptar-se a um novo equilíbrio de drenagem (CUNHA, 2006). Tal afirmação foi verificada nas interpretações e análises desta pesquisa. O arroio Cadena busca recuperar sua sinuosidade, reativando antigos meandros e criando novos. O extravasamento do canal, as alterações na dinâmica de escoamento e as modificações nos processos deposicionais criam novos condicionantes meandros (TUCCI, MENDES, 2006), sendo isso característico de áreas de menor declividade, onde há essa tendência de meandrar.

A alternância de padrões no canal principal do arroio Cadena sinalizam mudanças no arranjo estrutural da área. As feições e formas atuais são resultados da ação antrópica ao longo da história. Identificar o quanto essa paisagem foi modificada nesse resgate cronológico colabora na compreensão da dinâmica da paisagem, de seus componentes e possibilita uma comparação entre a paisagem.

Apesar de muitos dos documentos cartográficos consultados e utilizados serem de períodos posteriores as intervenções, ou muitas vezes não fornecerem o detalhamento de informações, estes servem como uma ligação para interpretação do ambiente original. São essas as chamadas “janelas interpretativas”. Assim foi possível resgatar os relatos e ilustrações referentes ao início do surgimento de Santa Maria, e contrapor com a atual constituição da cidade e do arroio Cadena, trazendo como resultado a Morfologia Original e Antropogênica aqui apresentada.

Considerações Finais

Para compreensão do contexto atual, sob o ponto de vista socioespacial, é necessário centralizar a produção do espaço no debate sobre o urbano e a sociedade urbana. Toda vivência humana tem uma realidade espaço-temporal, ou seja, tudo acontece num determinado recorte de tempo, em algum lugar com especificidades, e isso caracteriza e dá conteúdo as ações humanas (CARLOS, 2012). O urbano é um processo contínuo de transformações, as quais ocorrem em intervalos de tempo cada vez menores. E por isso a necessidade de pensar a cidade como virtualidade, possibilidade futura de realização da vida.

A consciência individual e de grupo é formada tanto pelo desenvolvimento quanto pela cultura, em diferentes tempos históricos. O fato de nosso modelo de desenvolvimento criar legislações e campanhas de sensibilização, que apesar de serem protecionistas, baseiam-se em visões antropocêntricas, intensifica as relações de poder. O desenvolvimento é inerente ao ser humano, porque são atitudes planejadas para um determinado fim. Conforme alguns pesquisadores afirmam, desenvolvimento foi uma invenção pós Segunda Guerra Mundial, e conquistou sua dominação pelo discurso da necessidade. Hoje vivemos uma fase pós-desenvolvimento.

No processo de compreensão dessa realidade social, coloca-se o espaço como conceito e prática, tendo no movimento de sua produção e reprodução a chave para compreensão da dinâmica atual. A centralidade da análise desse espaço em questão foi focada na produção do espaço como criação civilizatória, social e histórica. Através do resgate do processo de ocupação e das transformações impulsionadas pela urbanização na área de estudo, percebe-se que muito além do arroio Cadena como uma parte individualizada, aqui tratamos de Santa Maria. Um conjunto de interações, resultante de um processo histórico cumulativo. “A cidade é a obra de todos para cada um – é a história particular realizando-se como história coletiva (...)” (CARLOS, 2012, p. 98). O processo de urbanização extrapola o crescimento da cidade, sendo um sistema complexo e amplo, e fundamenta um processo intenso de transformação de formas e conteúdo. Nesse processo de desenvolvimento de Santa Maria e do Cadena, com a investigação de parte da sua origem e do que se tornou, abriu-se também um debate relacionado a sociedade urbana. “A cidade vai se transformando à medida, que a sociedade vai se metamorfoseando” (CARLOS, 2012, p.107).

Precisa-se orientar um planejamento e gestão, agora, com ações corretivas emergenciais, mas que almejem o caráter preventivo. O saneamento ambiental é um dos instrumentos de controle e redução de risco, porém atender e ordenar as áreas periféricas é um desafio. Para tanto, é necessário que haja planejamento adequado, de modo que os problemas atuais sejam solucionados, e os cenários futuros dessa dinâmica de urbanização e crescimento demográfico na bacia hidrográfica do arroio Cadena sejam previstos, a fim de antecipar e prevenir problemas futuros.

De certa forma o planejamento urbano sempre existiu. Leis sempre foram criadas contemplando o planejamento. No entanto esse planejamento muitas vezes ocorreu de modo falho, considerando que a ciência e as pesquisas evoluíram,

demonstrando que muitas técnicas e metodologias antes aplicadas já não são adequadas. Outro impasse está na gestão pública. Algumas medidas planejadas não têm continuidade após os quatro anos do governo. Com a mudança da gestão, muitas vezes mudam os objetivos de investimentos urbanos.

No desenvolvimento desse estudo construiu-se uma linha do tempo do processo de ocupação e expansão da cidade de Santa Maria, e isso se deu através dos resgates históricos e geográficos. A riqueza de informações proporcionou um melhor entendimento da dinâmica, caracterização, e história que a área de estudo – o arroio Cadena – carrega consigo. Sem essa exploração expansiva não seria garantido um resultado tão detalhado e que também narra uma história: A história do arroio Cadena.

Santa Maria têm gerado um crescimento em cadeia no decorrer de sua história, considerando que suas políticas impulsionaram o desenvolvimento regional. Porém é necessária a adequada gestão dos seus recursos humanos, materiais e naturais, para que as demandas sejam alocadas com maior eficácia. A educação é uma das alavancas para a promoção do desenvolvimento econômico e territorial sustentável. É constatado o aumento da produtividade, inovação e autonomia da população e trabalhadores quando possibilitado o acesso ao ensino superior. Santa Maria é precursora no ensino superior no interior do Estado. A cidade descentralizou, atraiu e ainda atrai recursos e investimento federais através de suas universidades, faculdades, institutos de ensino, sendo referência na pesquisa e extensão. Porém falha, ao não direcionar todo esse potencial científico, de conhecimento, inovações e de mão de obra para suas necessidades e demandas básicas.

Assim, afirma-se aqui que esse estudo esteve alicerçado em se comprometer a não criar uma visão fragmentada e isolada. Com a análise das transformações na planície fluvial, decorrentes da urbanização, pode-se constatar que são necessárias ações conjuntas. O saneamento ambiental precisa ser priorizado na bacia hidrográfica do arroio Cadena. Compreendendo saneamento como um conjunto de ações, além dos serviços públicos básicos (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos e o manejo das águas pluviais urbanas³⁸), bem como a disciplinarização da ocupação e uso do solo, de modo que seja promovida a melhoria

³⁸ Conforme Lei 11.445 de 2007, que estabelece as diretrizes e a política nacional do saneamento básico.

das condições de vida no meio urbano, assegurando a salubridade ambiental³⁹ e reduzindo os impactos ambientais antrópicos negativos. Ainda é necessária a regularização do lotes e moradias existentes, criando projetos que atendam às necessidades básicas dessas populações e transformem esse processo sintomático de marginalização e de exclusão social associada ao arroio Cadena. E assim, congelando a longo prazo as ocupações em áreas de risco.

A ausência de ordenamento territorial atualmente é um impasse. As soluções dialogam com a perspectiva de ver a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento, incluindo também nessa gestão os interesses sociais. Sugere-se a exploração das cinco facetas de gestão destacadas por Downs, Gregory e Brookes (1991). Assim, a gestão integrada de bacias envolve: água, canal, terra, ecologia e atividade humana. Em função da conectividade dessas múltiplas facetas, é necessário entender a rede de canais e fluxos de uma bacia a partir de sua continuidade e interconectividade, que resulta nos processos físicos que interferem na estabilidade desse sistema hidrogeomorfológico.

Quando executadas pontual e mesmo isoladamente, as intervenções no arroio têm impactos e implicações tanto a montante e como a jusante do canal, impactando toda a rede fluvial integrante da bacia. Sendo necessário, portanto, estratégias que contemplem o nível conceitual e operacional, com uma visão dinâmica da rede de drenagem.

Mesmo sendo constante a sua aparição entre os debates, pesquisas e abordagens, o arroio Cadena ainda não conquistou seu devido espaço e importância perante a gestão pública e os projetos ambientais. Levantamentos e análises são realizados, propostas são apresentadas. Mas não ganham vida, ficam apenas no papel. Como pode-se ver no decorrer da pesquisa, ao longo das últimas décadas diversos cursos das instituições de ensino apresentaram diagnósticos, projetos e propostas para o arroio. Porém, crítica principal diante disto é a de que esses trabalhos acabam esquecidos em bibliotecas, acervos digitais, ou apenas são retomados em meio as demais pesquisas acadêmicas. A própria academia pouco tem se articulado para criar um diálogo entre suas diversas áreas de formação em busca de soluções

³⁹ Entende-se a salubridade ambiental como qualidade das condições em que vivem populações urbanas e rurais, no que diz respeito à sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças veiculadas pelo ambiente, bem como favorecer o pleno gozo da saúde e o bem-estar físico, mental e social (ROLNIK; PINHEIRO, 2004).

aplicáveis para a cidade de Santa Maria. Enquanto, se houvessem iniciativas que reunissem a riqueza intelectual da qual mune-se a universidade com seus alunos e pesquisadores, e então articular equipes multidisciplinares para executar e atender interdisciplinaridade e complexidade que esse sistema exige, os problemas ambientais e de infraestrutura seriam administrados e controlados, mesmo que em um processo lento.

A interdisciplinaridade surge como um viés que viabiliza a compreensão do todo, e constrói uma teia para interligar as áreas de conhecimento e relações sociais. Não precisamos apenas do desenvolvimento sustentável, mas de uma sociedade sustentável. E esses valores são resultados das práticas e do cotidiano da vida social. Japiassu (1976) afirma que as ciências humanas estão em plena evolução no nível das ideias diretrizes, no nível dos problemas e no nível dos métodos de pesquisa. Ao tratar dos “Níveis de projeto interdisciplinar” o autor aborda a dificuldade de estabelecer uma metodologia ajustada, visto as diversificadas possibilidades de trabalho e os vastos horizontes. Ainda na abordagem de Japiassu (1976), a reflexão crítica estabelece a pesquisa interdisciplinar na medida em que é capaz de esclarecer seu sentido e de justificá-la racionalmente. Mesmo que diferentes os métodos da tarefa e da reflexão, são convergentes e complementares, já que só há reflexão se houver um conteúdo lhe dando suporte.

Cabe a reflexão: como conseguimos assistir o resultado falho de um suposto desenvolvimento urbano, sem qualidade ambiental, sem qualidade de vida? A compreensão dos processos geomorfológicos existentes extrapola os limites políticos-administrativos, pois refere-se a uma unidade territorial que carrega relações físicas e sociais e permeia espaços no decorrer do tempo geológico e histórico.

Aqui cabe abordarmos que falamos de um lugar. Lugares são criações humanas, que os seres humanos habitam, e que depois de um tempo também passam a habitar os seres humanos. Ser humano e lugar se complementam, um não existe sem o outro. Lugares têm história tecidas em sua construção (GONÇALVES, L. F., 2010). Esse lugar é Santa Maria, o coração do Rio Grande. Uma cidade rica de pessoas, de conhecimento, acolhedora. Porém pobre ambientalmente. A boca do monte tornou-se cinzenta, suas águas e seus verdes foram esquecidos. Sua riqueza histórica e cultural, no qual o Cadena percorre as entrelinhas, estão esquecidas e suprimidas por novos edifícios, avenidas, arruamentos e canalizações que soterram a história que corre pelas águas ali existentes.

A partir dos contratempos vivenciados no desenvolvimento do estudo, é necessário frisar a urgência em preservar e restaurar as referências históricas e culturais locais. O descaso com os acervos e instituições públicas, a falta de manutenção e de centralização dos materiais e informações desconstroem a continuidade de uma história, que por esses fatores corre o risco de ser contada erroneamente. Essa realidade enquadra-se para muitas cidades interioranas, cidades pequenas e cidades médias. No caso de Santa Maria, poucos materiais estão digitalizados, e não existe demanda para que as versões digitais sejam mantidas em acervos da prefeitura quando digitalizados para fins de pesquisa acadêmica. Ou seja, a cada projeto pesquisadores acessam diversos materiais, repassam os mesmos para o meio digital. E muitas vezes esse material já foi digitalizado por outro pesquisador anteriormente, porém não há interesse por parte da iniciativa pública em arquivá-los e criar um inventário. Muitas cartas, aerolevantamentos, fotografias, livros, entre outros materiais, encontram-se em condições precárias, deteriorados pela ação do tempo, por vezes amarelados, rasgados, e fora de ordenamento. Alguns dos acervos impossibilitam o acesso aos materiais por essa falta de organização. E assim perde-se a oportunidade de propagar uma riqueza de informações.

Com o resgate feito a partir desse estudo espera-se que os dados temporais sirvam, juntamente com outros estudos e projetos já elaborados, para definição de estratégias pela gestão pública, e que atente para a importância das informações históricas no contexto do desenvolvimento e planejamento urbano. Espera-se que motive a formação de novas parcerias, seja entre poder público e privado, seja através de projetos executados e propostos pela acadêmica por meio de órgãos fomentadores, a fim de buscar uma gestão participativa, considerando que o conhecimento científico precisa e merece ser compartilhado.

São necessárias políticas ambientais urbanas que considerem a proteção e controle da qualidade dos recursos hídricos, que observem as condições geomorfológicas e as dinâmicas que estas envolvem, que minimizem as ocupações de encostas. É necessário considerar os serviços ambientais que podem estar atrelados ao arroio Cadena. Atentando a esses fatores e prospectando a educação ambiental, a inserção de vegetação na área e o controle da poluição através do saneamento, contribui-se com a gestão ambiental urbana. Por fim, é necessário dar continuidade as iniciativas e propostas, mantendo o debate e o arroio Cadena vivo no passado, no presente e no futuro da população santa-mariense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMO, P. A cidade Com-fusa: a mão inoxidável do mercado e a produção da estrutura urbana nas grandes metrópoles latino-americanas. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais/ANPUR**, V. 9, N. 2, 2007, p. 25-53.
- ABREU, A. A. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista do Instituto de Geografia da USP**, v.4(1/2), p.5-23, 1983.
- AB'SABER A.N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia, São Paulo, 18, **IGEOP-USP**. p.1-23. 1969.
- AIXALA, A. F. Paisajes Urbanos. In: BUSQUETS, J. y CORTINA, A. (coords.) (2009): **Gestión del paisaje**. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje. Barcelona: Ariel. Patrimonio. p. 41-62.
- ALVES, D. B. Cobertura vegetal e qualidade ambiental na paisagem urbana de Santa Maria (RS). **Dissertação (Mestrado em Geografia)**. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.
- AMADOR, M. B. M. O Pensamento de Edgar Morin e a Geografia da Complexidade. **ANAP Brasil**, v. 2, p. 60-76, 2009. Disponível em:<http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/15>. Acesso em: nov. 2016.
- ANGELIN, R. Mulheres, ecofeminismo e desenvolvimento sustentável diante das perspectivas de redistribuição e reconhecimento de gênero. Estamos preparados? **Revista Eletrônica Direito e Política**, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v.9, n.3, 3º quadrimestre de 2014. Disponível em: www.univali.br/direitoepolitica - ISSN 1980-7791.
- ARAÚJO JR, A. C. R.; BARBOSA, E. J. S. a estrada e a paisagem: como a antropização atua sobre o relevo (um ensaio de Geomorfologia Ambiental). In: **XVI Encontro Nacional de Geógrafos**, 2010, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: AGB, 2010.
- BECKER, I. I. B. O que sobrou dos Índios Pré-históricos do Rio Grande do Sul. In: _____. **Pré-História do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo. Ed. UNISINOS, 1991, 107-132.
- BELÉM, J. **História do Município de Santa Maria**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1989.
- BELTRÃO, R. **Cronologia histórica de Santa Maria e do extinto município de São Martinho:1787 – 1930**. Santa Maria: Editora Pallotti. 1958.
- BERGES, B. Geomorfologia urbana histórica aplicada à análise das inundações na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca – São Paulo/SP. **São Paulo, 2013**. 184 p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-17122013-125259/pt-br.php>. Acesso em: nov. 2016.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Revista Ra'E Ga**, n.8 Ed. UFPR, Curitiba, 2004, p. 141-152.

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.

BORTOLUZZI, C. A. Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. **Dissertação (Mestrado em Geociências)** – Porto Alegre: Instituto de Geociências/UFRGS. 1971. 162 p.

BOTEGA, I. da R. Urbanização e Ocupações na formação da periferia de Santa Maria-RS na segunda metade do século XX. In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs). **Nova história de Santa Maria: outras contribuições recentes**. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores, 2012. p. 19-30.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> .

BRITO, F. S. R. de: “Projetos e Relatórios. O Saneamento de Santa Maria, Cachoeira, Passo Fundo, Rosário e Cruz Alta”. In:____. **Obras Completas de Saturnino de Brito**, Vol. XI. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

CAMPOS, M. M. S. Expansão e interiorização do ensino superior no RS. **Carta de Conjuntura FEE**, Porto Alegre, Ano 24, n. 5, p. 3, maio 2015. Disponível em: <http://carta.fee.tche.br/article/expansao-e-interiorizacao-do-ensino-superior-no-rs/> . Acesso em: out. 2017.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982.

CARDOSO, E. **Um momento na vida do município de Santa Maria**. 1940.

CARLOS, A. F. A. A “Geografia Urbana” como disciplina: uma abordagem possível. **Revista do Departamento de Geografia-USP**, vol. especial 30 anos, p. 92-111, 2012.

CASTRO, I. E. **Análise geográfica e o problema epistemológico da escala**. Anuário do IGEO, Rio De Janeiro, 1992. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1992/vol_15_21_26.pdf>.

_____. “O problema da escala”. In: CASTRO, I. E. et al. (Orgs.) **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro, Bertrand, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COSTA, C. A. S.; LOUREIRO, C. F. B. Interdisciplinaridade e educação ambiental crítica: questões epistemológicas a partir do materialismo histórico-dialético. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 693-708, Set. 2015.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**, 2 ed., Bertrand Brasil. p. 211-252. 1994

CUNHA, S. B. Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do rio São João (Rio de Janeiro Brasil). Rio de Janeiro: edição do autor. **Tese** (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. 415 p. 1995.

CUNHA, S. B.. Sistemas naturais de grandes rios: degradação e recuperação. In: BORZACCHELLO, J; S.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. (Org.). **Panorama da Geografia Brasileira**. 1ed.São Paulo: ANABLUME, 2006, v. 1, p. 319-336.

DAL'ASTA, A. P. Elaboração de zoneamento geoambiental para o perímetro urbano de Santa Maria-RS. 2009. 198 f. **Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências)** - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

DOWNS, P.W.; GREGORY, K.J.; BROOKERS, A. How integrated is river basin management. **Environmental Management**, 15(3). p. 299-309. 1991.

ELORZA, M. G. **Geomorphology**. London, Taylor & Francis. 2013. 600p.

EMBRAPA. **Zoneamento edáfico de culturas para o município de Santa Maria – RS, visando o ordenamento territorial** / Carlos Alberto Flores, José Maria Filippini Alba, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2015. 309 p.

FEE. Fundação de Economia e Estatística. **Perfil Socioeconômico COREDES**. Porto Alegre, FEE. Disponível em: <<https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Central>>. Acesso em: out. 2017.

FERRARI, J.; PASQUALI, Í. S. R. Dimensões da Problemática Ambiental no Arroio Cadena, Santa Maria, RS. In: **30ª Jornada Acadêmica Integrada**, 2015, Santa Maria. 30ª Jornada Acadêmica Integrada.

FIGUEIRÓ, A. S. Tradição e Mudança em Geografia Física: apontamentos para um diálogo interno. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (org). **Diálogos em Geografia Física**. Santa Maria: Editora UFSM, 2011.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FLORESTA, F. A. V. Rede Hidrográfica Local: um passeio geohistórico. **A RAZÃO**, Santa Maria, RS. 03 maio 2011. p. 2.

_____. Santa Maria e o Arroio Cadena. **A RAZÃO**, Santa Maria, RS. 18 ago. 2011. p. 2.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o Ambiente Urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, n.16, p. 76-80, 2005.

GIARETTA, J. B. Z. Participação social e gestão ambiental municipal no Brasil: desafios e condicionantes. 2011. **Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental)** - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GOMES, T. C. Crescimento urbano sobre os compartimentos de relevo no município de Santa Maria, RS. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** – Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2013. [157 f.].

GOMES, T. C. ; MOURA, N. S. V. . Intervenções Antropogeomorfológicas e as derivações ambientais decorrentes do processo de urbanização de Santa Maria/RS. **Revista Discente Expressões Geográficas**, v. 01, p. 82-102, 2015. Disponível em: <http://www.geograficas.cfh.ufsc.br/arquivo/ed10/ed10_art05.pdf>. Acesso em: nov. 2016.

GONÇALVES, F. de S. ; MOURA, N. S. V. . Análise do crescimento urbano no município de Sapucaia do Sul/RS e as tendências atuais de expansão urbana. **Revista de Direito da Cidade**, v. 07, p. 1092-1111, 2015. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/viewFile/18840/14057>>. Acesso em: nov. 2016.

GRASSI, L. A. T. **Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Caxias do Sul, Gráfica da UCS. 2001.

HART, M. G. **Geomorphology pure and applied**. Allen & Unwin. London, 1985.

HUGGETT, R. J.. What Is Geomorphology?, In: _____. **Fundamentals of Geomorphology, Second Edition**. Taylor & Francis e-Library, 2007. p. 3 -30. Disponível em: <http://www.cec.uchile.cl/~fegallar/Fundamentals_of_Geomorphology.pdf>. Acesso em: dez. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – 2 ed. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2009. 182 P.

IHGSM. Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Santa Maria. Rio Grande do Sul. Ano 2, n. 2. 1963.

IPLAN. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Santa Maria**. Volume I – Introdução, Comunicação e Diagnóstico Geral do Município de Santa Maria. Instituto de Planejamento de Santa Maria. 2015.

IPT. MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

KARSBURG, A. O. **Sobre as ruínas da velha matriz: religião e política em tempos de ferrovia (Santa Maria 1880-1900)**. Santa Maria: Editora da UFSM. 2007.

KOHLER, H. C. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Volume 2, nº1, 2002, pp. 21-23.

KONRAD, G. V. R. **Os trabalhadores e o Estado Novo no Rio Grande do Sul: um retrato da sociedade e do mundo do trabalho (1937-1945)**. Campinas, São Paulo: [s.n.], 2006.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LIMA, B. Distrito Industrial de Santa Maria-RS: instalação e novas perspectivas. **Dissertação (Mestrado em História)** - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. 124 f.

LIMA, C.R. Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo, uma abordagem geomorfológica. São Paulo, Universidade de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**. 1990.

LIMA, G. C. “**Questão ambiental e educação: contribuições para o debate**”. *Ambiente & Sociedade*, ano II, nº 5, 135-153, 1999.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. Katál.**, Florianópolis, v. 10 n. esp., p. 37-45, 2007.

MACEDO, J. H. S. A Guarda de Santa Maria: Um foco para o surgimento da cidade de Santa Maria. In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs). **Nova história de Santa Maria: outras contribuições recentes**. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores, 2012. p. 19-30.

MALVEZZI, C. M.; MIYAZAKI, L. C. P. O estudo da caracterização dos aspectos naturais e impactos ambientais na Bacia hidrográfica do córrego SÃO JOSÉ/ITUIUTABA/MG. **XVIII Encontro Nacional de Geógrafos**. São Luís, 2016.

MARCHIORI, J.N.C. A vegetação em Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 38, jan-jun, p.93- 112, 2009.

MEDEIROS, E. R. Estatigrafia do Grupo São Bento na região de Santa Maria e paleocorrentes da formação Botucatu. **Dissertação (Mestrado em Geociências)** – Porto Alegre: Instituto de Geociências/UFRGS. 1980. 134 p.

MICHELON, C. R., MARTINS, E. R. C., WERLANG, M. K. Modelado do Relevo e Conformação do Perfil das Vertentes na microbacia do arroio Cadena/Santa Maria - RS. **V Simpósio Nacional de Geomorfologia**. I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. 2004

MINUZZI, J. D. O. Uma impressão a cada viagem: Percepção da natureza do Pampa na visão de viagens europeus 1818-1858. **Dissertação (Mestrado em História)**. Programa de Pós Graduação em História, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2017.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Instituto Piaget, 2 Edição, São Paulo, 1990.

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 (Doutorado em Geografia)**, Departamento de Geografia da FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, p. 363.

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, 2011. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3702251>>. Acesso em: nov. 2016.

MÜLLER FILHO, I. L. Notas para o estudo da Geomorfologia do Estado do Rio Grande do Sul. Brasil. Departamento de Geociências, UFSM. **Publicações Especiais**. Nº 1, Santa Maria, 1970, 34p.

NASCIMENTO, M. D. do; SOUZA, B. S. P. Mapeamento Geomorfológico da área abrangida pela Carta Topográfica de Santa Maria - RS como subsídio ao Planejamento Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, p. 83-90, 2010.

NASCIMENTO, V. B. do.; WERLANG, M. K.; FACCO, R. Caracterização física da bacia hidrográfica do arroio Cadena/SANTA MARIA-RS. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.3,N.4, p. 715-727, 2012.

NUNES, J.O.R. Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada à escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2002. 211 f. **Tese (Doutorado em Geografia)** - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista). Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/101450>>. Acesso em: nov. 2016.

OLIVEIRA, A. M. S.; QUEIROZ NETO . Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, n.73, 1994.

OLIVEIRA, E. L. A. Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização. Edson Luis de Almeida Oliveira. **Dissertação (Mestrado em Geografia)**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2004.

OLIVEIRA, E. L. A.; RECKZIEGEL, B. W. ; ROBAINA, L. E. de S. Modificações na morfologia dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do arroio cadena, santa maria/rs. **Revista RA E GA (UFPR)**, v. 11, p. 103-113, 2006.

PANIZZA, A. C. de; FONSECA, F. D. *Técnicas de Interpretação Visual de Imagens*. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. São Paulo, nº 30, 2011.

PEDRO, L. C. Ambiente e apropriação dos compartimentos geomorfológicos do Conjunto Habitacional Jardim Humberto Salvador e Condomínio Fechado Damha. **Dissertação (Mestrado em Geografia)**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente Prudente, 2008.

PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R.. A Relação entre processos morfodinâmicos e os desastres naturais: uma leitura das áreas vulneráveis a inundações e alagamentos em Presidente Prudente - SP. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, p. 81/5-96, 2012.

PEDRON, F. de A. Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria - RS. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)**. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. 2005. 74 f.

PEDRON, F. de A., DALMOLIN, R. S. D. **Gênese, morfologia e classificação de solos**. Material de Apoio. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. 2009.

PEDRON, F. de A. Mineralogia, morfologia e classificação de saprolitos e Neossolos derivados de rochas vulcânicas no Rio Grande do Sul. **Tese (Doutorado em Ciência do Solo)**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. 160p.

PEREIRA, P.R.B., et al.. Contribuição à geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. **Geografia Ensino & Pesquisa** 2, p. 37-68, 1989.

PESSOA, M. L. (Org.). População do RS. In: _____. **Atlas FEE**. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: < <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/demografia/populacao-do-rs/> >. Acesso em: out. 2017.

PINHEIRO, A. C. **Levantamento e análise do processo de ocupação irregular do solo urbano nos últimos 30 anos (1970-2000) em Santa Maria – RS**, Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

PRATES, A. M. M. Geohistória na Concepção de Vicens Vives. **GEOSUL** 2. ANO I, Florianópolis: Segundo Semestre de 1986.

RECKZIEGEL, B. W; CRISTO, S. S. V. de; ROBAINA, L. E. de S. **Hierarquização das Moradias Em Situação de Risco Geomorfológico Associado À Dinâmica Fluvial Na Vila Urlândia, Santa Maria – Rio Grande Do Sul**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. 2006.

RIBEIRO, G. Fernand Braudel e a geo-história das civilizações. **História, Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.18, n.1, jan.-mar. 2011, p.67-83.

_____. A arte de conjugar tempo e espaço: Fernand Braudel, a geo-história e a longa duração. **História, Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.22, n.2, abr.-jun. 2015, p.605-639.

ROCHA FILHO, J. M. **A terra, o homem e a educação**. Santa Maria: Pallotti, 1993.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: Tributos a leituras Geográficas. In: CARLOS, A. F; OLIVEIRA, A. U. de. (Org.). **As Geografias de São Paulo**. São Paulo: Contexto, v. 1, p. 89-114. 2004.

_____. 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.

_____. Urbanização e Mudanças em Sistemas Hidro-Geomorfológicos: Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia na Grande São Paulo. In: **Fórum Tietê Vivo**, 2008, São Paulo. Anais do Fórum Tietê Vivo, 2008.

ROLNIK, R.; PINHEIRO, O. M. (Org). **Plano diretor participativo: guia para elaboração pelos municípios e cidadãos**. CONFEA: Ministério das Cidades. 2004. 158 p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 88 p.

_____. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. São Paulo, **Revista do Departamento de Geografia** 6, FFLCH/USP, 1992. 17-29 p

_____. Análise empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia** n° 8, 63-74 pp. DG-FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

ROSSATO, R. As condições da pesquisa na UFSM. In: FRANCO, M. E. D. P. (Org.). **Universidade, pesquisa e inovação: o rio Grande do Sul em perspectiva**. Passo Fundo: Edupf; Porto Alegre: Edipucrs, 1997.

SALAMONI, G. F. **O crescimento urbano por extensão e suas repercussões em estruturas urbanas: estudo de caso: Santa Maria-RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008, 372 p.

SANTOS, M. **Por uma Geografia nova: Da crítica da Geografia a uma Geografia crítica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004, 288p.

SANTOS, J. R. Q.; SCHIO, L. G. A associação comunitária do bairro Renascença: conquistando direitos em Santa Maria. In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs). **Nova história de Santa Maria: outras contribuições recentes**. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores, 2012. p. 19-30.

SARTORI, M. G. B. O clima de Santa Maria: do regional ao urbano. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979. 163 f.

SARTORI, M. G. B. et al. Contribuição à Geografia Física do Município de Santa Maria: Unidades de Paisagem. **Geografia Ensino & Pesquisa**. N. 3. p. 37-68. 1989.

SILVA, G. K.P.; Apropriação e Transformação dos Recursos Hídricos: A Relação Entre a Sociedade Santamariense e o Arroio Cadena. **Dissertação (Mestrado em geografia e Geociências)**, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2013.

SILVA, J. A. da. **Direito ambiental constitucional**. São Paulo: Malheiros, 2004. 349 p.

SIMON, A. L. H. Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do Rio Piracicaba SP: contribuições à. Geomorfologia Antropogênica. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Rio Claro: IGCE/UNESP, 2010. [150f].

SMITH, M. J. Digital Mapping: Visualisation, Interpretation and Quantification of Landforms. In: Smith, M.J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J.S. (Org.). **Geomorphological Mapping: Methods and Application**. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 13-38.

SOUZA, M. J. L.. **Território: Sobre Espaço e Poder, Autonomia e Desenvolvimento**. In: CASTRO, Iná Elias, GOMES, Paulo César da Costa, CORRÊA, Roberto Lobato (orgs.) **Geografia: Conceitos e Temas**. 5ª edição. Bertrand: Rio de Janeiro, 2003.

SPOSITO, E. S.. **Geografia e Filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

STROHAECKER, T. M. A urbanização no Litoral Norte do estado do Rio Grande do Sul: contribuição para a gestão urbana ambiental do município de Capão da Canoa. **Tese (Doutorado em Geociências)**, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre: UFRGS, 2007.

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.

_____. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. **Scripta Nova** (Barcelona, Barcelona, v. 93, 2001).

_____. Pesquisa de campo em Geografia. **GEOgraphia**, Ano 4. nº 7. Niterói/RJ, 2002.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da geografia física na geografia. **Terra Livre**, Sao Paulo, n. 17, 2 sem. 2001.

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. 11-26p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. Paisagens (imagens e representações) 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.27- 38.

TEMBA, P. **Fundamentos da Fotogrametria**. UFMG: Departamento de Cartografia, 2000. Disponível em:
<http://csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/fotogrametria.pdf>

TOCHETTO, D. A cidade de Santa Maria e o saneamento de Saturnino de Brito. **Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional)**, Porto Alegre: UFRGS/PROPUR, 2013.

TRICART, J. O conceito ecológico. In: _____. **Ecodinâmica**. FIBGE/Supren. Rio de Janeiro, 1977.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estud. av.**, São Paulo , v. 22, n. 63, 2008.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. M. Inundações Urbanas. In: TUCCI, C. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. (orgs). **Drenagem Urbana**. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 15-36, 1995.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente / SQA. – Brasília: MMA, 2006.

VARELA Y ULLOA, J. Plano topografico que comprende las vertientes del Arroyo Ycabaqua, las del Rio Negro y la cresta que divide aguas al Yacuy y al Uruguay hasta la Sierra de los Tapes o Montegrande. [178-?, 1780]. **Mapa**. Disponível em:
<https://www.loc.gov/item/2003683939/>.

VAZ, C. A. Diagnóstico da qualidade ambiental em bacia hidrográfica urbana. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFSM, Santa Maria, 2009. 165 f.
VERSTAPPEN, H. T. **Applied geomorphology: geomorphological surveys for environmental development**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983. 473 p.

_____. **Old and new trends in geomorphological and landform mapping.** In: Smith, M.J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J.S. (Org.). *Geomorphological Mapping: Methods and Application.* Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 13-38

VICTORINO, V. I. P. Proteção aos mananciais, atores e conflitos: o caso da cratera de colônia. In: VARGAS, H. C.; RIBEIRO, H. **Novos instrumentos de gestão ambiental urbana.** São Paulo: EDUSP, 2004. p. 125 – 150.