

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

**ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE
INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ
DO SUL - RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Daniel Junges Menezes

Santa Maria, RS, Brasil

2014

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL - RS

por

Daniel Junges Menezes

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

Orientador: Prof. Dr. Luís Eduardo de Souza Robaina

Coorientador: Prof. Dr. Romario Trentin

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Junges Menezes, Daniel

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA
URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL - RS / Daniel Junges
Menezes.-2014.

137 p.; 30 cm

Orientador: Luis Eduardo de Souza Robaina

Coorientador: Romario Trentin

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2014

1. Zoneamento 2. Áreas de Risco 3. Inundações I. de
Souza Robaina, Luis Eduardo II. Trentin, Romario III.
Título.

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

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

**ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA
ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL - RS**

Elaborada por
Daniel Junges Menezes

Como requisito básico para a obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Luís Eduardo de Souza Robaina, Dr.
(Presidente/Orientador)

Romario Trentin, Dr. (UFSM)

Andrea Valli Nummer, Dr^a. (UFSM)

François Laurent, Dr. (Université du Maine)

Santa Maria, 18 de março de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe, a qual o esforço foi o aporte para os passos que antecedem este momento de minha caminhada.

Dedico ao velho Edy Menezes, que não está mais aqui para ver... “teu guri mais novo está tentando!”.

Dedico aos que sempre acreditaram e também aos que nunca acreditaram.

AGRADECIMENTOS

*À minha família, pelo aporte, apoio, amor e dedicação.
À minha Mãe “Nica”, por estar sempre ao meu lado e pelo modo como fui educado,
cujo serei grato eternamente.*

*À minha Avó Erna, pelo incentivo e por depositar de sua imensa fé neste neto.
À Ana. Aos tios Luiz e Liliâne e suas respectivas famílias. Ao Milton;*

*Ao Professor Luís Robaina, por disponibilizar além de sua competente orientação,
por compartilhar de sua confiança, conselhos e sua amizade e cuja oportunidade,
reconhecimento e incentivo serei sempre grato;*

*Ao Professor Romário, pelo que tem me ensinado, por sua disponibilidade, pelos
conselhos e ser um exemplo de caráter e caminho a ser seguido;*

*Aos amigos e colegas de LAGEOLAM, pelo apoio e por possibilitarem a configuração
de um ambiente de trabalho saudável e amistoso desde que ali cheguei. Em especial ao
Anderson Scoti, pela parceria e amizade nestes últimos anos;*

*Aos velhos amigos de São Pedro. Aos amigos e colegas de Santa Maria, em
especial ao Luiz Felipe, Luiz Paulo Xirú, Beatriz e demais, que de alguma forma estiveram
comigo nesta e em outras etapas. Que o companheirismo, mão estendida e alento façam
parte de nossos “recuerdos” e fiquem para a eternidade como bons momentos vividos;*

*À Jakeline, pelo carinho e incentivo e cuja presença foi muito importante nestes
últimos momentos;*

*Aos “velhos” Edy Menezes, meu Pai e ao Albino “Pruda” Junges, meu Avô. Nestas
veias corre também a memória dos senhores;*

*A todos que procuraram meus serviços atrelados à cartografia ou docência nestes últimos
anos, e cujas oportunidades disponibilizadas me acresceram profissionalmente;*

*À Universidade Federal de Santa Maria e ao PPGGeo por oportunizarem um ensino de pós
graduação gratuito e de qualidade, a CAPES pelo subsídio financeiro durante parte da
pesquisa . Ao povo brasileiro que paga árduos impostos para que isso seja possível;*

*Ao agente da Defesa Civil de Santa Cruz do Sul Rodrigo de Souza Costa, pela
disponibilidade e apoio nas atividades de campo desta pesquisa. A Prefeitura Municipal de
Santa Cruz do Sul, pela disponibilidade de informações;*

*Aos Professores Andrea Nummer, François Laurent e Sandro Vargas, por aceitarem o
convite de avaliar e contribuir com a presente pesquisa;*

*Aos professores, funcionários e demais pessoas da UFSM que foram solidários com
informações, materiais ou prestaram qualquer auxílio durante o transcorrer da pesquisa.*

EPÍGRAFE

*“Quando o pai que foi gaiteiro, desta vida se ausentou
O negro piá solitário, tal como pedra rolou
E se fez homem proseando, com a gaita que o pai deixou”.*

Negro da Gaita,
César Passarinho

RESUMO

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

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL - RS

AUTOR: DANIEL JUNGES MENEZES

ORIENTADOR: PROF. DR. LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

COORIENTADOR: PROF. DR. ROMARIO TRENTIN

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 18 de março de 2013.

As discussões e reflexões a cerca dos desastres naturais e configuração de áreas de risco, cada vez mais figuram-se como temas significativos, sejam nos meios de comunicação que noticiam acontecimentos relacionados a este assunto, ou no meio acadêmico, onde os processos, dinâmicas e relações que ocorrem nestes espaços são discutidos e pensados, tendo como foco tanto as populações envolvidas como o ambiente em questão. Nesta perspectiva, a temática “risco” é colocada a partir dos pontos de vista técnico, social, econômico, político, administrativo e legal, onde o gerenciamento e a atenuação de danos emergem como elemento centralizador de discussões.

As inundações aparecem entre os desastres naturais que mais danos causam à saúde da população e ao patrimônio, gerando um número elevado de desabrigados e como também taxa significativas de vítimas fatais, em decorrência do efeito direto das inundações e das doenças infecciosas secundárias aos transtornos nos sistemas de água e saneamento. Nos espaços urbanizados, as inundações estão entre as ameaças naturais que mais causam danos humanos e materiais. O fenômeno de intensa urbanização e o déficit histórico de implementação de políticas habitacionais adequadas e eficazes no Brasil, somado a especulação imobiliária e o processo de segregação que este remete, tem reduzido às alternativas da população de mais baixa renda, que passaram a se estabelecer junto às áreas geologicamente desfavoráveis, sem planejamento e infraestrutura. Esse quadro tem contribuído para o incremento das situações de risco associadas à dinâmica fluvial. Dentre a demanda de subsídios para gestão destas áreas, estão os zoneamentos de risco, que emergem como uma ferramenta que busca dar aporte para ações de prevenção e gerenciamento de áreas afetadas por inundações e surgem como ações de gestão em nível federal, estadual e principalmente municipal, sendo que o objetivo geral desta pesquisa consiste em elaborar um zoneamento de risco associado a inundações no município de Santa Cruz do Sul. Foram mapeadas as áreas susceptíveis a inundações e descritas e analisadas as áreas ocupadas. O perigo esteve associado às diferenças quanto à severidade das inundações, que variam quanto à recorrência, velocidade e poder destrutivo do processo e ainda, área afetada. A pesquisa permitiu estabelecer uma significativa relação entre o padrão urbano, o grau de intervenção nas drenagens e vulnerabilidade quanto a inundações e, conseqüentemente, relação à presença de um maior ou menor risco nas distintas porções da área urbana. As áreas de risco baixo estiveram associadas às áreas de um melhor padrão urbano, menor recorrência ou ainda onde as intervenções minimizaram a possibilidade de extravasamento dos cursos d'água. As áreas de risco médio estão associadas às áreas muito próximas das drenagens, em que são perceptíveis intervenções que minimizam a possibilidade de extravasamento e cujo perigo é de grau médio, e ainda nas áreas mais distantes das drenagens, onde estas medidas são menos eficazes ou ausentes. As áreas de risco alto estiveram associadas a porções onde as intervenções são menos mitigadoras, ou ausentes e cujo perigo foi estabelecido como elevado. O zoneamento das áreas de risco de inundação apontou como áreas de risco muito alto, as alocadas nos bairros ao sul e em áreas de ocupação irregular a oeste da área urbana, caracterizadas pelo perigo alto e muito atreladas a alta vulnerabilidade.

Palavras-chave: Zoneamento; Áreas de Risco; Inundações.

ABSTRACT

Master Dissertation
Postgraduate Program in Geography
Federal University of Santa Maria

ZONING OF RISK AREAS OF FLOOD AT URBAN ZONE IN SANTA CRUZ DO SUL- RS

AUTHOR: DANIEL JUNGES MENEZES

ADVISOR: PROF. DR. LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

ADVISOR: PROF. DR. ROMARIO TRENTIN

Date and Place of Defense: Santa Maria, March 18th, 2014.

The discussions and reflections about natural disasters and risk areas configuration increasingly appear as significant themes, whether in the media who report events relating to this matter, or in academia, where the processes, dynamics and relationships that occur in these spaces are discussed and thought, focusing on both the populations involved as environment in question. In this perspective, the theme "risk" is placed from the viewpoints of technical, social, economic, political, administrative and legal, where the management and mitigation from damage emerge as centralized element of discussions. The floods appear among the natural disasters that cause more damage to population health and patrimony, generating a large number of homeless and also as significant rate of fatalities, due to the direct effect of floods and secondary infectious diseases to disorders in water and sanitation systems. The floods appear among the natural disasters that cause more damage to population health and patrimony, generating a large number of homeless and also a significant rate of fatalities, due to the direct effect of floods and secondary infectious diseases to disorders in water and sanitation systems. In urbanized areas, floods are amongst the natural threats that cause the most natural and human damage. The phenomenon of intense urbanization and historic deficit in implementing appropriate and effective housing policies in Brazil, plus real estate speculation and the segregation process to which refers, has reduced the alternative of the population with the lowest income, that started to settle along the areas unfavorable geologically, without planning and infrastructure. This framework has contributed to the risk increase situations associated with fluvial dynamics. Amongst the demand to subsidies for management of these areas are the risk zonings that are emerging as a tool that seeks to give contribution to prevention and management of affected areas by floods and arise as management actions at the federal, state and municipal mainly, with the main objective of this research is to develop a zoning of risk associated with floods in the municipality of Santa Cruz do Sul. Were mapped susceptible areas to flooding and described and analyzed the occupied areas. The danger was associated by differences as severity of floods which vary as to recurrence, speed and destructive power of the process and also the affected area. The research allowed to establish a significant relationship between the urban pattern, the degree of intervention in drainage and the vulnerability for flood and consequently the presence of a higher or lower risk in distinct portions of urban area. The low-risk areas were associated with areas of a better urban pattern, lower recurrence or where interventions have minimized the possibility of extravasation of water courses. The medium risk areas are associated with areas very close to drainage that are perceptible interventions that minimize the possibility of extravasation and whose danger is a medium grade, and even in the most distant areas of drainages where these measures are less effective or missing. The high-risk areas were associated with portions where interventions are less mitigating, or missing and whose danger was established as high. The zoning of areas at risk of flooding pointed out as areas of very high risk, the allocated at south neighborhoods and irregular occupation in west of the urban area, characterized by high risk and very pegged to high vulnerability.

Keywords: Zoning; Risk Areas; Floods.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DESASTRES NATURAIS REGISTRADOS ENTRE 1975 E 2011 PELO EM – DAT.....	15
FIGURA 2– MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE SANTA CRUZ DO SUL.....	19
FIGURA 3– ARTICULAÇÃO DE CONCEITOS FUNDAMENTAIS.	31
FIGURA 4 - PRINCIPAIS MEDIDAS NO CONTROLE DE INUNDAÇÕES.....	41
FIGURA 5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.	46
FIGURA 6 – ESQUEMA PARA O ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO ASSOCIADAS A INUNDAÇÕES.....	58
FIGURA 7 – A COLÔNIA SANTA CRUZ DO SUL FIGURAVA-SE JUNTO A RIO PARDO EM 1850.	60
FIGURA 8 – NA DIVISÃO MUNICIPAL DE 1880, SANTA CRUZ DO SUL PASSA A FIGURAR COMO UM DOS 41 MUNICÍPIOS EXISTENTES NO ESTADO RIO GRANDE DO SUL.	61
FIGURA 9 – MAPA HIDROGRÁFICO DE SANTA CRUZ DO SUL.....	63
FIGURA 10 – MAPA HIPSOMÉTRICO DE SANTA CRUZ DO SUL.	64
FIGURA 11 – PERFIL TOPOGRÁFICO SO – NE.	65
FIGURA 12 – MAPA DE DECLIVIDADES DE SANTA CRUZ DO SUL.	66
FIGURA 13 – MAPA GEOLÓGICO DE SANTA CRUZ DO SUL.....	67
FIGURA 14 – MAPA GEOMORFOLÓGICO DE SANTA CRUZ DO SUL.	69
FIGURA 15 - SANTA CRUZ DO SUL NO VALE DO RIO PARDO.....	72
FIGURA 16 – PIRÂMIDE ETÁRIA DE SANTA CRUZ DO SUL.....	75
FIGURA 17- EVOLUÇÃO POPULACIONAL DE SANTA CRUZ DO SUL POR SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO.....	75
FIGURA 18 – MAPA DA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	77
FIGURA 19– ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL EM DIREÇÃO A NO.	78
FIGURA 20 – MODELO DIGITAL DO TERRENO DA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL ..	79
FIGURA 21– PRINCIPAIS PERÍODOS DE EXPANSÃO DA CIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL....	81
FIGURA 22– EX-PREFEITO ARNO FRANTZ SOBRE A AV. IMIGRANTE, EM 1979.	84
FIGURA 23 – HIDROGRAFIA DE 1975, EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA ATUAL DA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	85
FIGURA 24 - MAPA DOS BAIRROS COM REGISTRO DE INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	91
FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO MENSAL DAS INUNDAÇÕES OCORRIDAS ENTRE 1980 E 2013...	93
FIGURA 26 - PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO PARDINHO OCUPADA PELA ÁGUA.	94
FIGURA 27 - MAPA DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	95
FIGURA 28 - RESIDÊNCIAS MAIS DISTANTES DO ARROIO JUCURI EM ÁREAS DE PERIGO BAIXO.....	96
FIGURA 29 - RUA ANTÔNIO KIPPER, ÁREA COM REGISTRO DE INUNDAÇÕES NO BAIRRO ARROIO GRANDE.	97
FIGURA 30 - RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS AO ARROIO DAS PEDRAS NO BAIRRO SANTA VITÓRIA.	98

FIGURA 31 - MAPA DAS ÁREAS DE PERIGO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	99
FIGURA 32 - VULNERABILIDADE ALTA NO BAIRRO DONA CARLOTA.	100
FIGURA 33 - CAMPO DE ESPORTES E PARQUE, UTILIZADO COMO PISCINA DE CONTENÇÃO NO BAIRRO VÂRZEA.	101
FIGURA 34 - ARROIO DAS PEDRAS EM TRECHO CANALIZADO NO BAIRRO ARROIO GRANDE.	102
FIGURA 35 - MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	103
FIGURA 36 - MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	105
FIGURA 37 - ÁREA ADJUNTA AO ARROIO LAJEADO AFETADA POR INUNDAÇÕES NO BAIRRO RENASCENÇA.	106
FIGURA 38 – PORÇÃO NORTE DA ÁREA URBANA APRESENTA ALGUMAS SITUAÇÕES DE RISCO MÉDIO E BAIXO.	107
FIGURA 39 - NO BAIRRO VÂRZEA AS INUNDAÇÕES SÃO CARACTERIZADAS PELA PERIODICIDADE E ABRANGÊNCIA.	108
FIGURA 40 - O BAIRRO VÂRZEA FICA A OESTE DA BR 471, ALOCADO NAS ÁREAS MARGINAIS DO RIO PARDINHO.	109
FIGURA 41 - ARROIO JUCURI EM TRECHO CANALIZADO NO BAIRRO AVENIDA.	110
FIGURA 42 – RELEVO E INSUFICIÊNCIA DA DRENAGEM CAUSAM ALGUNS PROBLEMAS NO BAIRRO HIGIENÓPOLIS.	111
FIGURA 43 - ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA PARTE LESTE DA RODOVIA 471.	112
FIGURA 44 - RUA ASSIS BRASIL EM DIREÇÃO AO NORTE.	113
FIGURA 45 - ÁREAS QUE REGISTRAM RISCO MÉDIO E BAIXO MAIS AO LESTE DA ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DO SUL.	114
FIGURA 46 - ÁREAS QUE REGISTRAM RISCO MÉDIO NO BAIRRO ARROIO GRANDE.	115
FIGURA 47 - O BAIRRO ARROIO GRANDE APRESENTA ÁREAS DE RISCO MÉDIO E ALTO DE INUNDAÇÕES.	116
FIGURA 48 - ÁREAS QUE REGISTRAM RISCO ALTO NO BAIRRO RAUBER.	117
FIGURA 49 - NO BAIRRO PROGRESSO, RESIDÊNCIAS FORAM DANIFICADAS APÓS CHUVAS INTENSAS.	118
FIGURA 50 - NO BAIRRO PROGRESSO, INUNDAÇÃO ATINGE LOTEAMENTO EUCALIPTOS.	119
FIGURA 51 - RISCO DE INUNDAÇÃO NA PORÇÃO SUL DA CIDADE.	120
FIGURA 52 - RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS AO ARROIO DAS PEDRAS NO BAIRROS SANTA VITÓRIA.	121
FIGURA 53 - ÁREA DE RISCO MUITO ALTO, BECKENCAMP.	122
FIGURA 54 – ÁREAS DE RISCO NA PORÇÃO SUDOESTE DA ÁREA URBANA.	123
FIGURA 55 - ÁREA AFETADA POR INUNDAÇÕES NA COMUNIDADE “TRAVESSA DAER”	124
FIGURA 56 – ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA PARTE OESTE DA ÁREA URBANA.	125
FIGURA 57 – ÁREA PLANA JUNTO À RODOVIA, NO LADO LESTE.	126

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – GRAUS DE PERIGO DE INUNDAÇÃO	54
QUADRO 2 – GRAUS DE VULNERABILIDADE	56
QUADRO 3 – GRAUS DE RISCO	57
QUADRO 4 -UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE SANTA CRUZ DO SUL.	70
QUADRO 5 - PIB E PIB <i>PER CAPITA</i> DOS MAIORES MUNICÍPIOS SEGUNDO O PIB TOTAL DO RS EM 2010.	73
QUADRO 6 – PESSOAL OCUPADO, UNIDADES LOCAIS E SALÁRIO MÉDIO EM SANTA CRUZ DO SUL EM 2012.	74
QUADRO 7 – INVENTÁRIO DAS INUNDAÇÕES REGISTRADAS EM SANTA CRUZ DO SUL 1980 – 2013.....	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL	21
1.1 Desastre Natural	22
1.2 Susceptibilidade	23
1.3 Perigo	25
1.4 Vulnerabilidade	26
1.5 Risco	30
1.6 As inundações	32
1.7 A ocupação de áreas susceptíveis a inundações	35
1.8 O zoneamento e a gestão e gerenciamento de risco de inundações	37
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
2.1 Revisão Bibliográfica	47
2.2 Organização da base cartográfica, dados e informações da área de estudo.	47
2.2.1 Informações socioeconômicas e históricas	48
2.2.2 Base cartográfica	48
2.2.3 Material fotográfico e figuras ilustrativas.	50
2.3 Inventário de registro de eventos	50
2.4 Análise e mapeamento da susceptibilidade a inundações	51
2.5 Análise e mapeamento do perigo	52
2.6 Mapeamento e análise da vulnerabilidade	54
2.7 Mapeamento e análise das áreas de risco de inundações	56
3 SANTA CRUZ DO SUL: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	59
3.1 Configuração territorial do município de Santa Cruz do Sul	59
3.2 Caracterização física do município de Santa Cruz do Sul.	62
3.2.1 Hidrografia	62
3.2.2 Hipsometria	64
3.2.3 Declividades	65
3.2.1 Geologia	66
3.2.2 Geomorfologia	68
3.2.3 Características Climáticas	70
3.3 Caracterização socioeconômica do município de Santa Cruz do Sul.	71
3.3.1 Economia	71
3.3.2 População	74
3.4 Configuração e evolução da área urbana de Santa Cruz do Sul.	76
4 ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	89
4.1 Inventário de inundações registradas em Santa Cruz do Sul.	89
4.2 Mapeamento das áreas de susceptibilidade a ocorrência de inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul.	93
4.3 Mapeamento de perigo de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul	96
4.4 Mapeamento da vulnerabilidade a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul	100
4.5 Mapeamento das áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul.	104
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS	131

INTRODUÇÃO

As discussões e reflexões sobre desastres associados a eventos naturais e o desenvolvimento de áreas de risco têm, cada vez mais, sido apresentadas como temas significativos nos meios de comunicação, no meio científico e ainda nos órgãos governamentais e não governamentais. Nesta perspectiva, a temática “risco” é colocada a partir dos pontos de vista técnico, social, econômico, político, administrativo e legal, onde o gerenciamento e a atenuação de danos emergem como elemento centralizador de discussões.

De maneira geral, os processos superficiais que causam danos e são responsáveis por uma série de desastres naturais, fazem parte da dinâmica planetária, são manifestações próprias da natureza e sobrevivem independentemente da presença antrópica. Entretanto, quando esses processos ocorrem em áreas ocupadas, podem acarretar em consequências econômicas, sociais ambientais de significativa dimensão. Neste contexto, as áreas de risco surgem sob o escopo de uma interação (ou conflito) entre o meio natural o meio social (este geralmente vulnerável), onde a natureza impõe obstáculos e restrições para a ocupação de determinadas áreas, entretanto, a população ao ocupar as áreas estabelecidas como susceptíveis, acaba potencializando os efeitos adversos decorrentes de algum desastre, e logo, desencadeando na configuração do risco.

Essas relações, de fato, são complexas, assim como o diagnóstico e peso de cada um dos elementos que compõem estes cenários. Por esta razão, as áreas de risco vêm sendo objeto de estudo de vários ramos do conhecimento, incluindo tanto as ciências naturais como as ciências sociais. Para Veyret (2007), a geografia tem papel fundamental na leitura e na compreensão dos processos atrelados a estes espaços, em função de sua abordagem intrinsecamente interdisciplinar onde, “o risco interroga necessariamente a geografia que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais.” (VEYRET, 2007, p.11).

Em acordo com esta perspectiva, Goerl & Kobiyama (2013) consideram a geografia uma ciência de síntese e por, historicamente, conter em seu currículo ciências tanto físicas quanto humanas, pode contribuir de maneira significativa no gerenciamento de desastres, os quais, sob uma ótica prática, são tidos como o

resultado de fatores ambientais (geografia física) e sociais (geografia humana), sendo que, no estudo de desastres, minimiza-se essa dicotomia histórica, muitas vezes presente em seus profissionais.

Da mesma forma, os desastres naturais gradativamente têm ganhado maior atenção das comunidades, seja na sociedade civil, como também pelos gestores públicos e pesquisadores do tema, em função do aparente aumento da frequência e intensidade, como também da severidade dos eventos adversos e, conseqüentemente, perdas ocasionados pelos mesmos. Dados do Emergency Events Database - EM-DAT apontam para um crescimento no número de registros de desastres naturais no mundo no período compreendido entre meados dos anos 70 até o início deste século (Figura 1).

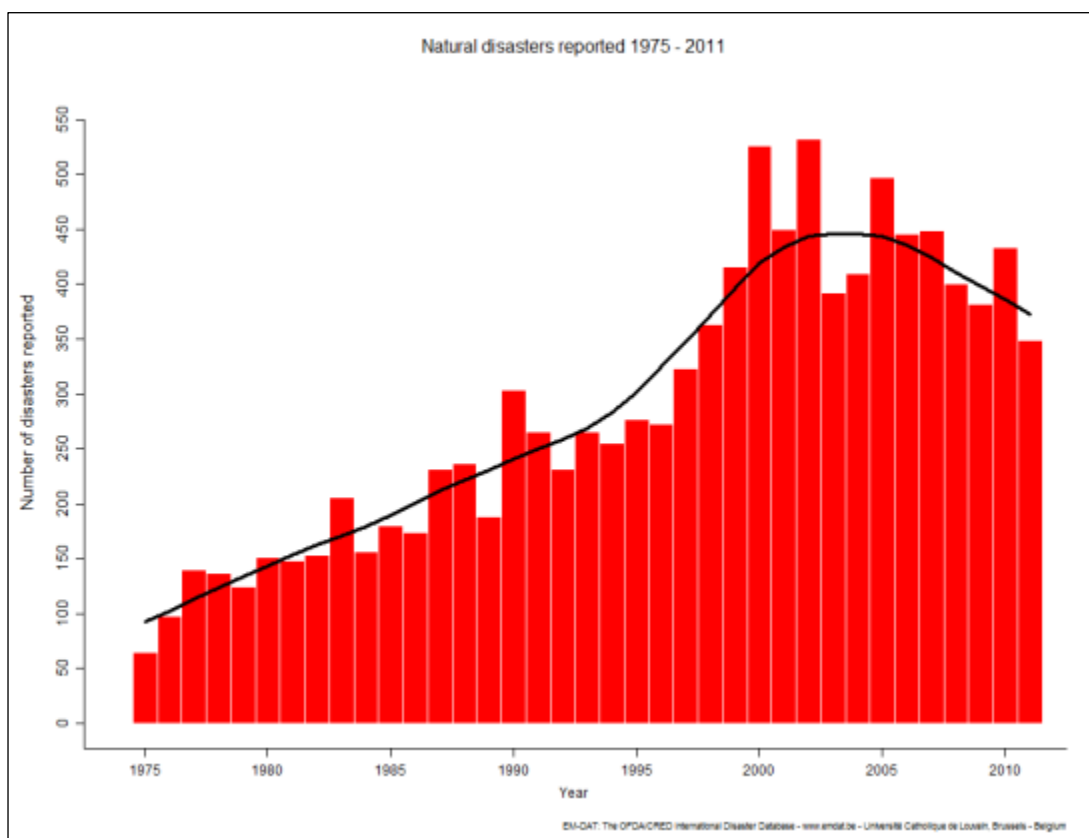


Figura 1 - Desastres naturais registrados entre 1975 e 2011 pelo EM – DAT.
Fonte - <http://www.emdat.be>.

O crescimento do número de registros se dá em função de elementos que interagem entre si, como aumento geral da população global e o aumento das populações em situação de domicílio urbano, o que remete a exposição de um número maior de pessoas e um maior número de afetados. Somam-se a isto, as

mudanças climáticas e ambientais em diferentes escalas, a consolidação de um modelo econômico excludente e caracterizado por marcantes desigualdades sociais, que tem contribuído para o acréscimo no contingente populacional em situação de risco. Deve-se apreciar, ainda nesta análise, a maior difusão da mídia dos acontecimentos associados ao tema (sob as mais variadas óticas) e o avanço tecnológico e informacional que se deu durante as últimas décadas, em contraponto ao fato de que muitos eventos no pretérito não eram registrados e, conseqüentemente, não contabilizados.

Veyret (2007), entretanto, destaca que o aumento do número de registros e principalmente a frequência e intensidade dos eventos e então imputação, cada vez mais, da presença do risco em nossas sociedades, está associada antes de tudo, à atribuição à natureza uma responsabilidade que poderia ser creditada a própria sociedade, que por ação do de alguns atores que envolvem desde o poder público, os agentes imobiliários, e a própria população afetada, fazem com que os desastres sejam vestidos de certo fatalismo, o que lhes atenua responsabilidades. Da mesma forma, Robaina (2013) salienta que a percepção do aumento da frequência e da intensidade de desastres, na segunda metade do século passado, não pode ser atribuída inteiramente ao incremento da magnitude e constância de eventos naturais adversos, mas, em grande parte, à ocupação extensiva do espaço geográfico sem que haja observância das dinâmicas naturais locais.

No Brasil, país que teve seu processo de urbanização consolidado em meados à década de 60, o cenário não é discordante, pois cinco décadas depois registra uma taxa de urbanização superior a 80%, segundo aponta o último censo do IBGE (2010). Caracteriza-se assim, um crescimento bastante significativo em um curto espaço de tempo, o que acabou por negligenciar uma série de demandas ligadas a organização e planejamento territorial, compatíveis com a expansão urbana.

Sob este cenário, todos os anos são registrados acontecimentos de desastres naturais, associados à dinâmica hidrológica que geram prejuízos sociais e econômicos significativos. Em muitos casos esses danos são justificados em função de anormalidades meteorológicas ou carregados por certo fatalismo por alguns agentes públicos, que subjagam a leitura de que em determinadas porções do

espaço, as áreas de risco são a materialização e espacialização da ausência ou ineficácia de gestão e planejamento.

Atreladas à parcela significativa da presença de áreas de risco no país, as inundações aparecem entre os desastres naturais que mais danos causam à saúde da população e ao patrimônio, gerando um número elevado de desabrigados e ainda taxas significativas de vítimas fatais em decorrência do efeito direto das inundações e das doenças infecciosas secundárias, ou em função dos transtornos nos sistemas de água e saneamento. Esse quadro tem contribuído para o incremento das situações de risco associadas à dinâmica fluvial, sendo que Marcelino (2007, apud AMARAL & RIBEIRO 2009, p.44) aponta ainda que “as inundações representam cerca de 60% dos desastres naturais ocorridos no Brasil no século XX”. Somente ano de 2012, conforme aponta o Anuário Brasileiro De Desastres Naturais (BRASIL/ CENAD, 2012), foram contabilizados 16.977.614 de pessoas afetadas por desastres naturais no país, onde mais de 40% deste montante, estão associados à ocorrência de desastres registrados como inundações e enxurradas.

As inundações ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa a sua planície de inundação, também chamado de leito maior, em função de eventos chuvosos extremos. Na condição de processo natural, as inundações são controladas pelo volume e distribuição das chuvas, pelo tipo e densidade da cobertura vegetal, pela cobertura pedológica, substrato geológico, características do relevo e geometria do canal fluvial, sendo que estes fatores atuam sobre a quantidade e distribuição das águas e, portanto, a frequência e a intensidade das inundações (BOTELHO, 2011).

Estas áreas adjuntas às drenagens, por apresentarem geralmente solos férteis, pela utilização dos rios como via de transporte, evacuação de dejetos e naturalmente o abastecimento hídrico, sempre se configuraram como áreas de interesse para o estabelecimento do homem, sendo berço de algumas das primeiras civilizações. Todavia a ocupação das áreas ribeirinhas estabelecendo-se ao longo do tempo, em muitas ocasiões, não respeitou esse limite natural de inundação, que estabelecido pelo relevo e sujeito às dinâmicas climáticas que propiciam variâncias quanto às precipitações, tem as suas áreas ocupadas pelas águas em determinados períodos.

A ocupação das áreas junto aos cursos d'água somam-se as inúmeras intervenções antrópicas na bacia hidrográfica, nas quais esta incluída a remoção da vegetação e impermeabilização, que consequentemente dificultam a infiltração da água das chuvas e aceleram o escoamento superficial, assim como as intervenções de retificação ou supressão e canalização de arroios, construção de barramentos tanto a montante quanto a jusante das drenagens, e ainda os constantes processos que aceleram a erosão e assoreamento dos canais, alteram substantivamente a dinâmica fluvial. Deve ser ressaltado ainda, que estas intervenções geralmente não se dão de forma contínua no tempo e no espaço e o que, muitas vezes, mitiga o processo em algumas porções da bacia hidrográfica ou impede o extravasamento do canal em determinado setor da drenagem pode potencializar as inundações em outras partes.

O Rio Grande do Sul está entre os estados brasileiros onde as inundações são eventos adversos corriqueiros e originam uma série de danos. O inventário de inundações ocorridas no estado no período compreendido entre 1980 e 2010, realizado por Menezes & Scoti (2013), aponta que dos 496 municípios gaúchos, 424 apresentaram ao menos um registro de inundação, o que corresponde a 85% dos municípios.

Bertê (2004) aponta as inundações periódicas como um dos principais problemas ambientais no estado do Rio Grande do Sul, sendo que, para a autora, o agravamento dos problemas associados ao extravasamento dos leitos normais dos cursos d'água está ligado a remoção da mata ripária e consequente assoreamento, e ainda a ocupação das planícies de inundação por assentamentos humanos, principalmente sob a falta de condições de uso de técnicas de construção de moradias que evite danos, fazendo que esse extravasamento, um integrante da dinâmica hídrica natural, seja encarado como uma anomalia e cause perdas.

Dentre os municípios gaúchos que se enquadram na alta susceptibilidade quanto à ocorrência de inundações, está Santa Cruz do Sul, área de estudo deste trabalho, que se localiza na porção centro - leste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 2), a 155 km da capital estadual Porto Alegre, tendo como principais acessos as vias RSC 287 e BR 471.

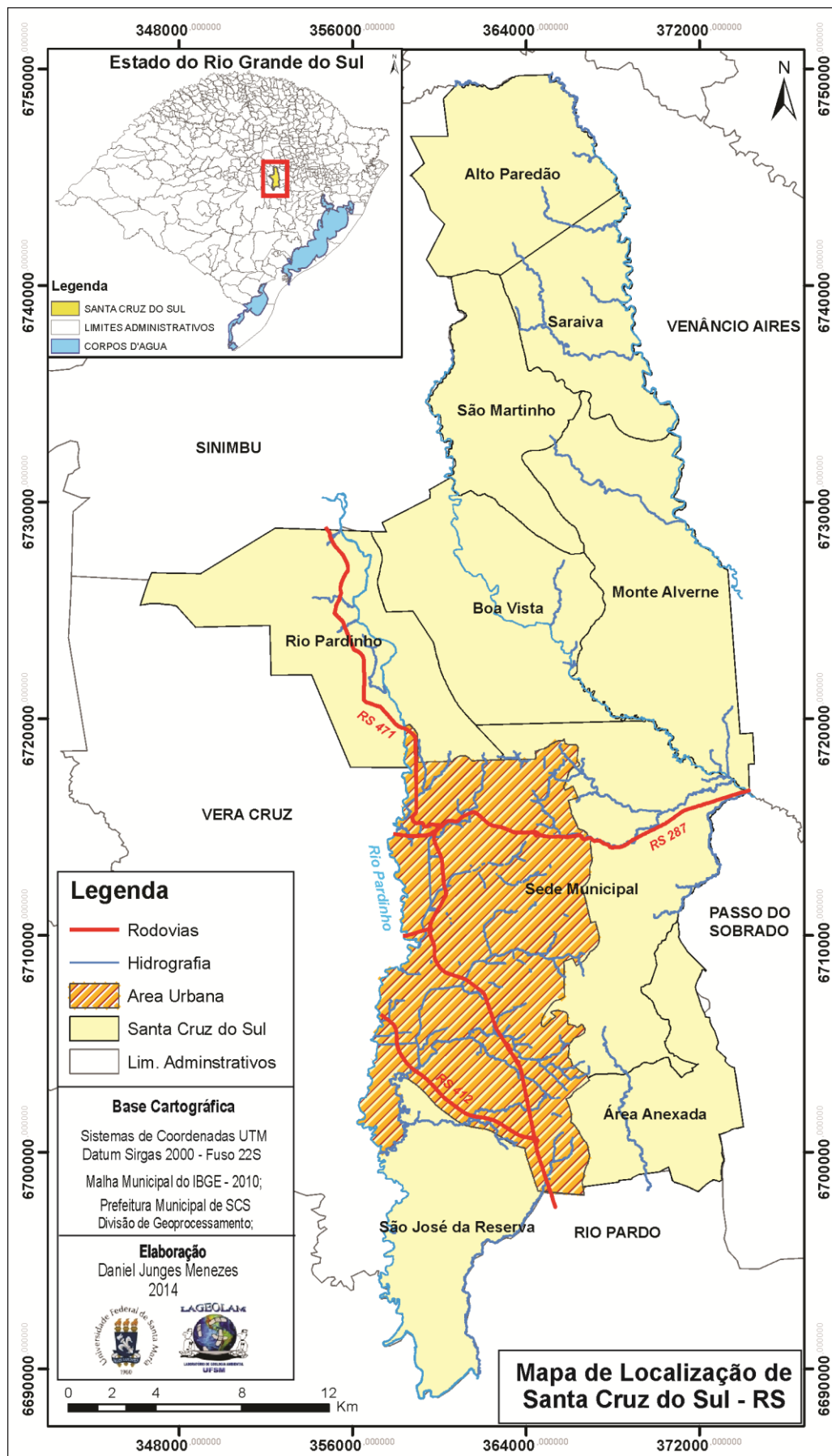


Figura 2– Mapa de localização de Santa Cruz do Sul

Situado em uma região de transição entre unidades geomorfológicas de Planalto e da Depressão Periférica, à margem esquerda do Rio Pardinho, são recorrentes as inundações causadas por este e também por seus tributários na área urbana do município, que apresenta heterogeneidade quanto aos níveis de intervenção antrópica nos seus cursos d'água.

Da mesma forma que a presença do risco cada vez mais é perceptível, exposta como uma problemática em evidência e que se reconhecem os danos causados pelos processos associados à dinâmica fluvial em áreas ocupadas, as discussões a cerca de termos como “redução de desastres”, “risco aceitável” e “conviver com os riscos” tem direcionado a uma demanda de conhecimento detalhado das áreas afetadas por inundações. Esses trabalhos objetivam a adoção e implementação de medidas de caráter estrutural e não estrutural, com o intuito de mitigar danos, atuando tanto em áreas que necessitem de planejamento territorial e restrições de usos, como em áreas onde o risco já está estabelecido. Dentre as ações não estruturais e básicas para a gestão, estão os zoneamentos de risco, que figuram como tema central da presente pesquisa, sob a perspectiva de que apresentam-se como uma grande contribuição da Geografia para a apreensão das dinâmicas ocorridas nestes espaços, ao mesmo tempo que emergem como uma ferramenta que busca dar suporte para ações de prevenção e gerenciamento em áreas afetadas por inundações.

Diante desta premissa, o objetivo geral da presente pesquisa consiste em elaborar um zoneamento de risco de inundação na área urbana do município de Santa Cruz do Sul. Como objetivos específicos têm-se: Desenvolver um inventário das inundações no município de Santa Cruz do Sul causadoras de desastres entre os anos de 1980 a 2013; Determinar as áreas susceptíveis a inundações pelas características do relevo; Identificar, delimitar e hierarquizar as áreas com perigo de inundação; Identificar o uso e ocupação e condicionantes de vulnerabilidade da população residente em áreas sujeitas a inundações; Representar espacialmente a compilação destas informações e estabelecer zonas homogêneas em relação ao risco em uma escala de 1:10.000.

A pesquisa apresenta-se estruturada em quatro capítulos, a iniciar pelo Referencial teórico, seguido de Procedimentos metodológicos, Caracterização da área de estudo e finalmente, o Zoneamento de risco de inundação.

1 REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL

Neste capítulo são apresentados os conceitos e considerações de vários autores referentes à temática de risco, a ocupação de áreas sujeitas às inundações em espaços urbanos e o zoneamento destas áreas, na perspectiva da sua importância como medida de planejamento, ação, gestão e mitigação de danos. Tal objetivo se cumpriu a partir de uma revisão teórico-conceitual, tendo como base a literatura específica sobre os temas e ainda a consulta aos mais variados órgãos que atuam nesta temática. A presente fundamentação teórica aborda o conjunto conceitual que embasa o trabalho de dissertação.

Tanto a análise como a determinação do grau de risco de uma dada área depende da compreensão de fatores naturais, condicionantes e processos que ali ocorrem (susceptibilidade), os eventos ou desastres que ocorrem neste meio, como seus respectivos danos e ameaças (perigo) e ainda, o contexto da população envolvida (vulnerabilidade). A sinterização destas informações, o zoneamento e representação espacial configuram a “Geografia do risco”.

Entretanto, ainda existem diferenças ou até mesmo a atribuição de sinônimos no que se refere a estes conceitos chave, conforme aponta o Ministério das Cidades (BRASIL – IPT, 2007, p.25):

Embora as últimas décadas tenham assistido a um crescente avanço técnico-científico em relação à área de conhecimentos sobre riscos naturais, a terminologia usualmente empregada pelos profissionais que atuam com o tema ainda encontra algumas variações e divergências em sua definição. (BRASIL – IPT, 2007, p.25)

Do mesmo modo, em material divulgado com o intuito da capacitação de profissionais para trabalhar com riscos e desastres, a Defesa Civil (BRASIL/CEPED, 2010, p. 25) considera que:

Embora haja muitas instituições que tratem dos desastres no mundo, ainda não existe um padrão de classificação que seja internacionalmente aceito por todos os países. São diversas as opiniões dos especialistas sobre os critérios que devem ser utilizados e de que forma isso deve ser feito. (BRASIL/CEPED, 2010, p. 25)

Todavia, com o intuito de uma uniformização, a Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) foi instituída por meio da Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012, em substituição à Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (Codar). A Cobrade foi elaborada a partir da classificação utilizada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (Cred) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU). Foram incluídos além dos desastres constantes da classificação do EM-DAT, alguns desastres peculiares à realidade brasileira, buscando também a simplificação da classificação e nomenclaturas.

O que motivou a adoção da classificação EM-DAT foi a necessidade de adequar a classificação brasileira aos padrões estabelecidos pela ONU, além da possibilidade de o Brasil contribuir efetivamente para a alimentação desse importante banco de dados internacional. Outro fator contribuinte para a adoção adaptada do modelo EMDAT para a construção da Cobrade foi a necessidade de simplificação da classificação dos desastres contida na Codar. O modelo anterior continha cerca de dez páginas e doze quadros com classificações de desastres muitas vezes jamais ocorridos ou decretados no país. (BRASIL/CENAD, 2012, p. 25)

A Codar classificava anteriormente os desastres em Naturais, Antropogênicos e Mistos, enquanto a Cobrade, ao adotar a classificação EM-DAT, modernizou e passou a enquadrar os desastres em Naturais ou Tecnológicos.

Estabelecidas estas breves considerações e visando uma melhor compreensão de algumas terminologias adotadas na presente pesquisa, apresenta-se um resgate das que são apontadas na literatura e nos estudos desta temática.

1.1 Desastre Natural

O termo desastre é entendido como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (CASTRO, 2003). Entende-se “evento” como fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo, já o termo “evento adverso” associado a perdas e prejuízos econômicos e sociais.

Na perspectiva de impacto, pode ser entendido desastre como “(...) um acontecimento, ou uma série de acontecimentos, que altera o modo de funcionamento rotineiro de uma sociedade. Estes acontecimentos são provocados por uma grande variedade de agentes naturais ou criados pelo homem (...)” (MATTEDI & BUTZKE, 2001, p. 09).

Para as Nações Unidas, por meio da International Strategy Disaster Reduction – ISDR (2009), o desastre reporta uma séria ruptura do funcionamento de uma comunidade ou sociedade tendo como consequência perdas humanas, econômicas e ambientais que excedem a capacidade dos afetados em responder com os seus próprios recursos.

Resgatando conceitos de Tobin & Montz (1997) e Marcelino (2008), Tominaga et al (2009, p. 14), consideram que

Desastres naturais podem ser definidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto. (TOMINAGA ET AL, 2009, p. 14).

Em todas estas concepções, os desastres naturais estão associados a perdas, sociais econômicas e ambientais e geralmente na literatura estes conceitos acabam se associando ou se equiparando. Neste trabalho, utiliza-se o termo desastre associado a danos e prejuízos resultado de eventos naturais ou induzidos.

1.2 Susceptibilidade

Inerentes aos condicionantes físicos e predisponentes ao cenário de risco tem-se a susceptibilidade natural, que pode ser entendida como possibilidade de ocorrência de um evento, dadas determinadas características de algumas áreas. Portanto, anteriores aos estudos de risco aparecem as análises de susceptibilidade, fruto dos condicionantes ambientais. Estes estudos consideram os variados elementos que compõem a dinâmica natural da área estudada, e a partir destas análises podem-se estimar quais os eventos e desastres naturais podem ocorrer em determinada área de estudo.

Segundo Julião et al. (2009), susceptibilidade pode ser entendida como a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações.

Seguindo terminologia diferente quanto à grafia, embora semelhante quanto ao significado e também comum na literatura, a palavra “suscetibilidade” é adotada na figura de predisposição a um evento de uma dada área, pelo Ministério das Cidades (BRASIL – IPT, 2007, p.10) e “Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência”. Nesta perspectiva entende-se que estas classes podem ser simplesmente áreas susceptíveis e não susceptíveis a determinado processo.

Tominaga et al (2009) adotam ainda a terminologia “condicionantes naturais” quando se refere às inundações, sendo que para o autor “a probabilidade e a ocorrência de inundação, enchente e de alagamento são analisadas pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos.” (p. 45). Estes condicionantes incluem formas do relevo, características da drenagem, pedologia, vegetação e regime de chuvas.

Da mesma maneira, ainda visando esclarecer a terminologia suscetibilidade tendo como perspectiva das inundações, Lima (2010, p.23) aponta:

Para a identificação das áreas sujeitas à inundação também foi utilizada a denominação suscetibilidade como um ou mais atributos físicos que uma determinada área possui e que a torna potencialmente sujeita à ocorrência de desastres relacionados à dinâmica hídrica. (LIMA, 2010, p.23)

Embora o a terminologia “susceptibilidade natural” possa indicar condicionantes alheios às ações humanas, estes devem ser considerados, tendo em vista que obras de impermeabilização, canalização, remoção da vegetação, assoreamento, entre outras intervenções, em qualquer setor da bacia-hidrográfica podem acarretar em mudanças em um cenário de áreas inundáveis.

Neste sentido, Botelho (2011) destaca que ao retificar o trecho do baixo curso de um rio é necessário ter em mente que não apenas esse trecho está sendo alterado, mas o rio como um todo, e o que a princípio aparece como solução dos

problemas das inundações, evitando o acúmulo das águas e acelerando seu escoamento gera um efeito reverso e a remontante são intensificados.

Desta maneira, é apropriado destacar que estas intervenções na dinâmica natural da drenagem, especialmente, quando tratadas de forma pontual sem considerar o todo da bacia hidrográfica podem, ao mesmo tempo mitigarem os processos no local da ação, mas ampliar ou induzir em outra área da bacia.

1.3 Perigo

A terminologia “perigo” (ou hazard) indica condição com potencial para causar uma consequência desagradável (MINISTÉRIO DAS CIDADES & IPT 2004, p.10). Castro (1998) já definia perigo como “qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade. A tendência moderna é substituir o termo por ameaça”.

Por sua vez “ameaça” é entendida pela International Strategy Disaster Reduction – ISDR (2009) como:

Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial. Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação. (ISDR, 2009 p.8)

Veyret (2007) utiliza habitualmente a terminologia “álea” que pode ser entendida como “acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico e sua probabilidade de realização.” Veyret (2007 p. 30). Esta terminologia embora associada a perigo condiz com a interpretação de evento, ou de evento adverso quando causa danos.

Para Julião et al (2009) o *perigo* indica o processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto susceptível de produzir perdas e danos identificados. Os autores contribuem ainda na análise do perigo, com a introdução do termo *severidade*, o que pode ser considerado como a “capacidade do processo ou ação para danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que melhor expresse o seu potencial destruidor” (JULIÃO ET AL, 2009,

p.21). O conceito reporta, exclusivamente, a grandeza física do processo ou ação e não as suas consequências (estas dependem também da exposição), sendo que a severidade de um evento ou processo, figura como um elemento importante para se estabelecer diferentes graus de perigo.

O perigo implica a certeza do dano futuro, enquanto o risco corresponde à probabilidade de que ele se verifique no futuro e outra decisão poderá evitá-lo. (CARVALHO, 2012). Zuquette et al. (1995) definem perigo como a ameaça potencial de que eventos, naturais ou não, resultem em perdas à população.

Portanto, considera-se área de perigo, as porções sujeitas a determinados processos que podem ser mais ou menos severos e impactantes em função de alguns elementos, e que ocupadas, podem causar danos em função de sua ocorrência.

1.4 Vulnerabilidade

Outro conceito chave para os estudos de risco está ligado ao chamado sistema receptor e remete à vulnerabilidade das populações afetadas, pois esse elemento é determinante na magnitude dos desastres, como para se determinar graus de risco. “Não há risco sem que uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer com seus efeitos” (VEYRET, 2007, p.11).

A vulnerabilidade é definida pela predisposição intrínseca dos componentes antrópicos do território em perigo. Representa a provável magnitude de danos e perdas do território exposto ao perigo, sendo, portanto, um fator interno do sistema exposto ao risco, que se manifesta pela fragilidade da população frente à ocorrência de um evento natural.

Geralmente está vinculada com a situação socioeconômica e com os níveis de ordenação do sistema territorial exposto ao perigo, constituindo um indicador do grau de organização de um determinado grupo social. Dessa forma, a vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto dos processos sociais e históricos (RECKZIEGEL, 2007).

No que tange a expressão “sistema receptor”, de determinado evento adverso e, portanto, fundamental para análise de vulnerabilidade, Veyret (2007) introduz o conceito de “alvo” onde este compõem elementos ou sistema que estão sob ameaças de áleas de natureza variada. “Os alvos são pessoas, bens, equipamentos, meio ambientes. Ameaçados pela álea esses diferentes elementos são suscetíveis de sofrer danos e prejuízos.” (VEYRET, 2007 p. 24).

Para a Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (BRASIL & CEPED, 2010, p.35) a vulnerabilidade é um “conjunto de características de um cenário, resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a sua possibilidade de sofrer danos e prejuízos em consequência de um evento adverso.”.

Na mesma publicação são destacadas condições que geram diferentes vulnerabilidades para a população, tais como:

a) Vulnerabilidade física: está relacionada com a localização das residências e dos espaços comunitários (como escolas e postos de saúde) em áreas de risco e com a má qualidade dessas construções, etc.;

b) Vulnerabilidade econômica: diz respeito à falta de financiamento para a produção, ao desemprego e ao baixo preço dos produtos agrícolas, etc.;

c) Vulnerabilidade ambiental: faz referência ao desmatamento de encostas, à poluição dos mananciais de água, ao esgotamento do solo por práticas agrícolas inadequadas, às queimadas, ao destino incorreto do lixo, etc.;

d) Vulnerabilidade social: está ligada diretamente à forma de organização e relacionamento dos indivíduos de uma mesma comunidade. Esta última pode ainda pode estar relacionada com: Vulnerabilidade política: caracterizada pela pequena participação, dificuldade de acesso à informação, ausência de planos e políticas de desenvolvimento nacional, estadual, municipal e comunitário. Vulnerabilidade institucional: quando existe dificuldade dos governos locais para aplicar leis que protejam os recursos naturais, que disciplinem o uso e a ocupação do solo e que garantam a segurança da população. Vulnerabilidade organizativa: marcada pela deficiência dos mecanismos de organização e mobilização da comunidade para a identificação e resolução dos problemas comuns. Vulnerabilidade educativa: apontada pela precariedade dos programas educacionais para promover a gestão de riscos e a cultura preventiva em relação aos desastres. Vulnerabilidade

ideológica: qualificada pela existência de mitos, crenças e valores que estimulem uma visão fatalista sobre os desastres.

As Nações Unidas, por meio da *International Strategy Disaster Reduction* – ISDR (2009) procuram enfocar a questão da vulnerabilidade como o estado determinado pelas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais que podem aumentar a suscetibilidade de uma área (ou comunidade) ao impacto de eventos perigosos. A vulnerabilidade de uma região diante tais riscos depende de fatores tão diversos como a densidade populacional, a natureza dos seus bens tecnológicos e culturais, o tipo de organização social e econômica e a capacidade exibida pelas comunidades para enfrentarem os diferentes fatores de risco.

Segundo Siena & Valencio (2010, p. 59), a deflagração de um desastre está tão associada ao sistema receptor e suas consequências para o mesmo, quanto ao o evento desencadeador. Para as autoras:

Cabe ressaltar que o desastre é uma disrupção que ocorre como fenômeno social e como acontecimento físico. O olhar hegemônico sobre o tema foca apenas no acontecimento físico, creditando apenas às chuvas fortes, por exemplo, a causa do desastre que é relacionado às enchentes, deslizamentos e afins. Contudo, o desastre constitui-se, também, como a ruptura da dinâmica social existente, como o desaglutinador da ordem social, ou seja, ele é a vivência de uma crise e, portanto, mostra-nos o limite de uma determinada rotina e a necessidade de construção de uma nova dinâmica social. (SIENA & VALENCIO, 2010, p. 59)

Portanto, a vulnerabilidade remete ao aspecto social do risco, conforme Valencio (2009, p. 40). “a contribuição da Sociologia acerca dos debates sobre riscos é a de demonstrar que os riscos não são exclusivamente um fenômeno natural ou tecnológico, mas também social.”

Acrescentando a percepção de Confalonieri, (2003) apud. Valencio, et al (2009, p. 40), temos:

O conceito de vulnerabilidade auxilia o entendimento da desigual exposição aos fatores ameaçantes. Um grupo vulnerável é aquele que, exposto a determinado fator de perigo, não pode antecipar, lidar com, resistir e recuperar se dos impactos disso derivados, situação que está associada a mudanças inesperadas do ambiente e rupturas nos sistemas de vida. (VALENCIO, et al 2009, p. 40).

Sob um olhar preliminar, as ameaças naturais afetam a todos e da mesma forma todos estão sujeitos aos seus danos, todavia, afetam proporcionalmente mais

as classes mais empobrecidas, em função de que a maioria vive em zonas de maior densidade populacional, em residências de mais baixo padrão e em terrenos mais expostos ao risco. No que se refere a desigualdade de vulnerabilidades e a magnitude dos desastres Macías et al (1996, p. 22) apontam que

Un repaso a la geografía de los riesgos en el mundo da cuenta de que el origen de los fenómenos naturales que finalmente desembocan en desastres presenta una localización indiferenciada, lo cual refuerza la idea de que el desastre deriva de condiciones socioeconómicas y de la capacidad financiera y de infraestructura que se dispone para enfrentarlos. En tal caso la magnitud real del desastre está asociado a condiciones de pobreza.(MACÍAS et al, 1996, p. 22)

A vulnerabilidade pode ser analisada a partir do nível de uma comunidade em nível global, pode ser comparada de lugar para lugar e pode ser estudada a partir do passado ao presente e do presente para o futuro (ROBAINA & OLIVEIRA, 2013). Essa condição remete a diferenciação de áreas e dos grupos humanos quanto a vulnerabilidade, que se dá, também, em função do processo histórico de sua ocupação e que a diferencia de outras áreas muitas vezes com condicionantes naturais semelhantes, sendo, portanto, um produto social. Neste sentido, Goerl e Kobiama (2013) consideram também que:

Através de comparações da evolução das características de bairros, municípios ou até mesmos de países é possível analisar temporal e espacialmente a dinâmica socioeconômica de um determinado território, avaliando conexões, redes e fluxos que auxiliam a estabelecer condicionantes históricos ou atuais que determinarão uma maior ou menor vulnerabilidade e consequentemente o risco. (GOERL E KOBIAMA, 2013, p.16).

Da mesma forma, inerente às discussões sobre a vulnerabilidade e análise do sistema receptor, está o conceito de *resiliência*, sendo definido pela UNISDR (2008) como a habilidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposta às ameaças para resistir, absorver, adaptar e recuperar-se dos efeitos de uma ameaça de uma maneira oportuna e eficiente, através da preservação e restauração de suas estruturas e funções essenciais básicas.

A resiliência de um grupo passa e ser um elemento importante na vulnerabilidade, e da mesma forma, encontra-se inversamente proporcional a esta última e caminha junto à ações que denotem à organização e preparo dos agente envolvidos, não estando excluídos o conhecimento espacial, qualitativo e

quantitativo das áreas de risco. Para Veyret (2007 p. 42) resiliência “define a capacidade de um sistema para se adaptar às mudanças resultantes de uma crise e melhorar sua capacidade de resposta tendo em vista catástrofes futuras”.

Mais recentemente, a literatura de risco tem apresentado a terminologia *vulnerabilidade socioambiental*, sobre a premissa de interação entre elementos físicos e sociais da vulnerabilidade, sendo que para Freitas et al (2012) a condição de vulnerabilidade resultam de processos sociais e mudanças ambientais:

A vulnerabilidade socioambiental resulta de estruturas socioeconômicas que produzem simultaneamente condições de vida precárias e ambientes deteriorados, se expressando também como menor capacidade de redução de riscos e baixa resiliência. (FREITAS et al, 2012, p.3)

Em suma, as definições embora enquadrem diferentes perspectivas e atributos em análise, compartilham da percepção que a vulnerabilidade está inerente a condições socioeconômicas e o contexto do sistema receptor, que vão afetar a capacidade de intervenção, resistência e resiliência, percepção de riscos, sendo refletidos como um fator determinante no impacto dos desastres.

1.5 Risco

Segundo a Defesa Civil (BRASIL, 2003), risco pode ser entendido “como medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis” ou ainda a “relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidentes determinados se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos”.

Para Soriano e Valencio (2009, p.146), os riscos indicam a relação entre dano potencial e característica do sistema receptor, onde destacam:

Os riscos, relação entre ameaça e vulnerabilidade, são a potencialidade de ocorrência de algum evento desastroso. Estes eventos se mostram cada vez mais comuns e podem se de várias formas: naturais, tecnológicos, sociais, etc.[...] Trata-se de um processo de ruptura que se caracteriza por duas variáveis: a primeira é a espacialização do evento desastroso e a segunda como um fenômeno social, ou seja, os desastres são referidos

espacialmente e socialmente através de diferentes níveis de vulnerabilidade. (SORIANO & VALENCIO, 2009, p.146)

Uma proposta de articulação de conceitos é apresentada por Julião et al (2009), conforme pode ser observado a partir da Figura 3, onde o autor considera os conceitos, de vulnerabilidade e de perigo, mostrando como se relacionam os elementos a estes associados e considerando a expressão espacial (localização) do risco:

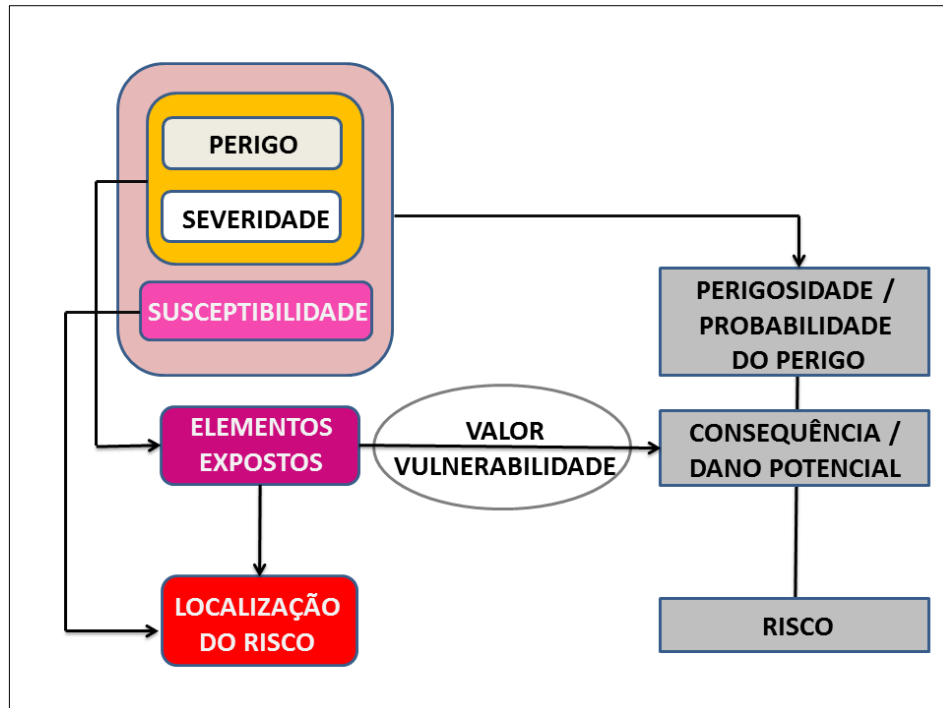


Figura 3– Articulação de conceitos fundamentais.
Adaptado de Julião et al, 2009.

O conceito de risco, expressando a relação do perigo, dado em função da ocupação de áreas susceptíveis, e vulnerabilidade, dada em função do padrão construtivo, é acatado por Bertone & Marinho (2013):

Em termos conceituais, a condição de risco une dois elementos: a suscetibilidade e a vulnerabilidade, potencializados pela probabilidade dos eventos climáticos. Determinada população está em condição de risco quando ocupa um terreno suscetível a desastres, dada a condição geológica-geotécnica propícia, e de modo frágil, conforme o padrão construtivo das edificações, tornando-se, assim, vulnerável. (BERTONE & MARINHO, 2013 p. 7)

Veyret (2007) em tentativa de sintetizar diz que “pode-se, portanto definir o risco como a representação de um perigo ou álea (reais ou supostos) que afetam os alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade”. (VEYRET, 2007 p. 30).

Na presente pesquisa o risco de inundação segue as propostas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (BRASIL – IPT, 2007) e de Mori & Perrings (2012), os quais referem-se a toda área passível de ser atingida por processos de inundação tendo em vista os prováveis danos causados as pessoas que nesta área habitam.

1.6 As inundações

Os desastres podem ser classificados quanto a sua tipologia, evolução e magnitude, como também, origem ou causa geradora, onde a Defesa Civil (CASTRO, 2003) classifica os desastres em Humanos, Mistos e Naturais, sendo que estes últimos podem ser entendidos como os desastres que independem da vontade humana e são oriundos de desequilíbrios na natureza, onde se incluem as inundações.

No que refere à evolução dos desastres, as inundações vão estar incluídas na classe de evolução súbita ou aguda, que comporta desastres de natureza cíclica e caráter sazonal e que podem, em alguns casos, ser previstos em função do período de chuvas. Quanto à origem estão na classe dos hidrológicos ou ainda hidrometeorológicos, devido ao fato de que geralmente o evento desencadeador de uma inundação está associado a incrementos de precipitação. Com o intuito de atualização e também simplificação, sob o contexto do novo COBRADE (2012) as inundações passam a se enquadrar no grupo dos desastres hidrológicos (ao lado de enxurradas e alagamentos).

Quanto as terminologias utilizadas referentes aos eventos adversos associados à dinâmica fluvial, estas, de fato, protagonizam um grande leque de definições e conceitos em função de não existir uma unanimidade entre autores, pesquisadores e órgãos que apropriam-se das discussões a respeito das inundações, não sendo incomuns os erros no registro de eventos, na produção e interpretação de materiais utilizados em estudos e na gestão de risco, conforme já citado no início deste capítulo, em função desta aceção.

Kobiyama (2006) ressalta que existe uma grande divergência entre os cientistas sobre as definições a serem adotadas devido as diferentes percepções e terminologias utilizadas para as inundações, havendo uma dificuldade em padronizar as categorias das mesmas. Isto nem sempre é devido à falta de conhecimento, mas sim, devido à dificuldade de identificação do fenômeno em campo e à ambiguidade das definições existentes. Para o próprio autor, quando não ocorre o transbordamento, apesar do rio ficar praticamente cheio, tem-se uma enchente e não uma inundação, sendo que para outros, ambos os termos tem a mesma definição. Por sua vez, Amaral & Ribeiro (2009, p.41) definem inundações e enchentes como “eventos naturais que ocorrerem com periodicidade nos cursos d’água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração”.

Segundo UN-ISDR (2002, apud AMARAL & RIBEIRO, 2009, p. 41), “as inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico”.

De acordo com o Ministério das Cidades/IPT (2007, apud AMARAL & RIBEIRO, 2009, p. 42) “Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d’água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea”. Nesta abordagem os termos “enchente” e “inundação” são dissociados.

Embora a colocação dos autores remeta a dissociação de terminologias, as enchentes podem ser consideradas uma categoria de inundação, sendo que as inundações, segundo Castro (2003), e podem ser divididas em dois tipos distintos, em função do padrão evolutivo: as inundações graduais (enchentes) e as inundações bruscas (enxurradas).

As denominadas inundações graduais ocorrem quando a água eleva-se de forma lenta e previsível, mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo, e a seguir escoam-se gradualmente. Estão associadas às precipitações frontais, que geralmente, são de maior duração e atuam sobre grandes áreas.

As precipitações do tipo convectivo, geralmente são chuvas de curta duração e alta intensidade. Estas precipitações, geralmente, atingem áreas relativamente menores e são responsáveis pelo aumento de vazão muito rápido. Na maioria das vezes são definidas como inundações bruscas ou enxurradas pela Defesa Civil. Nestas, a elevação dos caudais é súbita e seu escoamento é violento, ocorrendo em

um tempo próximo ao evento da chuva que a causa. Recentemente, também contextualizado ao Cobrade (2012) a Defesa Civil, passa a considerar somente “inundações” e “enxurradas”, para eventos que marcam o extravasamento da água em direção ao leito maior, em detrimento do uso da palavra enchente (que remetia a inundações graduais).

Ainda em meio às terminologias associadas, são utilizadas as palavras “alagamento” e também “cheia” como sinônimo de inundações, entretanto a primeira pode ser definida como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial (MIN. DAS CIDADES/IPT, 2007) e quanto à segunda, Veyret (2007 p. 64) destaca que:

É preciso distinguir cheia de inundação. A cheia é definida pela alta das águas, que podem permanecer no leito menor do curso de água. A partir do momento que este não é mais capaz de conter o escoamento a água transborda e se espalha pelo leito maior, provocando uma inundação. Pode haver, portanto, uma cheia sem inundação. (VEYRET, 2007 p. 64)

Os alagamentos acontecem quando a rede de drenagem não suporta a descarga de água das chuvas, para isso não há necessariamente participação de nenhum curso d'água. (VALENTE, 2009).

Embora conceitualmente diferentes estes processos costumam estar correlatos em ambientes urbanos, pois é comum a construção sobre áreas planas associadas a drenagens de pequeno porte, por meio da canalização da mesma ou a sua incorporação à drenagem pluvial. Essa condição faz com que a água acumule nestas áreas planas, em função de estarem associadas a antigos arroios que hoje estão incorporados a ocupação urbana, como sob vias, por exemplo.

Neste sentido, Robaina (2013) considera que muitas das modificações do sistema rio-planície de inundação, são feitas sem considerar a fragilidade do sistema e sem compreender como as mudanças em parte do sistema refletirão no todo.

Tucci (2005) apresenta uma tipologia muito associada ao uso do solo e escoamento que produzem as inundações e impactos nas áreas urbanas devido a dois processos: inundações em áreas ribeirinhas e/ou inundações devido à urbanização, podendo ocorrer isoladamente ou combinados.

As inundações de áreas ribeirinhas são as naturais que ocorrem no leito maior dos rios, devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do

escoamento na bacia hidrográfica. Já as inundações, devido à urbanização, são as que ocorrem na drenagem urbana devido ao efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento. Essa classificação das inundações sem dúvida coloca a interferência antrópica como um elemento importante como potencial causador na configuração das áreas de risco associadas a inundações.

Para Macías et al (1996, p. 37), “se considera inundación al flujo o a la invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por acumulación en terrenos planos, ocasionada por falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial.” A de se fazer a ressalva a percepção de que de fato, geralmente a água não invade um terreno com atividades humanas e sim acaba ocupando uma área que pertence a drenagem.

Em ambos os conceitos e a sua aplicabilidade pelos referidos autores, as inundações são eventos que indicam o processo de avanço da água sobre do leito maior ou planície de inundação do rio, extravasando, portanto, a capacidade de escoamento do canal principal, devido geralmente a incrementos de precipitação e remetem a processos associados à dinâmica fluvial.

1.7 A ocupação de áreas susceptíveis a inundações

Ao longo da história, a humanidade se estabeleceu nas proximidades dos corpos hídricos, devido às necessidades fisiológicas e de transporte, sendo conveniente ressaltar que a ocupação nas proximidades de drenagens, geraram e geram alguns problemas, principalmente, quando as condições físicas do terreno e a falta de planejamento atuam como agravantes, na ocorrência e nos efeitos das inundações.

As áreas ribeirinhas que correspondem ao leito maior geralmente são planas, propícias para o assentamento humano. Isto tem ocasionado a sua ocupação, principalmente quando a frequência de inundação é baixa (TUCCI, 2005).

Para Righi (2010, p.18) as inundações sempre estiveram diretamente vinculadas à história das civilizações e ao seu modo de apropriação e uso dos

recursos naturais. Nos primórdios o avanço da população em novos territórios ocorria através dos rios, aproveitavam-se engenhosamente dos recursos hídricos, na irrigação dos campos agrícolas, sendo que as cidades, em sua maioria, localizavam-se às margens dos mesmos, que eram as vias de transporte principal. Surgiram cidades localizadas nas margens dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, assim como do rio Nilo, no Egito, que desenvolveram técnicas que lhes proporcionassem meios de controlar as cheias na estação chuvosa, e a irrigação das terras cultiváveis na estação seca.

Essa relação do homem com os cursos d'água, assim como a ocupação de sua planície se dava fundamentada em certo conhecimento de sua dinâmica, entretanto, segunda a mesma autora, com o passar dos séculos e principalmente a partir da Idade Média, novas áreas foram povoadas e as cidades se consolidaram, formando densos aglomerados urbanos. Consequentemente, os danos provocados pelos desastres passam a atingir proporções catastróficas. (RIGHI, 2010)

As atividades humanas podem alterar intensamente a dinâmica da natureza, como é o caso da interferência nos processos erosivos e no escoamento superficial que, potencializam a ocorrência de eventos causadores de desastres (CERRI, 1993).

Segundo Rossato (1990), a urbanização constitui um fenômeno próprio dos séculos XIX e XX, mas o Brasil, no entanto, passa a experimentar este fenômeno apenas nos últimos decênios. Dessa forma, enquanto a urbanização na Europa e na América do Norte prolongou-se por mais de um século e meio, no Brasil durou aproximadamente cinquenta anos. A rapidez deste processo trouxe consigo severas consequências de ordem socioeconômicas.

O Estado investe prioritariamente na criação da infraestrutura de transportes, comunicações e energia, secundarizando investimentos sociais em habitação e saneamento básico. O crescimento rápido, espontâneo e desordenado levou ao inchaço de áreas urbanas, a ocupação de áreas impróprias para edificações e consequente perda de qualidade de vida (MOURA-FUJIMOTO, 2000, GONÇALVES, 1995).

A falta de ordenamento é apontada por Tucci (2005) como “urbanização espontânea” onde o planejamento urbano é realizado para a cidade ocupada pela população de renda média e alta. Para áreas ilegais e públicas a ocupação ocorre

sobre áreas de risco associadas a inundações e de escorregamento, com frequentes mortes durante o período chuvoso. Portanto, existe a cidade formal e a informal, mas a gestão urbana geralmente atinge somente a primeira.

Listo & Carvalho (2012, p.2) reforçam que a ocupação de encostas íngremes e várzeas é fruto de quadro de exclusão social, resultando na presença de bairros pobres numerosos, com carências de saneamento e infraestrutura, que se expandiram rapidamente após a década de 60 no país.

“A framework of social exclusion causes thousands of people to occupy inappropriate sites such as steep hillsides and floodplains of rivers, resulting in the presence of numerous slums. The intensive development of these slums began in Brazil during the 1960s, and they have expanded rapidly. The slums are characterized as illegal occupation of public or private land with inappropriately and densely arranged houses, encompassing areas that lack infrastructure and essential public services.” (LISTO & CARVALHO, 2012, p.2)

Fernandes et al (2001), da mesma forma, enfatizam que quando há adensamentos populacionais destas áreas, os desastres associados aos escorregamentos e inundações assumem proporções catastróficas, causando grandes perdas econômicas e sociais. Para Castro (2003), a redução de estoques de terrenos em áreas seguras, e sua consequente valorização, provocam o adensamento dos estratos populacionais mais vulneráveis em áreas de riscos. A amplitude dos danos e perdas provocados por uma catástrofe depende em primeiro lugar da natureza e da magnitude das suas causas, mas também das características do espaço territorial em que ocorre.

Há de se destacar ainda, que o processo de ocupação das áreas susceptíveis e de como este se deu no tempo e no espaço, é um elemento importantíssimo quanto à definição de vulnerabilidades e na figuração de um maior ou menor risco e que deve ser considerado em sua análise.

1.8 O zoneamento e a gestão e gerenciamento de risco de inundações

O conhecimento da gênese de certos fenômenos que podem se transformar em desastres se tornou um dos mais importantes campos do conhecimento geográfico. Entender quais os mecanismos de desencadeamento, funcionamento, frequência e magnitude de um fenômeno, assim como a sua distribuição espacial, é de fundamental importância para o direcionamento de medidas de redução de desastres.

Dentre as iniciativas e ações que emergem com este intuito e a nível global tem-se o Marco de Ação de Hyogo, assinado no Japão no ano de 2005 por 168 países-membros da ONU, tendo por objetivo geral aumentar a resiliência das nações e comunidades, visando a diminuição da vulnerabilidade e redução dos desastres até o ano de 2015, sendo pautado no conhecimento e diminuição do risco nestes 10 anos. Antecedendo ao Marco de Hyogo, a implementação da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD ou ISDR, em inglês) no ano de 1999, que buscou a mudar a ênfase tradicional na resposta a desastres, para a redução de desastres, procurando promover uma chamada "cultura de prevenção". O ISDR vem em substituição às diretrizes estabelecidas pela Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (DIRDN). Essas diretrizes caracterizam ações e estratégias para a redução de risco em nível global, mas principalmente reconhecem esta necessidade estabelecida ao longo das últimas décadas.

De acordo com a nova terminologia da EIRD (UN/ISDR, 2009, p. 27), a expressão “redução do risco de desastres” ou simplesmente “redução de desastres” concentra-se no conceito e na prática de:

(...) reduzir o risco de desastres mediante esforços sistemáticos dirigidos à análise e à gestão dos fatores causadores dos desastres, o que inclui a redução do grau de exposição às ameaças (perigos), a diminuição da vulnerabilidade das populações e suas propriedades, uma gestão prudente dos solos e do meio ambiente e o melhoramento da preparação diante dos eventos adversos. (UN/ISDR, 2009, p. 27)

Em âmbito nacional, um grande passo para a mitigação de danos associadas a desastres, foi a Lei Federal de Proteção da Defesa Civil n.12.608 aprovada do dia 10 de abril de 2012, que estabelece entre as suas disposições, que os municípios deverão acrescentar no Plano Diretor, o mapeamento das áreas susceptíveis à ocorrência de desastres naturais, impedindo a ocupação de áreas desfavoráveis à habitação e elaborar plano de contingência para a redução do risco.

O Art. 5º que denotam seus objetivos, nos quais está: “VII - promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;” O Art. 6º refere ao que compete à União, nos quais está: “IV - apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e nas demais ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;” O Art. 7º refere ao que compete aos Estados, onde: “IV identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;”. E por sua vez, conforme o Art. 8º, compete aos Municípios: “IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;” (BRASIL, 2012).

A Lei 12.608/12, que “Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC”, surge como um marco regulatório na mitigação de desastres no país, sendo que também contempla o planejamento em suas diretrizes, o que é fundamental para a redução dos riscos em longo prazo.

A criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – Cemaden, em 2011, atuando de forma integrada ao Centro Nacional de Gerenciamento de Risco e Desastres (Cenad), busca desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o país, surge como uma estrutura importante no gerenciamento de risco.

Santoro (2011, p. 3) diz que para responder às necessidades de prevenção de desastres associados aos riscos físicos, são desenvolvidos pesquisas, estudos e atividades, em três níveis de abordagem: planejamento, com o objetivo de evitar o aparecimento de situações de risco; gerenciamento e administração, com o objetivo de permitir uma convivência, em termos aceitáveis com as situações de risco já instaladas; intervenção e mitigação, com o objetivo de solucionar os problemas decorrentes das áreas de risco existentes.

Sobre o gerenciamento e gestão de áreas de risco Nogueira (2002, p.77) aponta que:

Gerenciamento, na concepção aqui adotada, envolve o conjunto de medidas de organização e operação institucional para o tratamento de situações de risco existentes, no âmbito da competência e atribuição do órgão público que o executa. A gestão dos riscos urbanos, mais abrangente, é parte da gestão do ambiente urbano e compreende, além do gerenciamento de riscos, políticas públicas de habitação e desenvolvimento urbano e de inclusão social e mecanismos de regulação e aplicação dessas políticas. (NOGUEIRA, 2002, p.77)

No gerenciamento de risco de inundações as medidas de correção e prevenção, que visam minimizar os danos das inundações, podem ser classificadas em medidas estruturais e medidas não estruturais, de acordo com a sua natureza (CANHOLI, 2005, p. 25). As primeiras correspondem a obras de engenharia, visando a melhoria no escoamento da drenagem de um local através da canalização, ou retenção desta água em bacias artificiais à montante da área afetada, podem incluir ainda a construção de canais artificiais, diques de contenção e abordam ainda a remoção da população afetada. A estas medidas geralmente se atribui um tempo de resposta mais rápido e um mais alto custo.

Já as medidas não estruturais propõem intervenções a médio e longo prazo, que passam pelo planejamento, gestão territorial, implantação de sistemas de alerta e ações junto à população afetada, como toda a comunidade, tendo como base o desenvolvimento de percepção de riscos e assim buscando a sua mitigação. Envolvem também a implementação de políticas públicas que visem melhorias em habitação e aspectos socioeconômicos dos contingentes populacionais mais segregados, reduzindo a população sob risco. Nesta categoria de medidas estão inclusos os mapeamentos geotécnicos, que visam o conhecimento de áreas impróprias, evitando a sua ocupação, como os mapeamentos de risco em áreas já consolidadas à ocupação.

Para Tucci (2005) as medidas estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial, podendo ser através de obras na bacia (medidas extensivas) ou no rio (medidas intensivas) para evitar o extravasamento do escoamento para o leito maior decorrentes de inundações. As medidas não estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes, através de medidas preventivas como o alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco, seguro contra inundações, e medidas de proteção individual. Entretanto o autor destaca ainda que:

O controle da inundação é obtido por uma combinação de medidas estruturais e não-estruturais que permita à população ribeirinha minimizar suas perdas e manter uma convivência harmônica com o rio. As ações incluem medidas de engenharia e de cunho social, econômico e administrativo. A pesquisa para a combinação ótima dessas ações constitui o planejamento da proteção contra a inundação ou seus efeitos. (TUCCI, 2005 p. 54)

Estas duas classificações de medidas de gestão de inundações, podem ser esquematizadas a partir da Figura 14, sendo acrescida de uma nova divisão das medidas estruturais, em função do nível de intervenção na drenagem e/ou bacia hidrográfica.

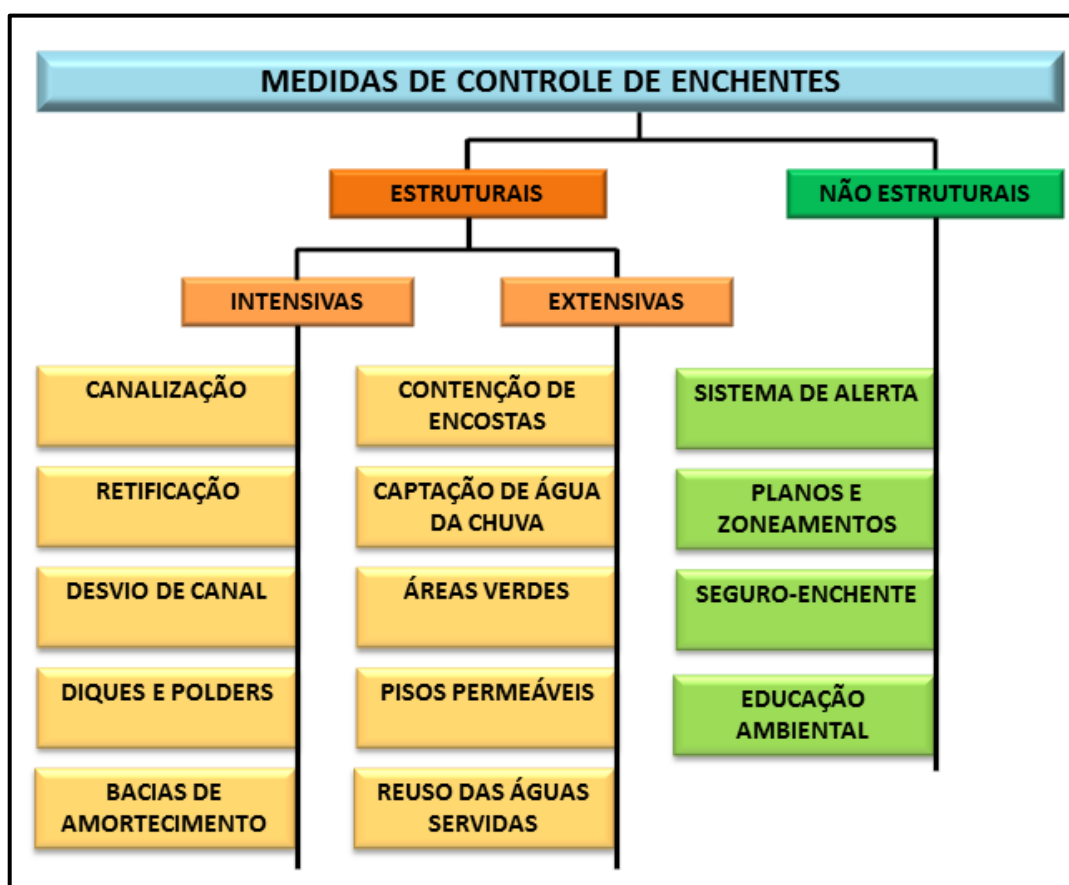


Figura 4 - Principais medidas no controle de inundações.
Adaptado de Botelho, 2011.

Historicamente, os riscos de inundação têm sido geridos através do regulada proteção contra inundações. As soluções mais comuns incluíram restrições regulatórias em qualquer nível ou o tipo de desenvolvimento permitido em várzeas (zoneamento), obras de engenharia para conter as enchentes através de diques, barragens, açudes ou aterros. (MORI & PERRINGS, 2012 p.109)

A abordagem estrutural nas políticas de controle de inundações tem sido tradicionalmente preponderante em todo o mundo, sendo que a partir da década de 60 que se tem uma maior sensibilização quanto às preocupações ambientais e se tem um crescimento na implementação de medidas não estruturais, conforme Correia et al (1999, p.2) aponta:

The structural approach in flood control policies has been traditionally predominant all around the world, until the raise of criticism in terms of the significance of its environmental impacts. Nonstructural measures for flood adjustment started being advocated principally after the 1960's (White, 1964). Since then, publicawareness to environmental matters and the obligatory assessment of environmental impacts opened the way to a more systematic consideration of nonstructural measures. (CORREIA et al, 1999, p.2).

Para Parker (1995) em muitas partes do mundo a abordagem estrutural contra inundações permaneceu aceite e dominante e os governos têm sido relativamente lentos para reconhecer, que as medidas não estruturais são também necessárias.

Tucci (2005) destaca que o gerenciamento atual não incentiva medidas preventivas, já que à medida que ocorre a inundação o município declara calamidade pública e recebe ele dispõe de recursos para gastar sem restrições. Embora a gestão envolva muitas vezes além que conhecimento técnico, interesses de atores e agentes atuantes nesta gestão, Canholi (2005, p.26) estabelece que um planejamento consistente, “deve estar prevista a combinação adequada de recursos humanos e materiais, e um balanceamento harmonioso entre medidas estruturais e não estruturais” Nestas últimas, a cartografia das áreas de risco surge como elemento de grande estima, por propiciar a avaliação do risco e direcionar outras medidas de ordem estrutural e não estrutural.

Sob este contexto, o Brasil atualmente enfrenta um desafio complexo, ao passo que o número de áreas de risco tem crescido rapidamente os órgãos públicos geralmente não possuem os recursos técnicos, organização ou o empenho necessário para resolver com eficácia tal demanda, sendo recentes os marcos legais que a contemplem, como visto anteriormente. Uma das principais ferramentas de gestão, um mapa preciso das áreas de risco, é difícil e oneroso de se produzir por

causa das muitas atividades (como inspeções de campo) necessário para criá-lo (LISTO & CARVALHO, 2012 p.2).

Dada a necessidade de introduzir, discutir, analisar e apresentar os dados cartográficos, os Sistemas de Informação Geográfica - SIGs vem ganhando muita importância. Estas ferramentas são utilizadas na análise de desastres naturais, com diferentes níveis de desenvolvimento. (RAMÍREZ et al, 2005, p.260)

Los SIG pueden emplearse con diferentes niveles de profundidad en el campo de los riesgos naturales: 1) utilización de los SIG para estudiar acontecimientos catastróficos, 2) empleo de los SIG para alimentar modelos de evaluación de riesgos (limitar el uso del SIG al cálculo de alguna de las variables, de tipo espacial, necesarias en el análisis), 3) implementación de alguna de las fases de la evaluación del riesgo (habitualmente la peligrosidad) en un SIG, y 4) implementación del proceso completo de la evaluación del riesgo en un SIG (determinación de la peligrosidad, la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo consiguiente).(RAMÍREZ et al, 2005, p.260)

No caso mais simples, o SIG tem sido utilizado como simples sistemas de mapeamento automatizados, isto é, como uma ferramenta para introduzir, administrar e representar dados de mapas. Hoje, no entanto, é cada vez mais aproveitando de todas as funções dos SIGs, em particular a análise espacial e funções em análise de risco. Quanto ao uso do SIG na análise ambiental, Trentin & Bazzan (2013), apontam alguns ganhos operacionais:

As geotecnologias utilizadas pelo geoprocessamento permitem o tratamento dos dados, desde a sua entrada (dados levantados em fontes primárias e secundárias e trabalhos de campo), passando pela edição (normalização dos dados levantados a fim de adequação à área de estudo), armazenamento (disposição dos dados de forma organizada em um banco de dados a fim de posterior recuperação e consultas de forma rápida e segura) e, finalmente, as análises ambientais, com a extração das informações registradas nos mapas (processamentos e correlações dos dados armazenados). (TRENTIN & BAZZAM, 2013, p.133)

Marcelino (2007) considera que as geotecnologias, principalmente em função do Sistema de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto e Sistema de Posicionamento Global (GPS), apresentam uma série de facilidades na geração e produção de dados e informações para o estudo de fenômenos geográficos, como os desastres naturais. Estas ferramentas permitem produzir informações em pouco tempo e com baixo custo, combinando informações de dados

espaciais a fim de analisar as interações existentes entre as variáveis, elaborar modelos preventivos e dar suporte as tomadas de decisões.

Uma alternativa muito utilizada para a obtenção de imagens de áreas específicas e para o monitoramento do risco tem sido o software Google Earth, tendo em vista a necessidade de imagens de alta resolução espacial e a disponibilidade que o software apresenta quanto a constante atualização do seu banco de imagens (TRENTIN & BAZZAN, 2013). Embora apresente limitações quanto a operações mais complexas de sensoriamento remoto junto as suas imagens, seu uso para reconhecimento, planejamento de ações e espacialização do risco é cada vez mais difundido, subsidiando diferentes etapas da cartografia de risco.

Para Veyret (2007) a cartografia permite, ao mesmo tempo, a objetivação do risco e sua designação enquanto problema público. Podendo ser definida como ferramenta de comunicação e ajudar em uma mobilização social.

Santoro (2011 p. 23) destaca a importância de se cartografar as áreas de risco, sendo esta medida muito importante no que se refere a gestão e mitigação dos danos, em áreas onde já instalado o risco.

A identificação, a avaliação e o gerenciamento de áreas de riscos geológicos, com base no levantamento e análise de dados geológicos e geotécnicos, são fundamentais para a definição e a operacionalização de mecanismos de enfrentamento de perigos de natureza geológico-geotécnica, tais como escorregamentos, erosões e inundações. Além disso, o adequado conhecimento e a classificação e/ou hierarquização de áreas e situações de risco, é essencial para embasar ações preventivas voltadas a evitar ou enfrentar acidentes, especialmente aqueles com grande potencial de perdas de vidas humanas. (SANTORO, 2011 p. 23)

Coutinho & Bandeira (2012) apontam dois tipos de mapeamento e critérios de análise de risco, o zoneamento de risco e o cadastro de risco. Conforme os autores, no cadastramento o risco é avaliado de forma pontual, tendo como detalhamento cada uma das moradias, e a representação se dá de forma pontual. Já os zoneamentos correspondem à cartografia onde são delimitados setores nos quais em geral, encontra-se instaladas várias moradias. Nestes setores são identificados os processos atuantes e a característica da área com um todo, e finalmente o grau de risco deste recorte, podendo-se considerar que no zoneamento de risco há uma generalização. É válido destacar que a escolha da forma de mapeamento passa por

características de cada área de estudo, objetivos traçados, assim como recursos disponíveis para sua execução.

Um sistema de gerenciamento de áreas de risco implica, em primeiro lugar, no conhecimento do problema por meio do mapeamento dos riscos, sendo que essas áreas caracterizadas em seus diferentes níveis de risco, hierarquizadas para o estabelecimento de medidas preventivas e/ou corretivas, e administradas por meio de ações de controle de uso e ocupação do solo.

Para Robaina & Trentin (2013) o zoneamento do território, a partir da avaliação da vulnerabilidade e da suscetibilidade, é considerado um instrumento fundamental para a integração dos riscos ao planejamento ambiental.

Neste sentido, o zoneamento pode ser utilizado para promover usos produtivos e menos sujeitos a danos, permitindo a manutenção de áreas de uso social, como áreas livres no centro das cidades, reflorestamento, e certos tipos de uso recreacional. Destaca - se ainda que a utilização do zoneamento como ferramenta, carece estar acompanhada de uma boa gestão e planejamento de atuação na mitigação de danos, tendo em vista que o mapa subsidia a espacialização do risco e permite se estabelecer estratégias de ação, entretanto não soluciona o problema.

Sob a mesma perspectiva da importância do conhecimento das áreas susceptíveis enquanto ferramenta de gestão, Figueiredo (2003) lembra que:

“O mapeamento de áreas inundáveis representa uma ferramenta importante para direcionamento das expansões urbanas e a ordenação do uso e ocupação do solo, pois se dispondo do zoneamento dessas áreas, pode-se delimitá-las e designá-las para usos adequados” (FIGUEIREDO, 2003, p.1791).

Portanto, a cartografia é fundamental, seja na atuação preventiva juntos as áreas susceptíveis por meio do planejamento ou ainda no gerenciamento das áreas onde o risco está consolidado.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo busca descrever os procedimentos que foram executados para que se cumprissem os objetivos geral e específicos estabelecidos para a presente pesquisa. As etapas cumpridas correspondem a Revisão bibliográfica; Organização da base cartográfica, Dados e informações da área de estudo; Inventário de registro de eventos; Análise e mapeamento da susceptibilidade a inundações, Análise e mapeamento do perigo; Análise e mapeamento da Vulnerabilidade e finalmente a Análise e mapeamento das áreas de risco de inundações.

Estas etapas, detalhadas e descritas a seguir, estão esquematizadas a partir do organograma abaixo (Figura 5):

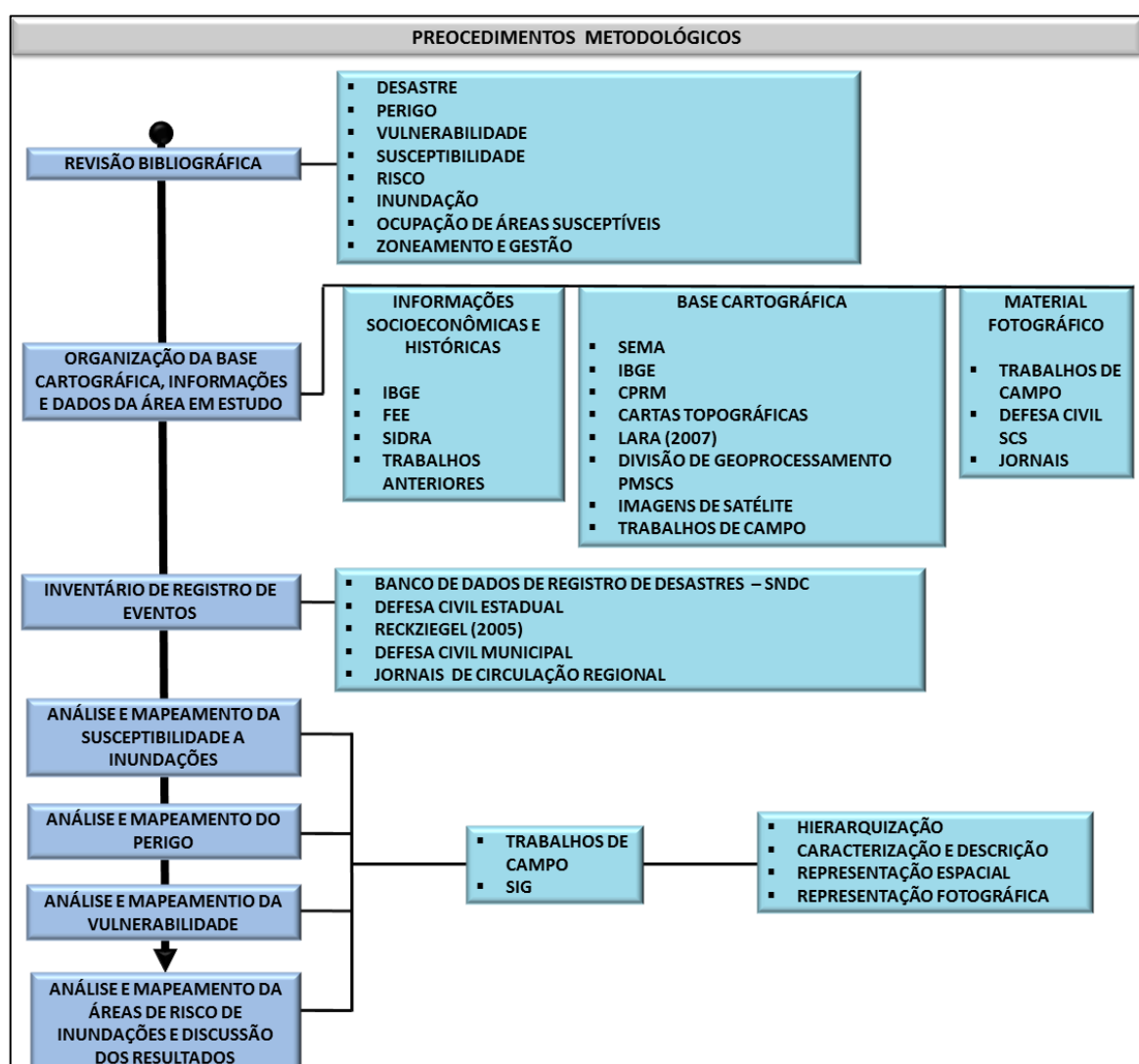


Figura 5 – Procedimentos metodológicos da pesquisa.

2.1 Revisão Bibliográfica

Esta etapa compreendeu o levantamento bibliográfico e teve como intuito avaliar e encontrar subsídios teóricos, em trabalhos publicados na literatura científica nacional e internacional, que fizessem referência às temáticas. A busca de aportes teóricos é fundamental para o planejamento e execução do trabalho de pesquisa e permitiu discutir, associar e dissociar conceitos chave referentes a elementos e atributos que são essenciais para a elaboração de um zoneamento de risco e, ainda, estabelecer análises e considerações sobre as áreas identificadas e homogeneamente delimitas.

A revisão bibliográfica permitiu ainda, analisar a evolução e expansão da área urbana, onde a consulta a trabalhos específicos da área de estudo se fez necessária. Da mesma forma, a constante revisão e consulta a bibliografias específicas permite o contato com o que se tem produzido e proposto mais recentemente do ponto de vista conceitual e metodológico e, ao mesmo tempo, permite a apropriação e adaptação de metodologias adotadas em estudos anteriores e que alcançaram resultados considerados satisfatórios, propondo-se então, procedimentos coerentes com a área de estudo em cada uma dos passos estabelecidos ao longo da realização da pesquisa.

2.2 Organização da base cartográfica, dados e informações da área de estudo.

Esta etapa compreendeu a organização de dados e informações gerais a respeito do município de Santa Cruz do Sul e de toda base cartográfica que subsidiou a espacialização das informações obtidas e geradas, e que depois de organizadas, analisadas e discriminadas em ambiente SIG, resultaram no zoneamento de risco de inundação na área urbana do município.

2.2.1 Informações socioeconômicas e históricas

As informações que permitiram estabelecer uma cronologia quanto à formação histórica do município de Santa Cruz foram obtidas junto ao IBGE, a partir do histórico municipal que a fundação disponibiliza para cada um dos municípios brasileiros. Para aquisição de informações referentes à organização espacial e expansão da área urbana, foram resgatados os trabalhos de Wink (2002), que retrata a evolução urbana de Santa Cruz do Sul entres os anos de 1855 a 2000, e também Silveira (2005, 2003) e Oliveira (2012), que tem como área de pesquisa o espaço urbano de Santa Cruz do Sul e trazem importantes contribuições quanto a sua gênese e caracterização. Da mesma forma, o trabalho de Lara (2007), que considerando os períodos de 1855, 1922, 1956, 1980 e 2006, e respectivas plantas urbanas, especializa a evolução desta expansão, tendo como base o desenho urbano de cada período.

Os dados e informações que vieram a somar-se ao levantamento de aspectos históricos permitiram a caracterização socioeconômica do município originaram do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a partir da plataforma Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA e da Fundação de Economia e Estatística - FEE, sendo organizados a partir do *software* Excel 2010.

2.2.2 Base cartográfica

A base cartográfica que subsidiou as operações de análise espacial e espacialização foi composta, principalmente, por informações de origem secundária, acrescidas de levantamentos de origem primária e foram discriminadas em função da escala e distintas finalidades.

Para a caracterização geral do município de Santa Cruz, a base cartográfica utilizada foi composta pelas cartas topográficas de escala 1:50.000 de nomenclatura SH.22-V-D-I-3 (Serio), SH.22-V-D-IV-1 (Santa Cruz do Sul), SH.22-V-D-IV-3 (Rio Pardo) e SH.22-V-C-VI-2 (Vera Cruz), datadas de 1975 (impressas em 1980) e de

levantamento realizado por parte do DSG do Exército Brasileiro, presentes na Base Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul de Hasenack & Weber (2010). As curvas de nível de equidistância de 20 metros, os pontos cotados assinalados nas cartas e a hidrografia presente, permitiram estabelecer mapas gerais de hipsometria e de declividades, sendo possível analisar a distribuição espacial destes parâmetros morfométricos no município. A estas informações somaram – se ainda a Malha Digital das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul, disponibilizada pela Secretária Estadual de Meio Ambiente - SEMA/RS e mapas temáticos e bases vetoriais disponíveis a partir do IBGE e CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), que após recortados e ajustados ao limite municipal configuraram respectivamente os mapas em escala pequena de hidrografia, geomorfologia e geologia da área de estudo. As informações gerais de caráter administrativo e de limítrofes foram estabelecidas e especializados a partir da malha municipal do IBGE de 2010.

A base cartográfica utilizada para a caracterização e análise da área urbana, assim como para a elaboração dos mapeamentos de susceptibilidade natural, perigo, vulnerabilidade e mapeamento de risco de inundação, se deu a partir do mapeamento temático de 2011 elaborado Pela Divisão de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul e da base vetorial e disponibilizada pela mesma. Esta base cartográfica dispõem de bairros, quadras, vias, limites administrativos, além de curvas de nível com equidistância de 5 metros, e a hidrografia atualizada conforme as intervenções recentes, permitindo a elaboração de produtos cartográficos de maior detalhe, em escala 1:10.000.

As imagens de satélites DigitalGlobe datadas de 08/06/2012, obtidas via *Google Earth Pro.*, compuseram a base cartográfica desde as etapas de planejamento e conhecimento da área de estudo, assim como se fizeram presentes na análise e na elaboração do zoneamento de risco.

Para elaboração do mapa da expansão urbana de Santa Cruz do Sul, foi realizada uma compilação e adaptação dos mapas disponibilizados nos trabalhos de Lara (2007) e Silveira (2005), que foram utilizados como base cartográfica.

Para os estudos de mapeamentos foram acrescentados os levantamentos oriundos dos trabalhos de campo, realizados em Ago./12 e Out/13 fazendo-se uso de receptor de GPS (Sistema de Posicionamento Global). Todas as operações de

compilação e análise destas informações de caráter espacial e elaboração do de produtos cartográficos foi feita por meio do *software* Arcgis10, desenvolvido pela ESRI.

2.2.3 Material fotográfico e figuras ilustrativas.

O material fotográfico utilizado na análise e na representação dos resultados teve origem primária e secundária, sendo quase totalidade foi obtido por meio dos trabalhos de campo realizados na área de estudo. Fotografias de registros de eventos foram obtidas junto ao acervo da Defesa Civil de Santa Cruz do Sul e a partir dos Jornais Gazeta do Sul (e o Portal Gaz), Diário Regional e Zero Hora (todos em versão online).

As figuras e organogramas utilizados com o intuito de facilitar ao leitor a interpretação e análise de informações ou procedimentos utilizados, tiveram sua confecção por meio do *software* Corel Draw x5, desenvolvido pela Corel Inc.

2.3 Inventário de registro de eventos

O inventário de registros de eventos compreende uma etapa fundamental para direcionar trabalhos de campo às áreas de perigo e, portanto, estabelece um levantamento de informações espaço-temporais das inundações.

O levantamento temporal das inundações ocorridas nas últimas décadas compreendeu o período de 1980 a 2013 (este último ano incluso em função dos eventos ocorridos na etapa de conclusão do trabalho, sendo úteis para validação dos dados). Este trabalho utilizou o inventário realizado por Reckziegel (2005) onde são computados dados até o ano de 2004 e seguiu a partir do que é disponibilizado pelo Banco de Dados de Registro de Desastres / Secretaria Nacional de Defesa Civil – SNDC e pela Defesa Civil do Rio Grande do Sul e ainda jornais de circulação regional. Este segundo grupo de informações faz menção a data e local dos

eventos. Metodologicamente adotou-se para eventos que foram registrados por mais de uma das fontes, entretanto em uma mesma data, a computação como um único evento.

A consulta à Defesa Civil de Santa Cruz do Sul, com sede no município, permitiu estabelecer um inventário de caráter espacial das áreas onde as inundações são mais recorrentes.

2.4 Análise e mapeamento da susceptibilidade a inundações

A partir da manipulação da base cartográfica em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG é possível o reconhecimento da distribuição espacial da hipsometria, da declividade e das formas de relevo na área em estudo. As curvas de nível com intervalos de 5 metros permitiram a elaboração do MDT – Modelo Digital do Terreno, obtido pelo método da triangulação de Delauney, que utiliza grade triangular irregular (TIN) para interpolação de curvas de nível. Em seguida, o MDT gerado foi transformado em arquivo do tipo “raster” ou “grid”, compatível com a escala da base cartográfica. O arquivo “raster” foi utilizado para a geração da distribuição da hipsometria e das declividades da área.

O limite de 2% de declividade marca a delimitação em áreas planas, que quando ocorrem associadas aos cursos d’água, formam suas planícies de inundação, áreas que, naturalmente, são destinadas ao extravasamento dos cursos d’água em períodos de maior volume de precipitação. A partir do mapa hipsométrico delimitou-se as áreas de fundo de vales.

Sendo assim, a partir da declividade e hipsometria foi elaborado um mapa que permitiu averiguar a distribuição das áreas planas associadas às drenagens na área de estudo. Estas duas características (áreas planas e próximas ao canal) constituíram a base para se determinar as áreas susceptíveis a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul.

Alguns ajustes foram feitos, após os trabalhos de campo, mitigando possíveis equívocos no modelo digital do terreno, assim discriminando algumas áreas e redefinindo o limite de outras, em função da hipsometria, registro de evento

e considerando ainda as significativas intervenções nas drenagens e entorno. Os trabalhos de campo proporcionaram ainda, identificar e caracterizar os condicionantes naturais e antrópicos responsáveis pelo fenômeno de inundação na área de estudo.

2.5 Análise e mapeamento do perigo

Por meio do cruzamento das áreas susceptíveis com imagens de satélite de alta resolução da área de estudo, foi possível identificar as áreas sujeitas a inundações e que são ocupadas, permitindo a identificação das áreas de perigo, que foram validadas por trabalhos de campo com apoio da Defesa Civil municipal.

Da mesma forma que na etapa anterior, foram realizados pequenos ajustes quanto à delimitação de algumas áreas, em função das informações obtidas em trabalho de campo, onde a presença das vias e outras intervenções acabaram por recondicionar às áreas gerando uma recharacterização o perigo, considerando-se ainda que os canais apresentam diferentes características quanto ao seu porte, extensão de suas áreas de extravasamento e área drenada, o que deve ser considerado na real possibilidade de dano.

Para a análise e sua representação, foram estabelecidos graus de perigo em função de critérios que envolvem a recorrência das inundações, cota(s) que marcam estas inundações, além da análise da morfologia do canal, relevo, proximidade das residências em relação à drenagem.

Esta análise de determinação de diferentes níveis perigo se deu também, evidentemente associada à magnitude dos eventos e a severidade com que os processos causam danos, além do critério geral de maior ou menor proximidade da drenagem. Pertinente às características da área de estudo foi considerado, o tipo de processo causador das inundações, dissociando-as duas categorias, onde temos inundações associadas áreas ribeirinhas (que compreendem a planície de inundação do rio Pardinho) e inundações associadas à urbanização e a intervenção antrópica (tributários do rio Pardinho), tipologias consideradas por Tucci (2005).

De maneira geral, as inundações associadas ao rio Pardinho são caracterizadas pela maior tempo de elevação e recuo das águas, o que as torna um processo menos severo quanto à velocidade, todavia mais severo quanto à recorrência e tamanho da área afetada. Por sua vez, os seus tributários costumam marcar inundações de elevação e recuo rápido das águas. Essas particularidades associados a cada área de perigo e respectivas drenagens, foram consideradas quanto à severidade e capacidade de dano das drenagens.

Na primeira categoria, denominada Perigo Baixo (P1), foram enquadradas as áreas susceptíveis, ocupadas e, relativamente, distantes das drenagens, ou ainda, algumas áreas associadas de canais de pequena ordem, sem a presença de registro, considerados eventos extraordinários. A esta categoria de perigo foram considerados os processos de inundação que estão associadas à impermeabilização de terrenos planos e a presença de antigos arroios, que suprimidos ou incorporados ao sistema de drenagem pluvial, atualmente causam eventos registrados como alagamentos e costumam afetar muito mais as vias de acesso que, propriamente, as residências.

Para a segunda categoria, denominada Perigo Médio (P2), foram enquadradas as áreas susceptíveis, ocupadas e considerando a proximidade do canal e ainda a magnitude da drenagem. Para as áreas adjuntas ao rio Pardinho, foram definidas as áreas, relativamente, mais distantes do rio, estabelecidas além da cota de inundação registrada em campo, e que se estendem até a BR 471, que atua com um “dique”. Para os tributários do rio Pardinho, onde se considerou que o porte e características remetem a possibilidade de danos intermediários, foram considerados *buffers* de 20 metros em relação às drenagens, considerando áreas com ou sem registro de eventos. Para os tributários do rio Pardinho, cujos porte e características remetem a processos mais severos e recorrentes foram enquadradas as áreas posicionadas além da cota de inundação registrada em trabalho de campo. Foi estabelecida, portanto, uma análise que considerou a severidade e proximidade da drenagem para cada área adjunta aos tributários do rio Pardinho.

Para a terceira categoria, denominada Perigo Alto (P3), foram enquadradas as áreas susceptíveis, ocupadas e considerando a proximidade do canal e ainda a magnitude da drenagem e a severidade da recorrência. Para as áreas adjuntas ao rio Pardinho, foram consideradas as áreas mais próximas do rio, estabelecidas

aquém da cota de inundação registrada em campo, e cujas inundações são muito recorrentes embora registrem um processo de elevação do nível da água mais lento. Para os tributários do rio Pardinho, cujo porte e características remetem a possibilidade de eventos mais severos e marcando inundações bruscas, foram consideradas as áreas mais próximas do rio, estabelecidas aquém da cota de inundação registrada em campo, e cujas inundações são recorrentes.

Em função destes critérios descritos acima, pode-se hierarquizar as áreas de perigo conforme sintetiza o Quadro 1.

P1 - Baixo grau de perigo	• Áreas mais distantes da drenagem, ou ainda associadas a drenagens de pequena magnitude, sendo considerados eventos extraordinários. • Inundações atreladas às intervenções antrópicas, como impermeabilização de áreas associadas à presença de antigas drenagens, e que, causam danos principalmente às vias, registrados atualmente como alagamentos.
P2 - Médio grau de perigo	• Áreas além da cota de inundação estabelecida para o rio Pardinho • Áreas com até 20 metros de distância de drenagem onde se considera severidade intermediária • Áreas além da cota de inundação estabelecida em drenagem onde se considera severidade alta
P3 - Alto grau de perigo	• Áreas aquém da cota de inundação estabelecida para o rio Pardinho • Áreas com até 20 metros de distância de drenagem onde se considera severidade alta. • Áreas aquém da cota de inundação estabelecida em drenagem onde se considera severidade alta

Quadro 1 – Graus de perigo de inundação

2.6 Mapeamento e análise da vulnerabilidade

Para a determinação da vulnerabilidade das áreas afetadas por processos de inundação em Santa Cruz do Sul, foi considerado como elementos principais o padrão de urbanização, tendo em vista a presença ou não de medidas estruturais, padrão das construções, e ainda o uso. Veyret (2007, p.40) sugere que se pode traduzir a vulnerabilidade entre outras maneiras como “a determinação dos danos máximos em função de diversos usos do solo e dos tipos de construção”.

O diagnóstico foi por meio dos trabalhos de campo nas áreas de perigo, fundamentado na observação empírica, onde são avaliados os condicionantes que cercam as residências, como tipo de capeamento das vias e carências de

saneamento básico e análise do padrão geral das residências encontradas nestas áreas, considerando-se o tipo de material e estado de conservação. O nível e tipo de intervenções presentes nas drenagens, construção de diques e a presença de bacias de contenção, caracterizando uma maior ou menor capacidade de atenuação dos danos causados pelas inundações em função da presença de medidas estruturais, também caracteriza-se como elemento chave na análise do padrão urbano.

Na primeira categoria, denominada vulnerabilidade baixa (V1), foram enquadradas as áreas de perigo que apresentem de maneira geral, de alto a médio padrão construtivo (geralmente casas de alvenaria), ruas pavimentadas e a presença de medidas intensivas junto às drenagens, tais como a canalização que diminuem significativamente a frequência das inundações. Metodologicamente, para áreas industriais, quando identificadas, foram-lhes atribuídas uma baixa vulnerabilidade em função de contarem com medidas estruturais e também não estruturais, como seguros contra desastres, o que diminui significativamente os danos.

Na segunda categoria, denominada vulnerabilidade média (V2), foram enquadradas as áreas de perigo que apresentam de maneira geral, um médio padrão construtivo, ruas pavimentadas e não pavimentadas intercaladamente e ainda presença de algumas medidas que mitigam os danos das inundações, tais como algumas intervenções individuais de proteção (presença de muros, casas com sobreloja) ou ainda na própria drenagem de maneira pontual.

Na terceira categoria, denominada, vulnerabilidade alta (V3), foram enquadradas as áreas de perigo que apresentam de maneira geral um baixo padrão construtivo (raramente alvenaria e principalmente material alternativo), ruas não pavimentadas e são marcadas pela pouca ou nenhuma capacidade de intervenção da população junto ao processo, no intuito de atenuar seus danos, sendo também comum, a autoconstrução das moradias ou a ocupação irregular das áreas.

Tendo em vista as características da área de estudo, foram determinados três graus de vulnerabilidade, sendo esta estabelecida em função do cenário encontrado na área de estudo, e tendo em visto as sua heterogeneidade em relação à intervenção nas áreas de perigo, conforme está sintetizado no Quadro 2:

V1 - Baixo Grau de Vulnerabilidade	• Presença de medidas estruturais que reduzem a frequência das inundações ou mitigam danos. • Bom padrão construtivo, onde predominam casas de alvenaria, ruas calçadas ou pavimentadas.
V2 - Médio Grau de Vulnerabilidade	• Médio padrão construtivo onde predominam casas de madeira e casas antigas pouco conservadas, casas de alvenaria inacabadas, alternância entre ruas pavimentadas e não pavimentadas. • Presença de algumas medidas que atenuam moderadamente os danos, intervenções de mitigação geralmente individuais, ou ainda sobreloja.
V3 - Alto Grau de Vulnerabilidade	• Padrão construtivo precário, com predomínio de casas pequenas, de madeira casa com material alternativo, casas sem conservação ou manutenção, ruas sem pavimentação; • Pouca capacidade de intervenção ou resposta às inundações.

Quadro 2 – Graus de vulnerabilidade

2.7 Mapeamento e análise das áreas de risco de inundações

De maneira geral, as metodologias de zoneamento de risco de inundações convergem para a identificação do perigo e da vulnerabilidade e alcançam o resultado a partir da interação destes elementos.

A compilação sistemática da magnitude, recorrência, velocidade e capacidade destrutiva do processo hidrológico, correspondem à severidade e contribuem para diferenciar os graus de perigo. Padrão das moradias e intervenções que mitigam os danos indicam graus de vulnerabilidade. O cruzamento do mapa de perigo com os condicionantes de vulnerabilidade da área afetada permite a hierarquização de riscos, tendo em vista que quanto maiores forem os graus de perigo e vulnerabilidade, mais problemática será uma área.

Sob esta premissa, para o município de Santa Cruz do Sul foram estabelecidos os seguintes graus de risco R1 (risco baixo), R2 (risco médio), R3 (alto risco) ou R4 (risco muito alto), conforme sugere o Ministério das Cidades e o IPT (BRASIL, 2007), levando-se em consideração graus de perigo e vulnerabilidade. Tendo em vista a hierarquização destes dois elementos, anteriormente fundada,

foram estabelecidas relações entre graus de perigo e vulnerabilidade e a determinação de graus de risco, conforme o Quadro 3:

R1 - Risco Baixo	P1 X V1 e V2
R2 - Risco Médio	P1 X V3 P2 X V1 e V2 P3 x V1
R3 - Risco Alto	P2 X V3 P3 X V2
R4 - Risco Muito Alto	P3 X V3

Quadro 3 – Graus de Risco

As áreas determinadas como áreas de risco baixo (R1), são as áreas onde as inundações são extraordinárias, ou estão associadas a alagamentos, não sendo eventos severos, apresentam algum tipo de intervenção mitigadora e apresentam alto a médio padrão de moradias, atenuando os danos.

Áreas de risco médio (R2), são definidas onde as inundações são pouco frequentes, nas áreas caracterizadas pelo perigo médio seja em função da severidade ou distância do canal, mas que apresentam algum tipo de intervenção mitigadora ou as residências apresentam padrão médio ou alto. Também associadas a alagamentos, não sendo eventos severos, todavia ocorrem em áreas vulneráveis, o que limita o poder de resposta da população.

As áreas de risco alto (R3), são caracterizadas como de perigo médio, seja em função da severidade ou distância da drenagem, mas que ocorrem em áreas muito vulneráveis. Da mesma forma as áreas que se apresentam muito recorrentes ou associadas a eventos de maior severidade, embora ainda associadas a alguma intervenção mitigadora ou padrão que predominem o padrão médio de moradias, foram também enquadradas como risco alto.

No risco muito alto (R4), estão as zonas caracterizadas como muito recorrentes ou associadas a eventos de maior severidade e que ocorrem em áreas muito vulneráveis, o que potencializa significativamente os danos à população.

A Figura 6 ilustra de forma sintética os procedimentos que foram utilizados para se estabelecer um zoneamento de áreas de risco associadas às inundações.

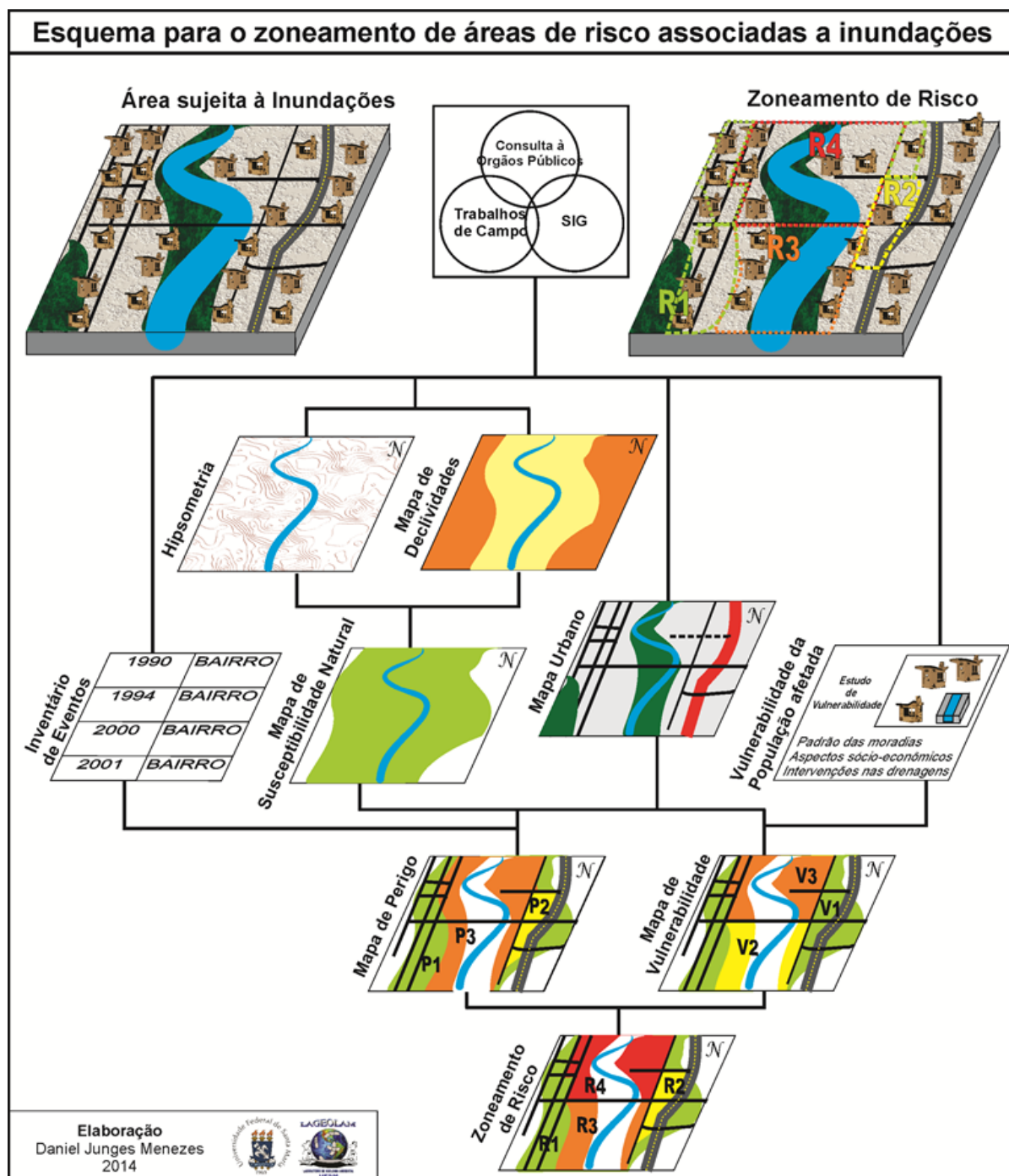


Figura 6 – Esquema para o zoneamento das áreas de risco associadas a inundações.

3 SANTA CRUZ DO SUL: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

Este capítulo busca caracterizar o município de Santa Cruz do Sul, quanto aos seus aspectos históricos, físicos e socioeconômicos, visando compreender como se dá a sua configuração espacial, enquanto unidade administrativa municipal. Além disso, apresenta os aspectos que marcam e individualizam o seu sítio urbano, buscando-se compreender como está configurado, como se deu a sua evolução e expansão, e como esses aspectos estão relacionados aos processos associados à dinâmica fluvial.

3.1 Configuração territorial do município de Santa Cruz do Sul

Segundo o IBGE (2010), o município possui atualmente um território de 733 km² e seus limites políticos administrativos se dão pelos municípios de Vera Cruz (leste), Rio Pardo (sul), Sinimbu (noroeste), Venâncio Aires (nordeste) e Passo do Sobrado (leste). Todavia, a configuração do atual município de Santa Cruz do Sul remete ao início da colonização alemã no Rio grande do Sul na primeira metade do século XIX, sendo um dos principais núcleos deste processo de povoamento no estado. Motivados pela busca de melhores condições de vida em relação ao seu território de origem e incentivados pelo governo brasileiro que se preocupava em povoar extensas regiões do Sul, ainda pouco habitadas e expostas ao litígio com os vizinhos Platinos, chegaram agricultores e profissionais de ofício à porção meridional do Brasil.

Neste contexto, foi criada no ano de 1847 a então colônia de Santa Cruz no então Município de Rio Pardo (Figura 7) que configurava-se como próspero centro comercial. Era desejado na época, estabelecer comunicação com chamados “Campos de Cima da Serra”, por meio de uma estrada ou picada, com o intuito de encurtar o caminho e, conseqüentemente, atrair o comércio daquela região. Então

em 1849 chegam às primeiras famílias de imigrantes oriundos da Alemanha que se estabeleceram na Colônia Picada Velha, hoje conhecida como Linha Santa Cruz.

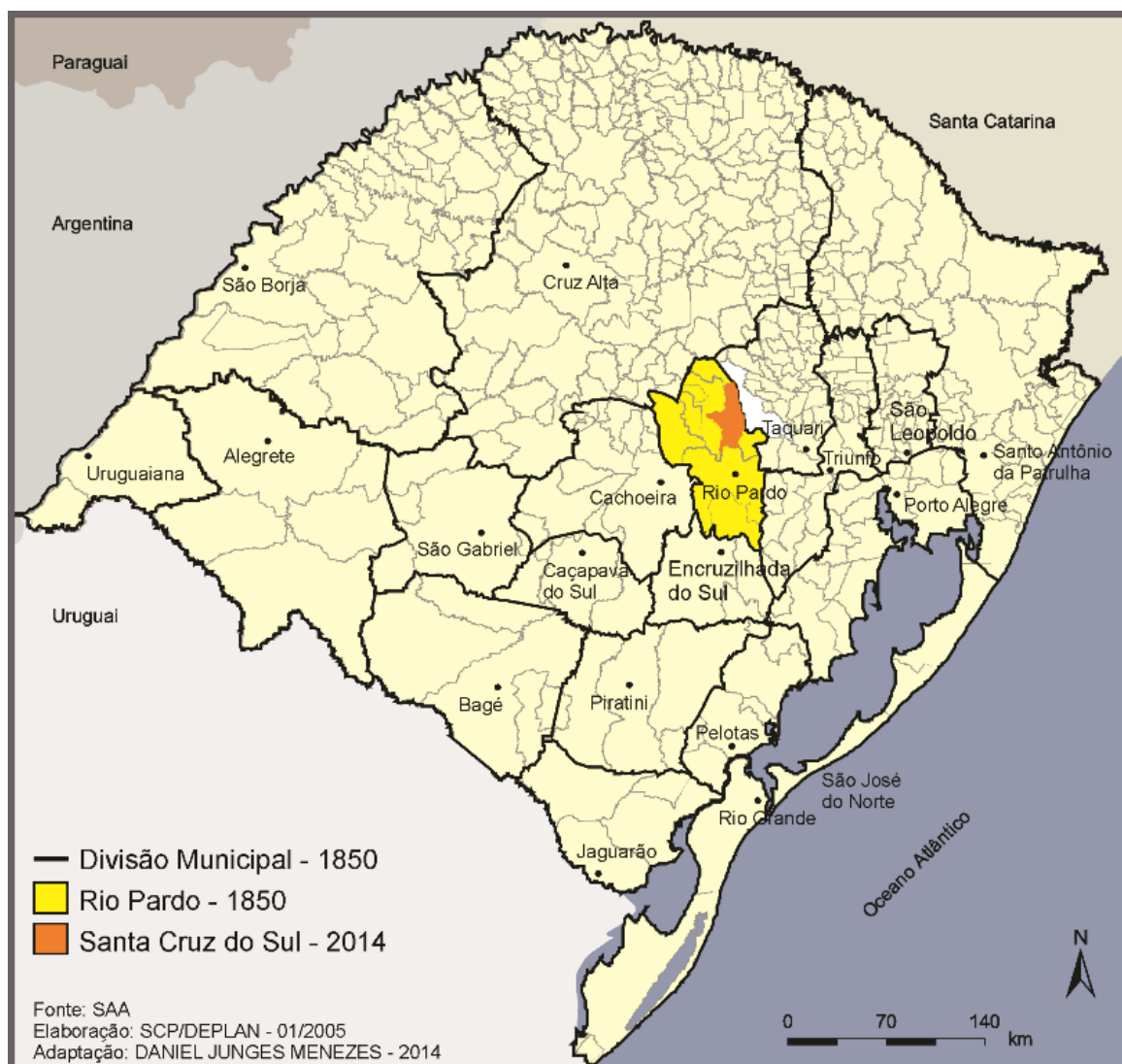


Figura 7 – A Colônia Santa Cruz do Sul figurava-se junto a Rio Pardo em 1850.

Os colonos se estabeleceram nas novas terras e passaram a se dedicar a policultura, plantando trigo, algodão e, também, o tabaco, que décadas depois viria a ser fundamental na economia da região (FREITAS & FOSSATTI, 2002).

Santa Cruz tornou-se uma das colônias mais prósperas do Sul do País, levando o governo provincial a escolher o local para a futura povoação, feito o que, promulgou lei de 25 de novembro de 1852, desapropriando parte da antiga propriedade de João Faria Rosa. Desta forma, o então povoado Faxinal do João Faria, daria origem a atual cidade de Santa Cruz do Sul. Já no ano de 1959, foi

criado o distrito com a denominação de Santa Cruz, pela lei provincial nº 432, de 08-01-1859, ainda subordinado ao município de Rio Pardo.

Com a denominação de São João de Santa Cruz, é finalmente, elevado à categoria de vila e, pela lei provincial nº 1079, de 31-03-1877, sendo desmembrado do município de Rio Pardo, instalando-se a Câmara Municipal no dia 28 de setembro de 1878. Portanto, na divisão municipal de 1880, Santa Cruz do Sul passa a figurar como um dos 41 municípios existentes no estado Rio Grande do Sul no período (Figura 8).

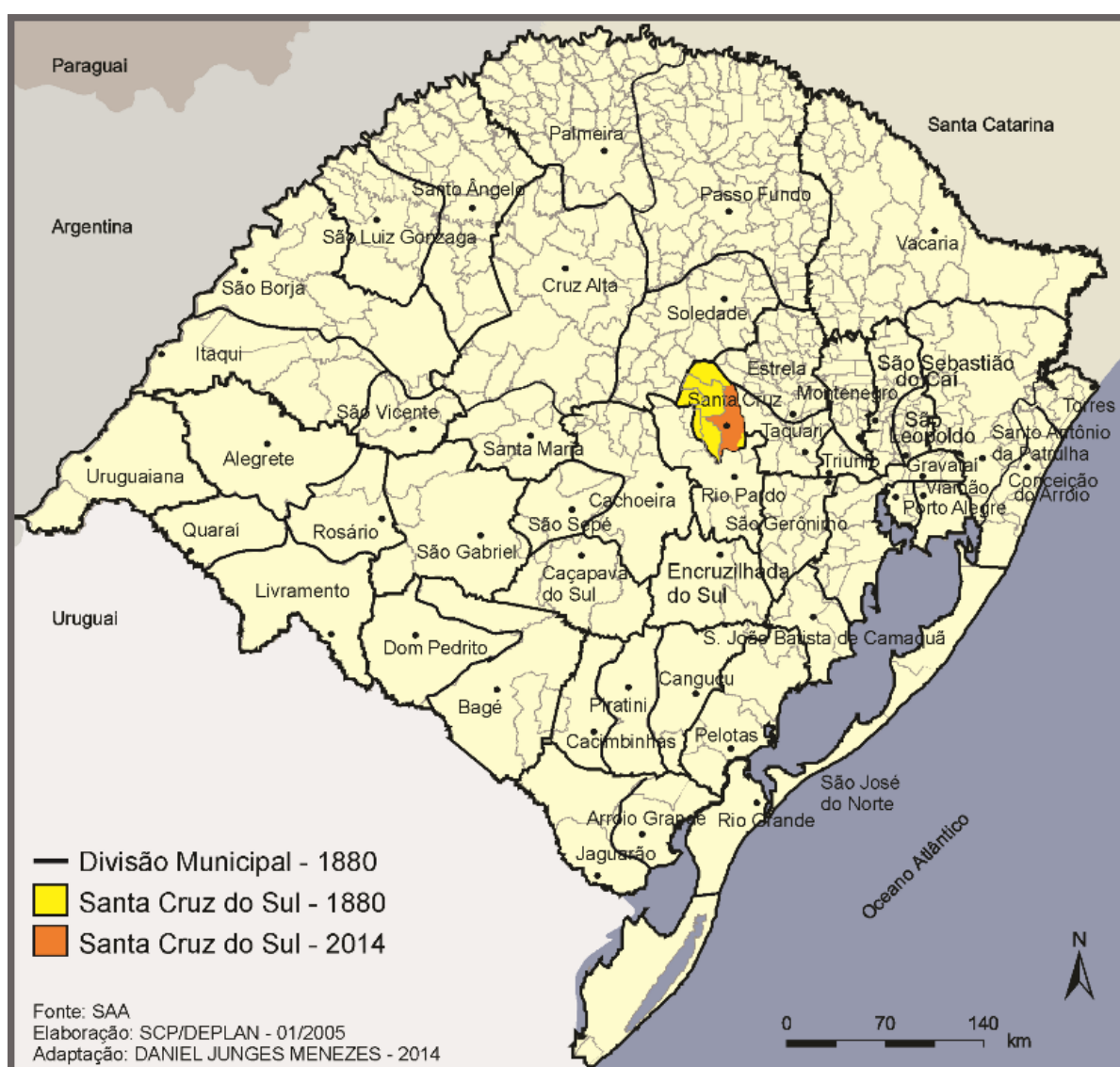


Figura 8 – Na divisão municipal de 1880, Santa Cruz do Sul passa a figurar como um dos 41 municípios existentes no estado Rio Grande do Sul.

Pelo decreto estadual nº 837, de 19-11-1905 passou a denominação de Santa Cruz, elevado à condição de cidade. O nome “Santa Cruz do Sul”, como é

oficialmente conhecido hoje, se deu somente por meio do decreto-lei estadual nº 720 de 29-12-1944, de Getúlio Vargas que proibia a duplicidade de topônimos no país.

No ano de 1959, desmembra do município de Santa Cruz do Sul, o então distrito de Teresa, elevado à categoria de município com a denominação de Vera Cruz. Já em 1992, desmembra do município de Santa Cruz do Sul o distrito de Gramado Xavier, elevado à categoria de município, o distrito de Trombudo, elevado à categoria de município com a denominação de Vale do Sol e os distritos de Sinimbu e Herveiras, para constituir o novo município de Sinimbu.

E finalmente pela lei nº 5433, 18-06-2008, é criado o distrito de São José da Reserva e anexado ao município de Santa Cruz do Sul, sendo que em divisão territorial datada de 2009, o município é constituído de 7 distritos: Santa Cruz do Sul, Alto Paredão, Boa Vista, Monte Alverne, Rio Pardinho, Saraiva, São José da Reserva e São Martinho (IBGE, 2010).

3.2 Caracterização física do município de Santa Cruz do Sul.

3.2.1 Hidrografia

Santa Cruz do sul esta estabelecida em um terreno caracterizado pela transição entre áreas mais elevadas e íngremes do Planalto para áreas mais rebaixadas e planas da Depressão Periférica, apresentando assim uma série de drenagens encaixadas e afluentes intermitentes como também drenagens com maiores planícies de inundação. Seu território esta situado no contato entre três bacias hidrográficas, conforme aponta a Figura 9.

O Setor leste do município esta inserido na bacia hidrográfica do rio Taquarí, o que corresponde a 47% do território municipal. Este setor tem como principais drenagens o rio Taquarí – mirim e seus tributários os arroios Schimidt e Pinheiral e mais ao norte o arroio Castelhana que apresenta como principais tributários os arroios Castelhaninho e Chaves e do Tigre. No sul do município, encontramos ainda áreas inseridas na bacia hidrográfica do Jacuí, que correspondem a apenas 8% do

território e que são drenadas por afluentes diretos do rio Jacuí, como os arroios Cuoto e Passo da Mangueira.

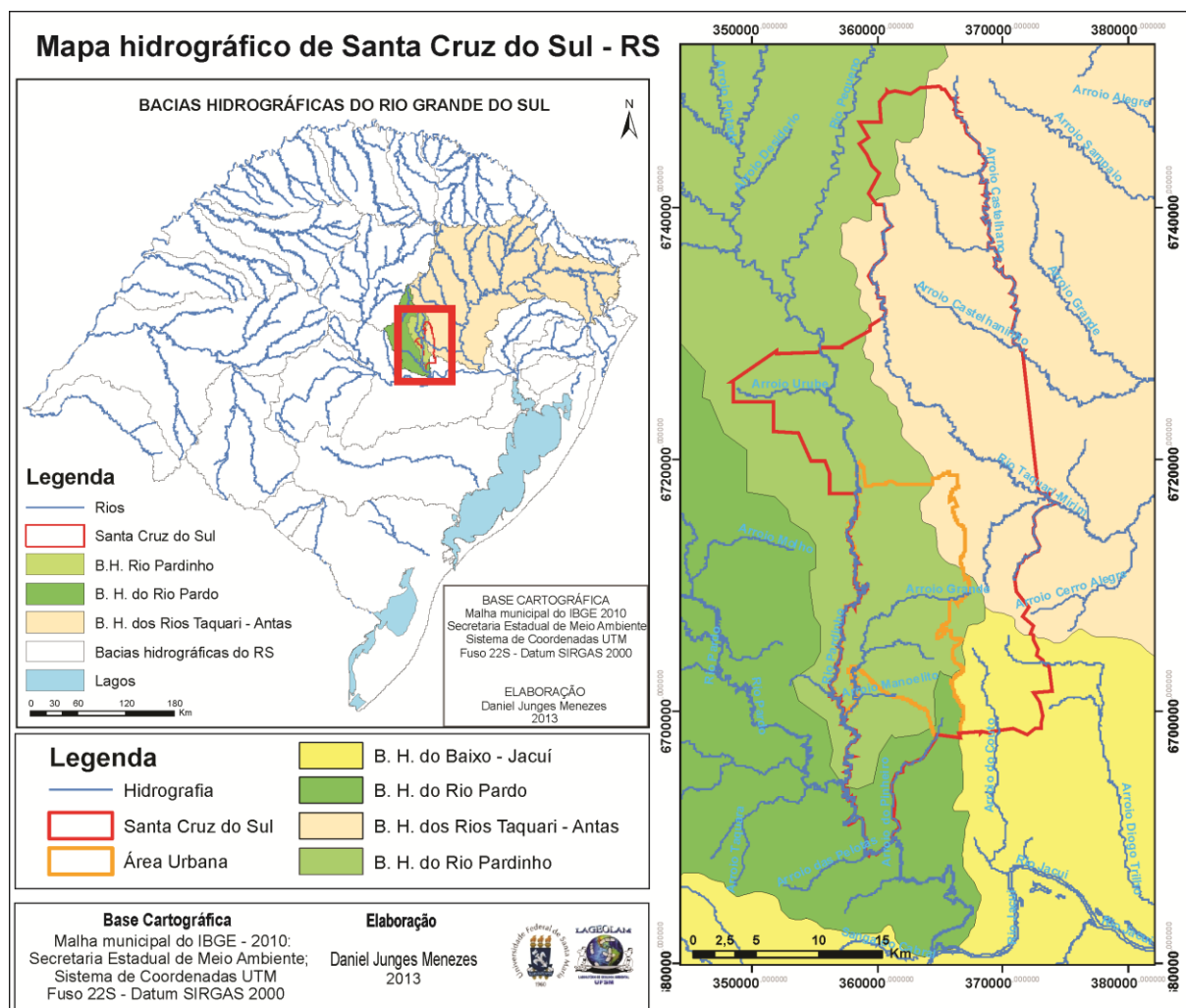


Figura 9 – Mapa Hidrográfico de Santa Cruz do Sul

O setor oeste do município está inserido na bacia hidrográfica do rio Pardo, totalizando 45% do território municipal e comporta quase que totalidade da área urbana de Santa Cruz do Sul. Este setor tem como principal drenagem o rio Pardo, cujas nascentes se encontram aquém dos limites municipais e tem seus principais tributários em território municipal os arroios Urube, Grande e Manoelito, além de uma série de outros cursos d'água que cortam e circundam a área urbana, até seu encontro com o rio Pardo, que por sua vez deságua ao sul, no rio Jacuí. Estes cursos d'água, presentes nesta porção oeste, caracterizados por diferentes níveis de intervenção, que juntamente com o rio Pardo, são responsáveis pela drenagem da área urbana, assim como pelas inundações.

3.2.2 Hipsometria

No que se refere à distribuição e análise da altimetria de Santa Cruz do Sul, o município apresenta gradativo aumento das cotas em direção ao norte, conforme pode ser observado no mapa hipsométrico (Figura 10).

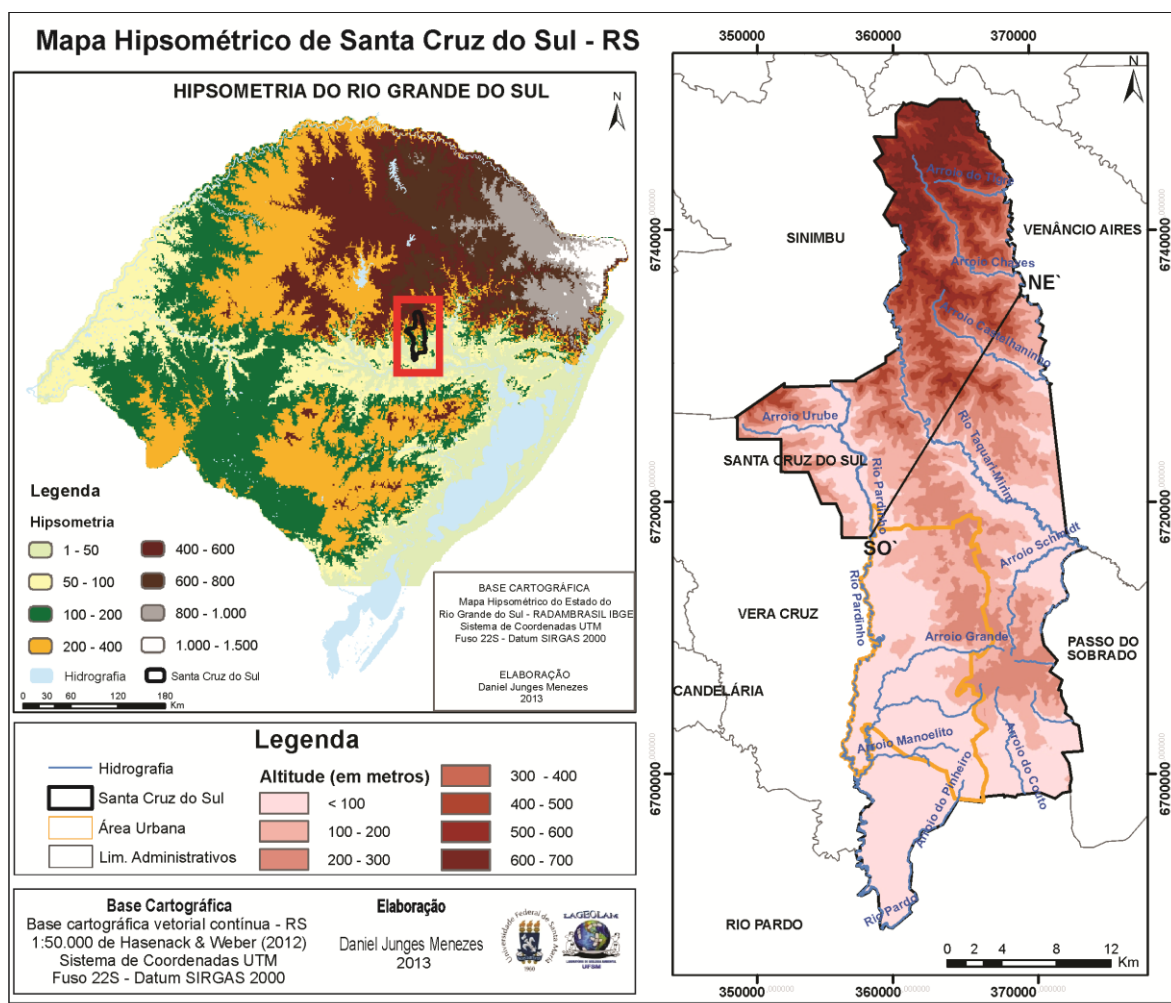


Figura 10 – Mapa hipsométrico de Santa Cruz do Sul.

Registra-se uma amplitude de 668 metros em função de variação das altitudes de 12 metros nas proximidades da confluência com os rios Pardo e Jacuí e 680 metros na porção norte. O município está situado, em grande parte, na altitude abaixo dos 200 metros, estando restritas altitudes superiores na porção norte. As cotas menores que 100 metros estão associadas principalmente às proximidades das drenagens e na porção sul do município.

A porção central do município apresenta uma região mais elevada, cuja cota chega a 300 metros e marca um interflúvio entre as bacias hidrográficas dos rios Pardo e Taquarí e ainda tributários diretos do rio Jacuí.

O perfil topográfico, traçado no sentido SO – NE (Figura 11) permite visualizar a variação altimétrica, como também, o divisor de águas que marca o interflúvio das bacias hidrográficas dos rios Pardo e Taquari.

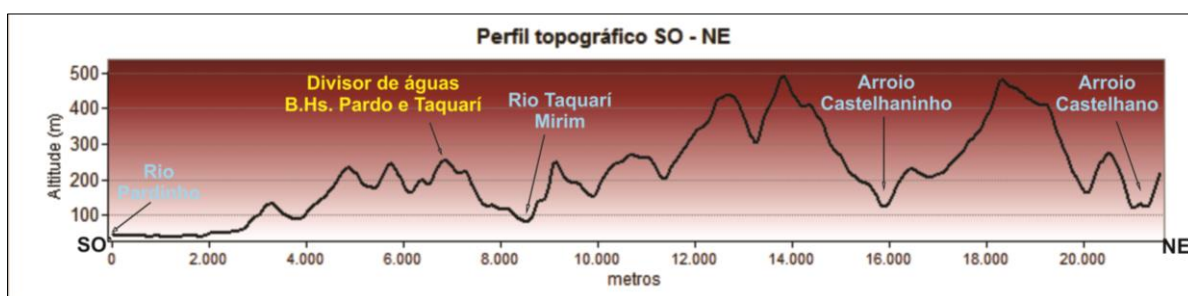


Figura 11 – Perfil topográfico SO – NE.

3.2.3 Declividades

Entre os atributos considerados e que aparecem como fundamentais para estudos associados a inundações, sem embargo temos a declividade, sendo elementos importantes a sua mediação assim como a sua distribuição espacial no terreno, como pode ser observado no mapa de declividades do município (Figura 12). No que tange a análise deste parâmetro, o município de Santa Cruz do Sul apresenta como área mais declivosa a porção norte, onde se encontra um terreno íngreme, apresentando drenagens encaixadas. As inclinações predominantes nesta porção mais meridional estão compreendidas acima dos 30% e em áreas escarpadas, estão acima de 47%.

Por sua vez o terreno passa a ser menos declivoso na porção ao sul, nas áreas planas próximas as drenagens, onde se estabelece grande parte da área urbana do município. Associadas às drenagens, predominam os declives com inclinação inferior a 2% e os compreendidos na classe entre 2% e 5%, caracterizando áreas de agradação.

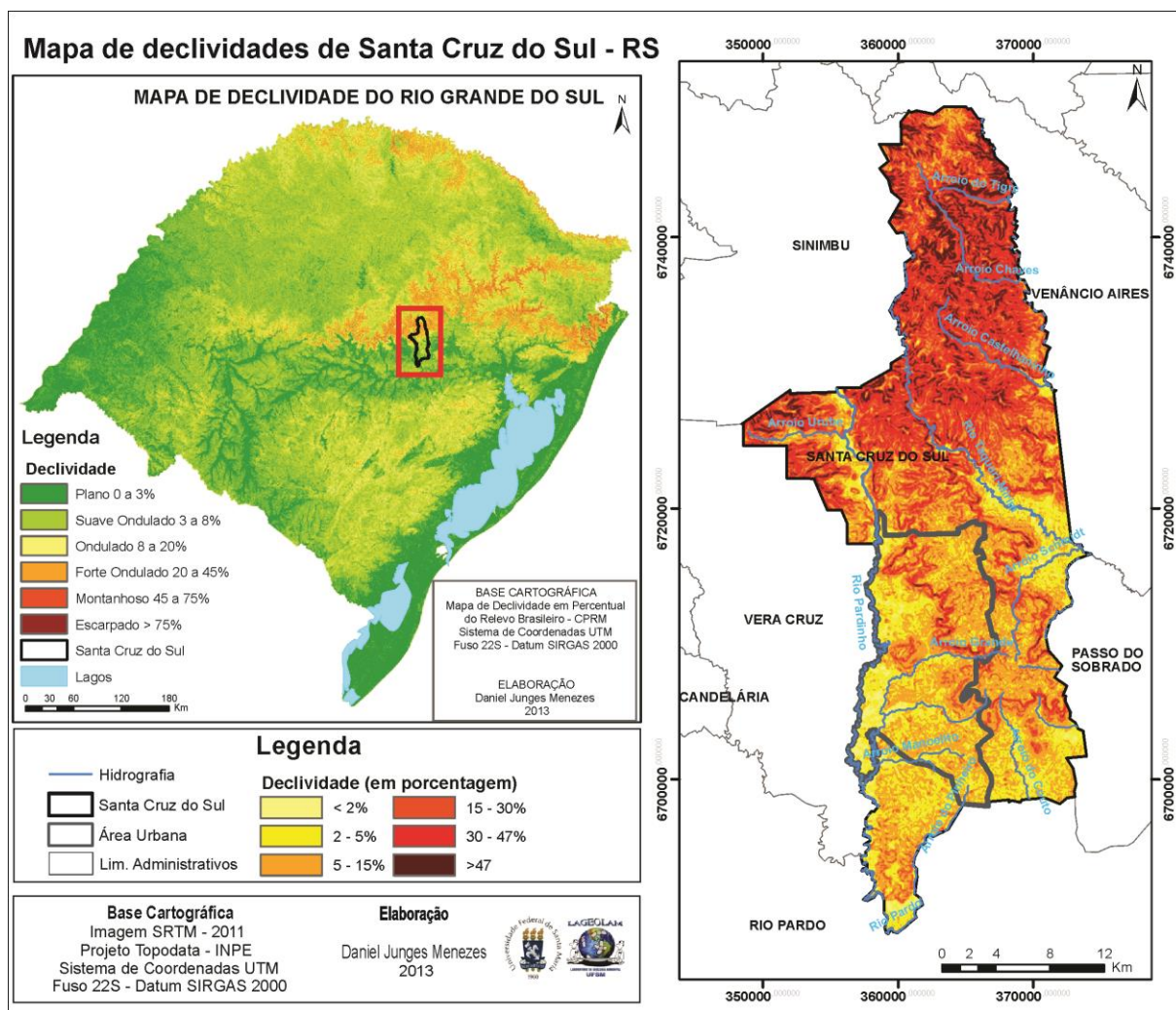


Figura 12 – Mapa de declividades de Santa Cruz do Sul.

3.2.1 Geologia

No que se refere às litologias encontradas em Santa Cruz do Sul, temos o predomínio de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, que se estendem por toda a porção norte e avançam sobre as áreas mais elevadas da região central, predominando em 55,5% do território municipal, conforme aponta o mapa geológico (Figura 13).

Nas áreas que bordejam as rochas vulcânicas, encontram-se arenitos da Formação Botucatu, presentes em 7% do território. Distribuídas na porção sul e próximas aos vales, nas áreas mais rebaixadas, são encontradas as rochas sedimentares da Formação Santa Maria, presentes em 13% da área municipal.

Conforme Pinheiro & Nummer (2013), em alguns locais, os basaltos estão em contato direto com a Formação Santa Maria.

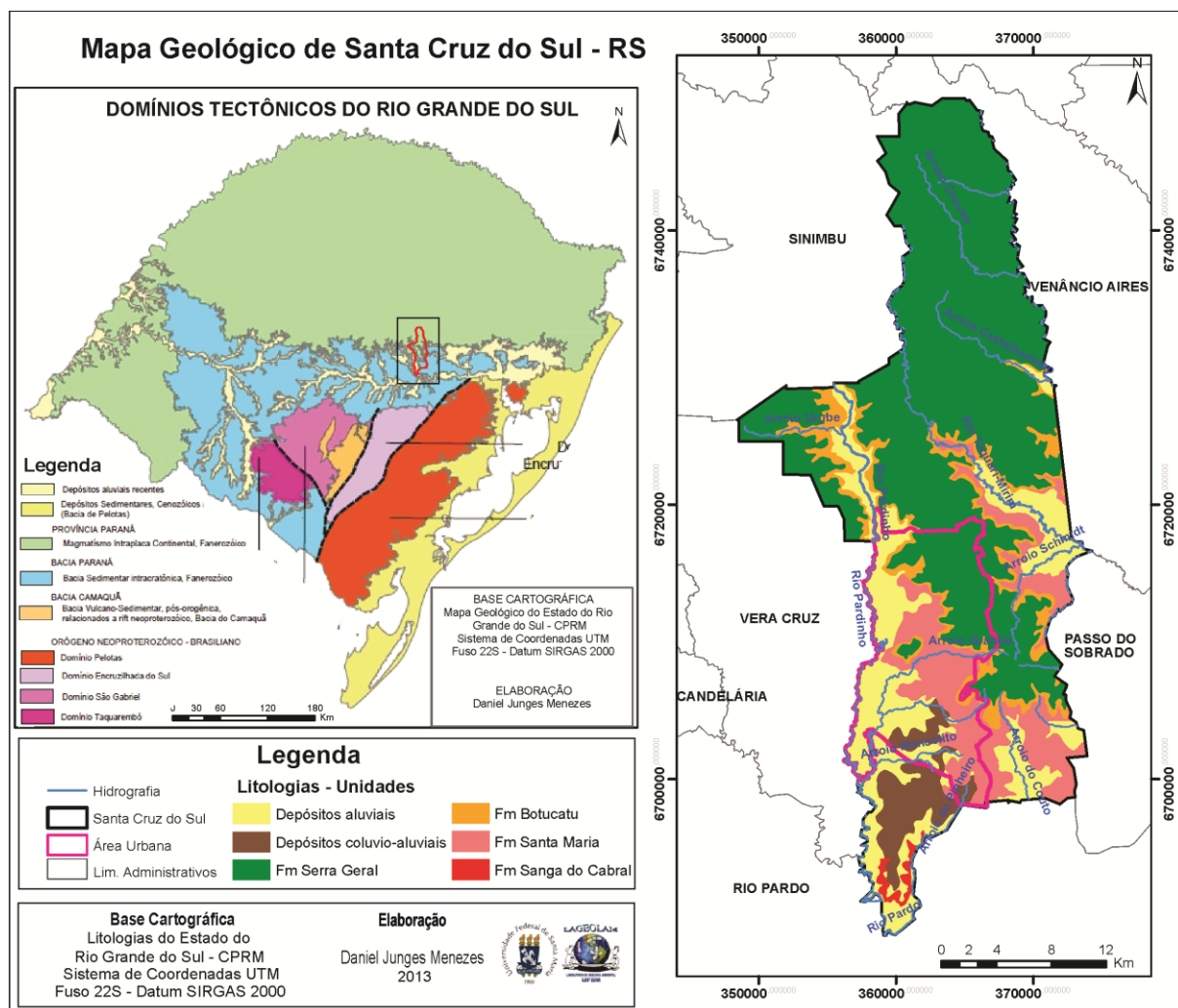


Figura 13 – Mapa Geológico de Santa Cruz do Sul.

Nas áreas adjacentes às drenagens e predominantemente na parte sul é encontrado Depósitos Aluviais, que compõem 18,9% do território. Recobrimdo estes depósitos, encontra-se, ainda na porção sul, formado por material inconsolidado, os Depósitos Colúvio-Aluvionares, que são presentes em uma área de 4,8% do território municipal. E ainda, restritas a uma pequena área ao sul do município afloram rochas sedimentares areníticas da Formação Sanga do Cabral, correspondente a 0,6% da área total.

3.2.2 Geomorfologia

O município de Santa Cruz do Sul tem seu território estabelecido em uma área de transição entre distintas unidades geomorfológicas, como pode ser observado no mapa (Figura 14). Abrange tanto terras com domínios de planalto e também áreas de depressão, conforme a classificação do IBGE - RADAM (IBGE, 2003), apresentando, portanto, terrenos aplainados e da mesma forma, terrenos bastante acidentados. Situa-se posicionado junto de importantes tributários de três bacias hidrográficas da porção leste do estado, sendo presentes planícies aluviais de tributários do Rio Pardo e do Rio Taquari e tributários que desaguam direto na da bacia hidrográfica do Baixo – Jacuí.

Ao extremo norte do município encontramos a Unidade de Planalto dos Campos Gerais onde estão as áreas mais elevadas, sendo delimitada por áreas íngremes. Restrita a esta porção norte, é a unidade de menor abrangência no município, estando presente em 8% do território, onde predominam os solos do tipo Nitossolo Bruno (IBGE, 2002), formados sobre rochas vulcânicas.

A Unidade Geomorfológica da Serra Geral estabelece-se como a mais significativa em termos de abrangência no município, presente em 33% do território, sendo encontrada na porção setentrional município. Nesta unidade predominam os Neossolos Litólicos (IBGE, 2002), formados sobre as rochas vulcânicas da formação Serra Geral e estão presentes os terrenos mais íngremes do município, registrando cotas altimétricas que variam de 200 a 600 metros em quase a totalidade da área em que se estende.

A porção sul do município é marcada pela Depressão do Rio Jacuí, que se caracteriza como uma área menos íngreme, em relação à porção norte, onde predomina declives de até 15%, estando situada em sua grande parte em cotas inferiores aos 100 metros. Esta é a segunda unidade mais representativa, ocupando 23% do território de Santa Cruz do Sul. Nesta unidade predominam os Nitossolos e estão presentes também os Argissolos (IBGE, 2002).

Delimitada por áreas mais íngremes ao leste e oeste, encontramos uma porção central e outra mais a leste, ambas cortadas pelo rio Taquarí – Mirim, pertencentes à unidade Patamares da Serra Geral, ocupando 19% do território municipal. Registra cotas altimétricas que variam de 100 a 300 metros e marca a

linha de cumeada que separa as bacias hidrográficas dos rios Pardo e Taquari e afluentes diretos do Baixo Jacuí. Os solos encontrados nesta unidade são predominantemente os Nitossolos Vermelhos (IBGE, 2002).

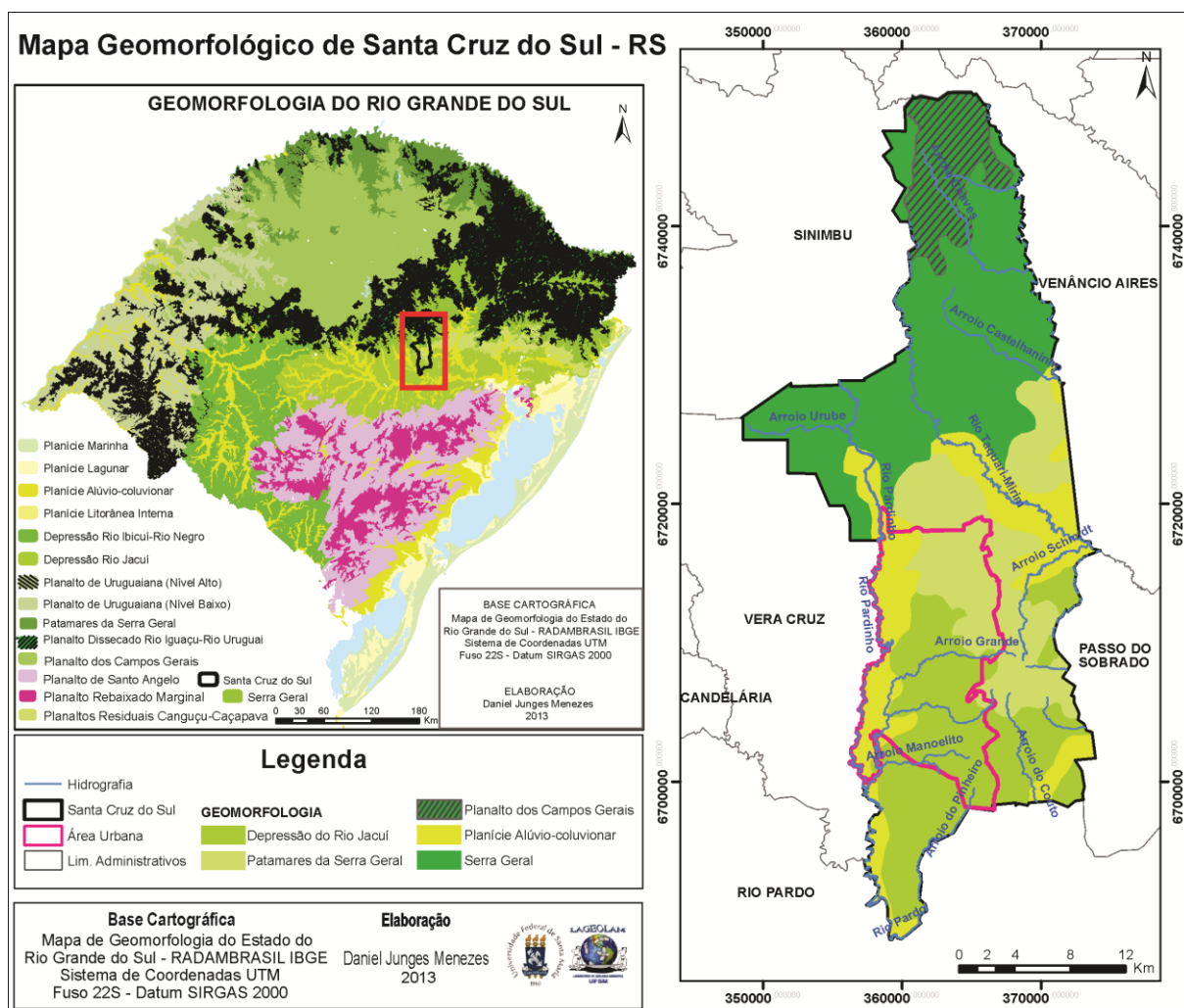


Figura 14 – Mapa geomorfológico de Santa Cruz do Sul.

Associadas a dois principais tributários destas bacias, respectivamente o rio Pardinho no lado oeste e o rio Taquari- Mirim no lado leste, e ainda na porção sul, encontra-se a unidade Planície Alúvio - coluvionar, que marcam terrenos planos, com predomínio de acumulação, podendo indicar áreas susceptíveis a inundações periódicas e com cotas predominantemente inferiores aos 100 metros. Nestas áreas são encontrados principalmente solos mal drenados, do tipo Gleissolo e Planossolo e ainda Chernossolos em menor quantidade (IBGE 2002). Territorialmente, esta unidade é a segunda menos representativa e correspondem a 17% da área total, conforme pode ser observado no Quadro 4.

Área das Unidades Geomorfológicas de Santa Cruz do Sul - RS		
Unidades Geomorfológicas	Área (Km²)	%
Depressão do Rio Jacuí	166,8445	23%
Patamares da Serra Geral	142,2031	19%
Planalto dos Campos Gerais	58,34567	8%
Planície Alúvio-coluvionar	122,9068	17%
Serra Geral	242,6857	33%
TOTAL	732,98577	100%

Quadro 4 - Unidades geomorfológicas de Santa Cruz do Sul, conforme IBGE (2003).

3.2.3 Características Climáticas

Quanto às características climáticas, Santa Cruz do Sul se encontra em uma área predominantemente de clima denominado Subtropical III, conforme a tipologia estabelecida para o Rio Grande do Sul por Rossato (2010). Este tipo climático é encontrado na faixa localizada na escarpa do Planalto Basáltico até o Litoral Norte, apresenta menor influência dos sistemas polares (44% dos dias do ano) e maior interferência dos sistemas tropicais continentais na porção oeste e marítimos na metade leste. São considerados ainda, os efeitos do relevo (escarpa e vales da borda do Planalto Basáltico), da continentalidade, da maritimidade e das áreas urbanizadas.

Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações e atingem a região de 20% a 23% dos dias anuais. Chove entre 1700 mm e 1800 mm ao ano em 100 a 120 dias. Os dias de chuva mensais são normalmente de 9 a 12 dias. No que tange à soma da precipitação mensal, tem-se nesta área volumes de 135 mm a 155 mm em grande parte dos meses, mas no período mais seco pode cair para 75 mm a 135 mm (meses de julho e agosto, por exemplo).

O contato da Depressão Central com escarpa do Planalto Basáltico favorece o desenvolvimento de chuvas orográficas, pois o ar que vem do quadrante sul e oeste pelos vales dos rios Santa Maria, Jacuí e Ibicuí, ao entrar em contato com a escarpa, sobe e ocasiona a formação de nuvens que trazem a chuva a esta região. A variabilidade tempo-espacial das precipitações são influenciadas, ainda, pelas

alterações da circulação atmosférica nas escalas regional e zonal, provocadas pelos fenômenos El Niño e La Niña que ocasionam tanto mudanças significativas de precipitações com inundações e estiagens, respectivamente. (ROSSATO, 2010).

Quanto à temperatura média anual, esta varia entre 17°C e 20°C, as temperaturas mínimas absolutas no inverno entre 4°C e 1°C e as máximas absolutas no verão atingiram valores entre 38°C e 41°C.

O elevado número de registros de inundações, no estado, está diretamente atrelado à posição subtropical em que o estado situa-se, onde a presença da atuação das massas de ar Polar Atlântica, Tropical Atlântica e ainda a massa Tropical Continental, que garantem ao estado um regime de chuvas que variam entre 1200 a 2000 mm anuais registrando uma maior concentração no sentido NE – SO (ROSSATO, 2010).

Para Wollmann (2012), a gênese das enchentes no Rio Grande do Sul está associada ao clima caracterizado por sucessivas, e quase semanais, passagens frontais, cujas variações do eixo frontal apenas reclassificam-na em diferentes sistemas atmosféricos, e também o relevo, cujo efeito orográfico, intensifica a precipitação. Ainda segundo o autor, em mais de 90% dos casos, as inundações estão condicionada à participação de Frentes Polares, sendo que tanto as frentes estacionárias como os ciclones, derivam de um mesmo sistema atmosférico.

3.3 Caracterização socioeconômica do município de Santa Cruz do Sul.

3.3.1 Economia

Em seu contexto econômico, Santa Cruz do Sul esta inserida na região conhecida como Vale do Rio Pardo (Figura 15), onde figura-se como município de maior destaque econômico.

A região do Vale do Rio Pardo, localizada na área centro-oriental do Estado do Rio Grande do Sul, é composta atualmente por 23 municípios e é mundialmente reconhecida, desde meados da década de 1970, principalmente, como uma das

principais áreas produtoras e beneficiadoras agroindustriais de fumo (SILVEIRA & CAMPOS, 2012).

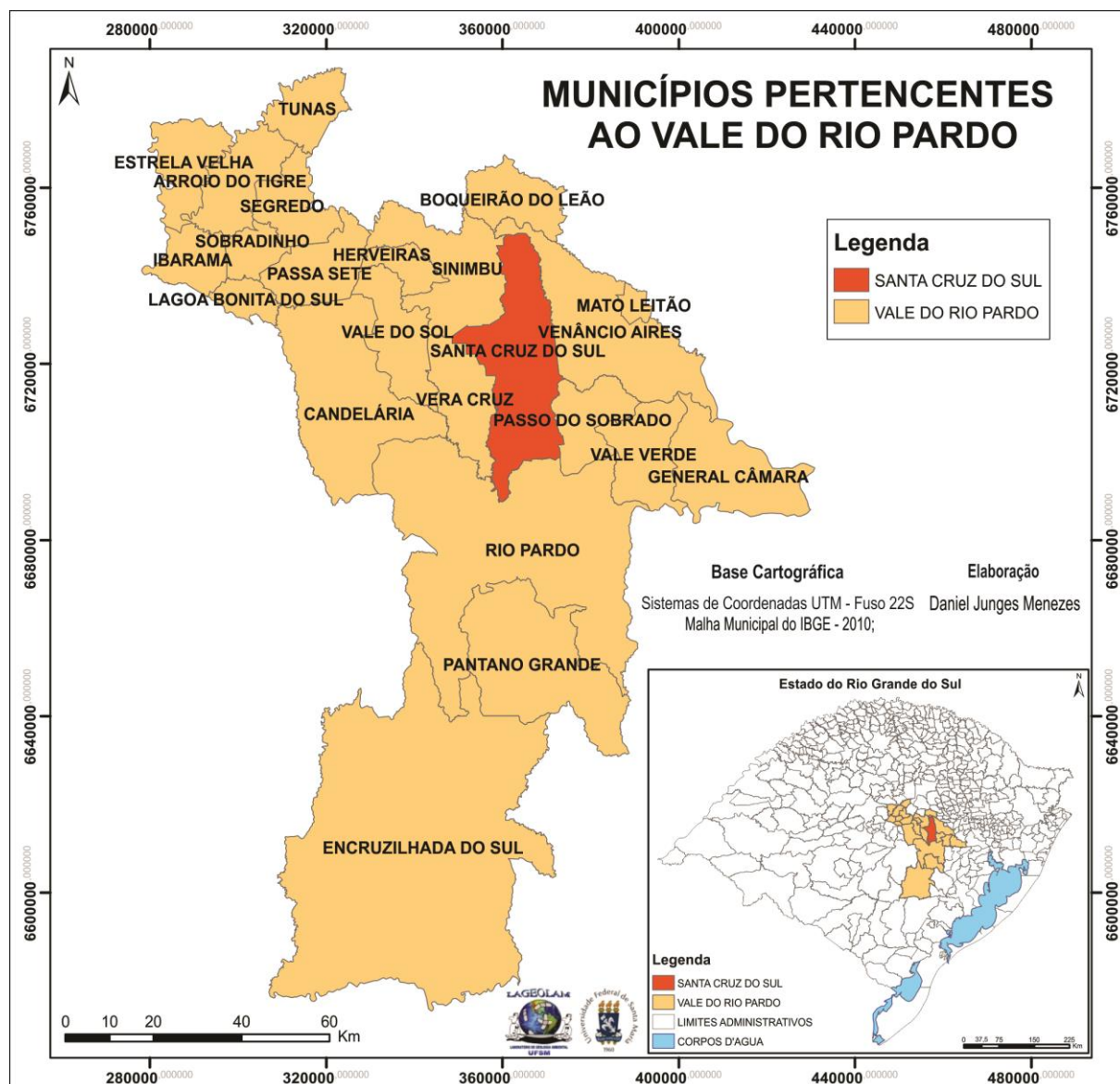


Figura 15 - Santa Cruz do Sul no Vale do Rio Pardo.

Esta condição coloca Santa Cruz do Sul entre os municípios com maior desenvolvimento econômico do Estado do Rio Grande do Sul, tendo somado no ano de 2010 um Produto Interno Bruto superior a 4,8 bilhões de reais, segundo a Fundação de Estatística e Economia (FEE), conforme pode ser analisado a partir do Quadro 5 .

Produto Interno Bruto (PIB), PIB <i>per capita</i> dos 10 maiores municípios segundo o PIB total do RS – 2010						
Municípios	Produto Interno Bruto		Estrutura (%)			Produto Interno Bruto <i>per capita</i>
	Valor	Participação (%)				
	(R\$ 1 000)	2010	Agropecuária	Indústria	Serviços	(R\$)
Porto Alegre	43.038.100	17,05	0,06	15,58	84,36	30.525
Canoas	16.547.966	6,55	0,03	37,71	62,26	51.070
Caxias do Sul	15.692.359	6,22	1,22	45,82	52,96	36.034
Rio Grande	7.737.855	3,06	3,00	35,19	61,81	39.228
Gravataí	7.081.795	2,80	0,27	56,53	43,20	27.689
Triunfo	5.777.746	2,29	1,08	77,65	21,28	223.848
Novo Hamburgo	5.395.053	2,14	0,38	28,93	70,69	22.569
Santa Cruz do Sul	4.810.913	1,91	2,94	46,75	50,31	40.672
Pelotas	4.564.464	1,81	3,18	19,05	77,77	13.925
Passo Fundo	4.551.198	1,80	1,80	16,83	81,37	24.619
Rio Grande do Sul	252.482.597	100,00	8,69	29,21	62,10	23.606
FONTE: FEE/Centro de Informações Estatísticas/Núcleo de Contabilidade Social.						
IBGE/Diretoria de Pesquisas/Coordenação de Contas Nacionais.						

Quadro 5 - PIB e PIB *per capita* dos maiores municípios segundo o PIB total do RS em 2010.

Fonte: IBGE/FEE 2012

Este valor corresponde a 1,91% do total gerado pelo Rio Grande do Sul no período e faz com que o município ocupe a oitava colocação no estado, quanto ao Produto Interno Bruto. Estruturada a partir das fumageiras e um ramo de serviços e comércio bastante organizado, a geração de divisas basicamente se dá pelo setor terciário e secundário que correspondem respectivamente a 50,31% e 46,75% do PIB, onde o setor primário agrega a parcela de 2,94% deste montante.

Estes três setores da economia se articulam de maneira integrada, sendo que as influências dos estabelecimentos comerciais e industriais são enormes junto aos produtores, principalmente nas indústrias fumageiras, porque fornecem insumos, avalizam o crédito, dão assistência permanente e adquirem o produto. Da mesma forma, os estabelecimentos comerciais também adquirem artigos dos produtores e comercializam para os mesmos insumos, ferramentas, equipamentos, defensivos e produtos veterinários (SILVA, 2001).

Em função disto, as atividades ligadas ao comércio e as indústrias de beneficiamento, somadas, ainda, ao serviço público, educação e infraestrutura detêm o maior numero de pessoal ocupado e rendimentos médios mensais, relativamente, elevados, conforme pode ser observado no Quadro 6.

Atividades com maior pessoal ocupado total, número de unidades locais e salário médio mensal em Santa Cruz do Sul - 2012			
Descrição	Pessoal ocupado total (Pessoas)	Número de unidades locais (Unidades)	Salário médio mensal (Salários mínimos)
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	12025	2698	2,1
Indústrias de transformação	10507	592	3,1
Comércio varejista	8814	1974	1,8
Atividades administrativas e serviços complementares	3657	541	1,7
Fabricação de produtos do fumo	3132	25	4
Administração pública, defesa e seguridade social	2700	11	3,4
Transporte, armazenagem e correio	2640	285	2,3
Construção	2459	279	2,1
Educação	2241	147	4,8
Transporte terrestre	2173	227	2,3
Fonte: IBGE - Cadastro Central de Empresas			

Quadro 6 – Pessoal ocupado, unidades locais e salário médio em Santa Cruz do Sul em 2012.

Fonte: IBGE / SIDRA, 2012

3.3.2 População

Quanto aos aspectos populacionais, o município de Santa Cruz do Sul apresenta como característica marcante o elevado grau de urbanização, sendo que de acordo com informações do último censo do IBGE, realizado em 2010, de uma população total de 118.374 pessoas, 105.190 deste montante, vivem em situação urbana e apenas 13.184 vivem em situação rural, indicando uma taxa de 89% de urbanização.

Em relação à estrutura populacional, conforme pode ser observado a partir da Figura 16, sendo analisada a predominância de gênero, Santa Cruz do Sul apresenta uma população composta predominante pelo sexo feminino, que somam 51,9% em relação ao montante da população absoluta do município. No que tange a separação por faixa etária, Santa Cruz do Sul apresenta um maior contingente populacional na categoria de adultos (corresponde à população que possui entre 20 a 59 anos de idade), que totalizam 63,9% da população total.

A evolução populacional de Santa Cruz do Sul, assim como o processo de urbanização podem ser analisados a partir da Figura 17, que traz informações referentes à população absoluta de Santa Cruz do Sul e enquanto situação de domicílio, a partir da década de 70.

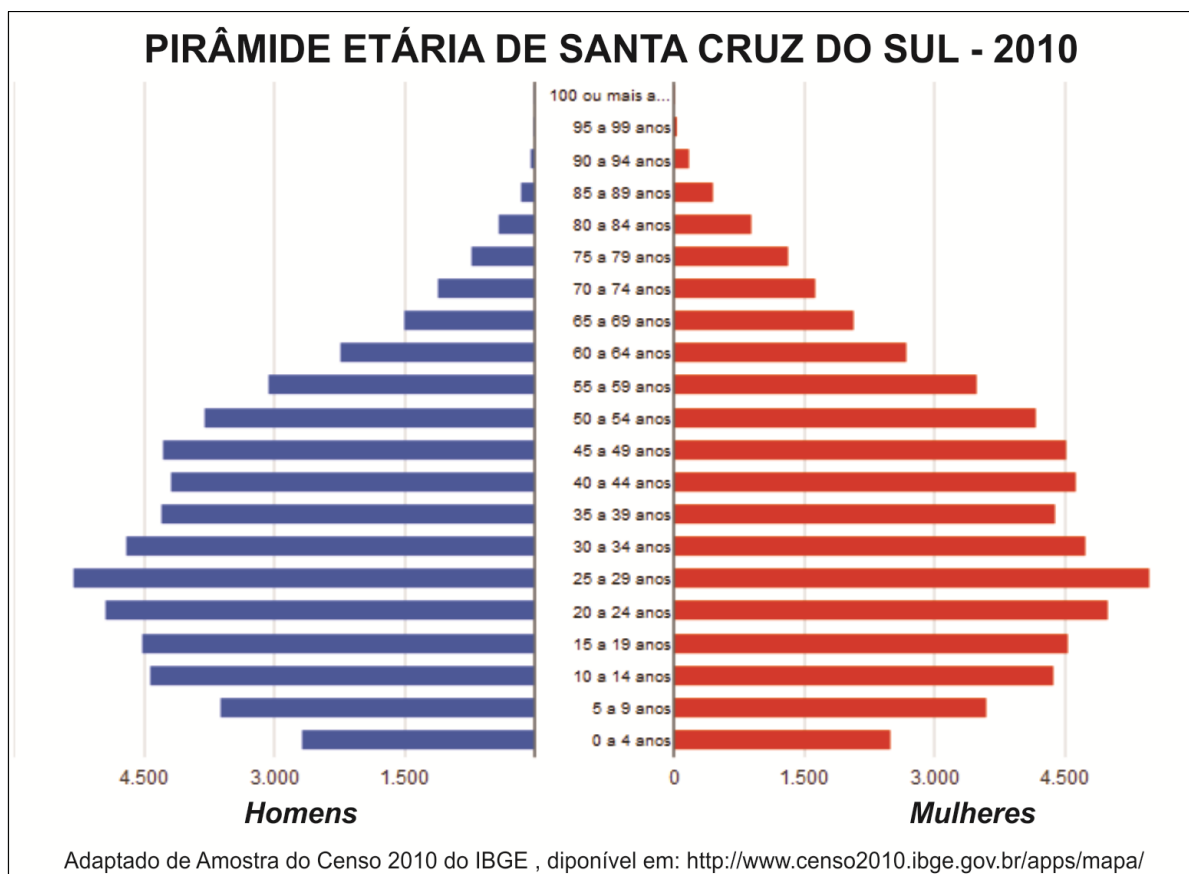


Figura 16 – Pirâmide etária de Santa Cruz do Sul
Fonte: IBGE 2010.

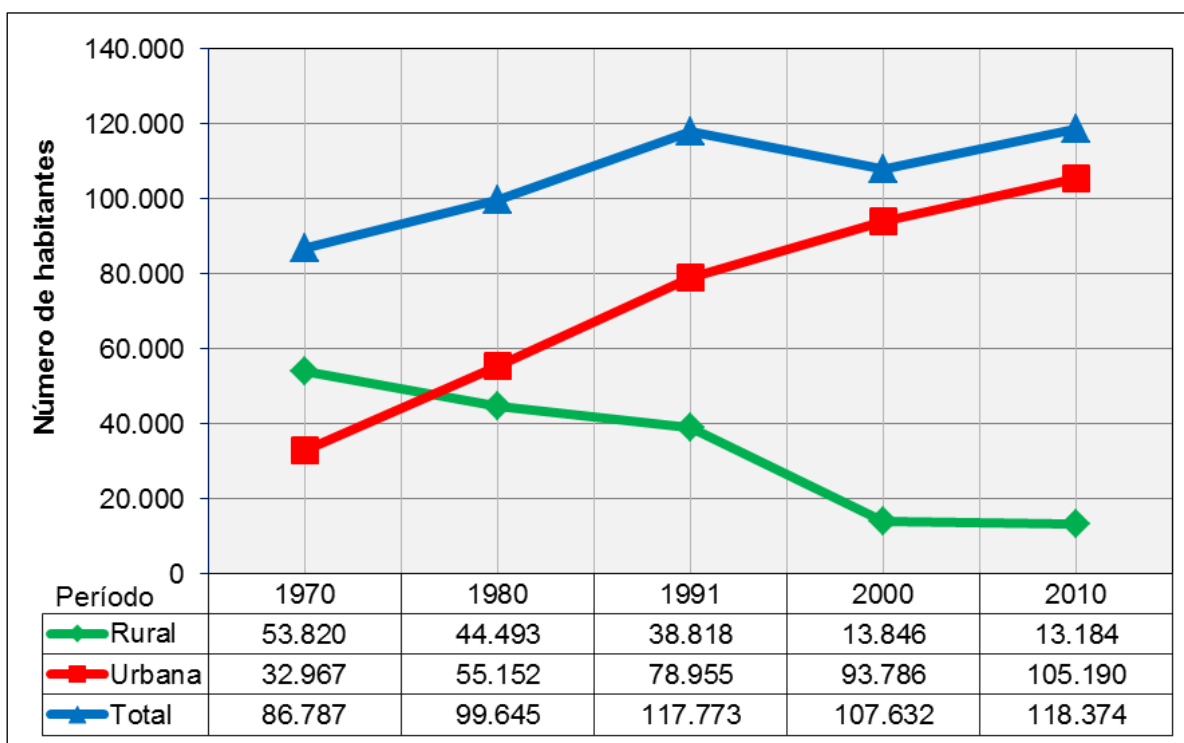


Figura 17- Evolução populacional de Santa Cruz do Sul por situação de domicílio.
Fonte: IBGE 2010.

Pode ser observado, o processo de crescimento urbano, no período considerado, onde a população em situação rural é superior à população urbana até meados da década de 70. Já na década seguinte, se tem a consolidação do processo de urbanização, sendo que no ano de 1980, aproximadamente, 55% da população se encontrava residindo na zona urbana do município.

Esse aumento significativo no crescimento da população urbana de Santa Cruz do Sul ocorrido entre as décadas de 70 e 80 esteve associado ao processo de imigração de contingentes de trabalhadores originários da zona rural do próprio município para a cidade e, também, provindos de municípios vizinhos, tendo em vista, o aprofundamento do processo de parcelamento da terra rural, a crescente pressão populacional e, principalmente, a intensificação das mudanças operadas pelas agroindústrias fumageiras no modo de produção dos pequenos produtores. Essas variáveis combinadas têm levado ao êxodo rural de grande parte ou da totalidade do excedente demográfico (SILVEIRA, 2005).

3.4 Configuração e evolução da área urbana de Santa Cruz do Sul.

A área urbana do município de Santa Cruz do Sul (Figura 18), conforme está estabelecida pelo Plano Diretor Municipal, abrange 154,9 km², totalizando 21% do território municipal. Conforme divisão estabelecida em 2010, são contabilizados trinta e seis bairros, que abrigam 89% da população municipal (IBGE, 2010).

O relevo na área urbana de Santa Cruz do Sul é caracterizado pelo predomínio de colinas levemente onduladas e áreas planas (Figura 19), no entanto apresenta áreas mais íngremes e elevadas, associadas ao rebordo do planalto, como o Morro da Cruz.

Apresenta como áreas mais densamente edificadas, as áreas alocadas na porção central e regiões circundantes, que se estendem principalmente até as RS 287 e BR 471, em direção ao norte e em direção oeste, respectivamente. Caracteriza-se um menor adensamento em direção às proximidades do rio Pardinho, ao oeste, em direção à porção sul, e ainda, nas áreas mais íngremes e elevadas na direção nordeste, embora estas duas últimas caracterizem o processo de expansão urbana atual.

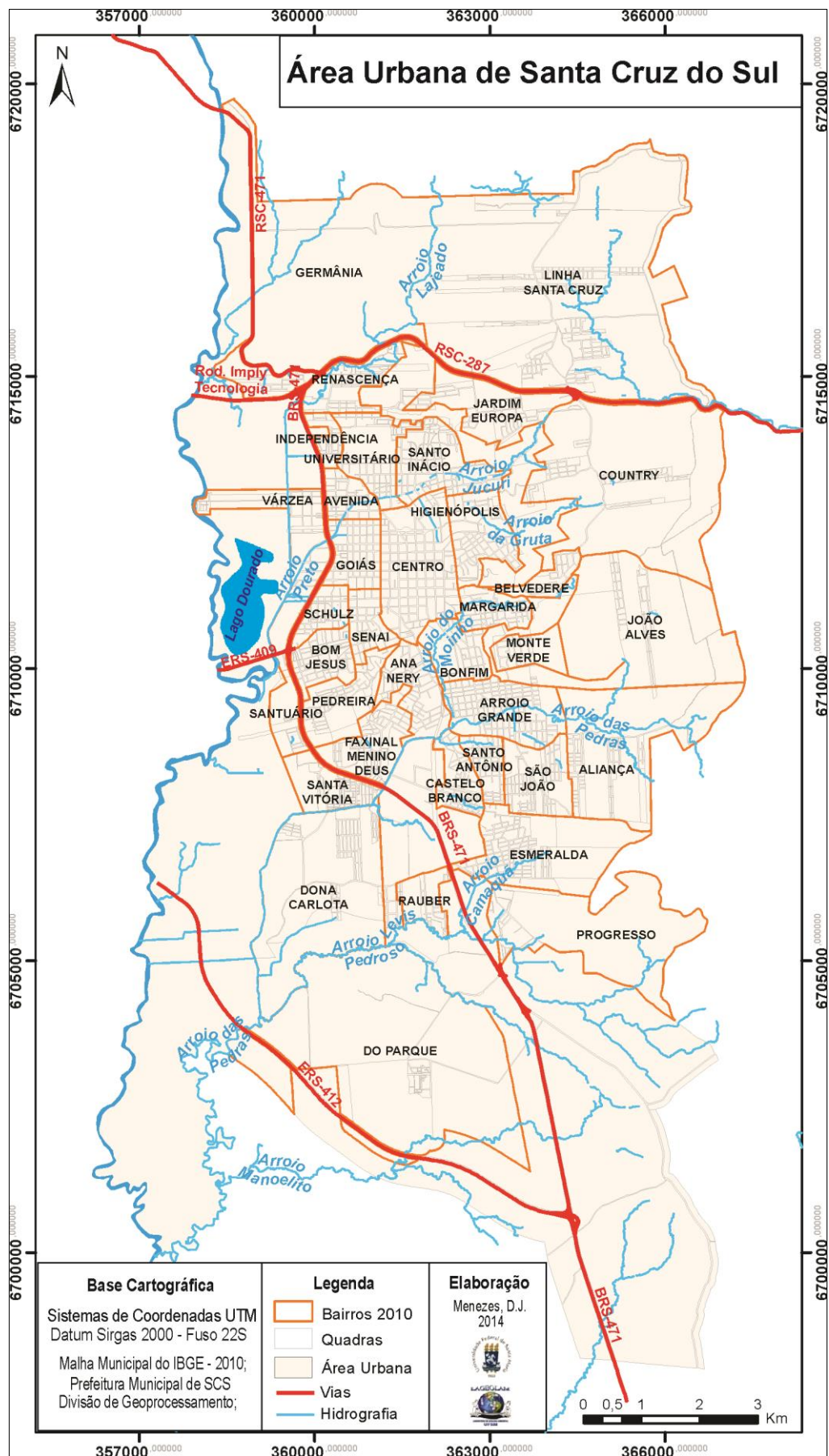


Figura 18 – Mapa da área urbana de Santa Cruz do Sul.



Figura 19– Área Urbana de Santa Cruz do Sul em direção a NO.
Trabalho de campo/novembro de 2012

Estas áreas mais elevadas a nordeste marcam o interflúvio entre as bacias hidrográficas dos rios Taquari e Pardo. Portanto, 90% do território da área urbana é drenado pelo rio Pardinho e seus afluentes que vão ao seu encontro em direção a sudoeste, como pode ser observado a partir da Figura 20. A marcante amplitude altimétrica da área e constantes quebras no relevo atribuem aos afluentes do rio Pardinho, um regime de vazão bastante variado, sendo que durante os períodos de precipitação intensa há uma súbita elevação dos caudais, que são caracterizados por serem drenagens de significativa energia, em contraponto ao canal principal, rio Pardinho, de maior magnitude e associado à presença de uma expressiva planície de inundação.

Essas características naturais, inerente ao relevo e, consequentemente, ao comportamento das drenagens, são acrescidas de diferentes níveis de intervenção antrópica, nas distintas porções da área urbana, como impermeabilização, retificação e canalização. Estas intervenções alteram o comportamento do escoamento superficial nas áreas próximas as drenagens, assim como o volume de água que é acumulado e velocidade que a água chega e é evacuada pelos cursos d'água na área urbana de Santa Cruz do Sul, que por sua vez, interferem,

significativamente, nos processos associados à dinâmica fluvial, tais como a ocorrência de inundações.

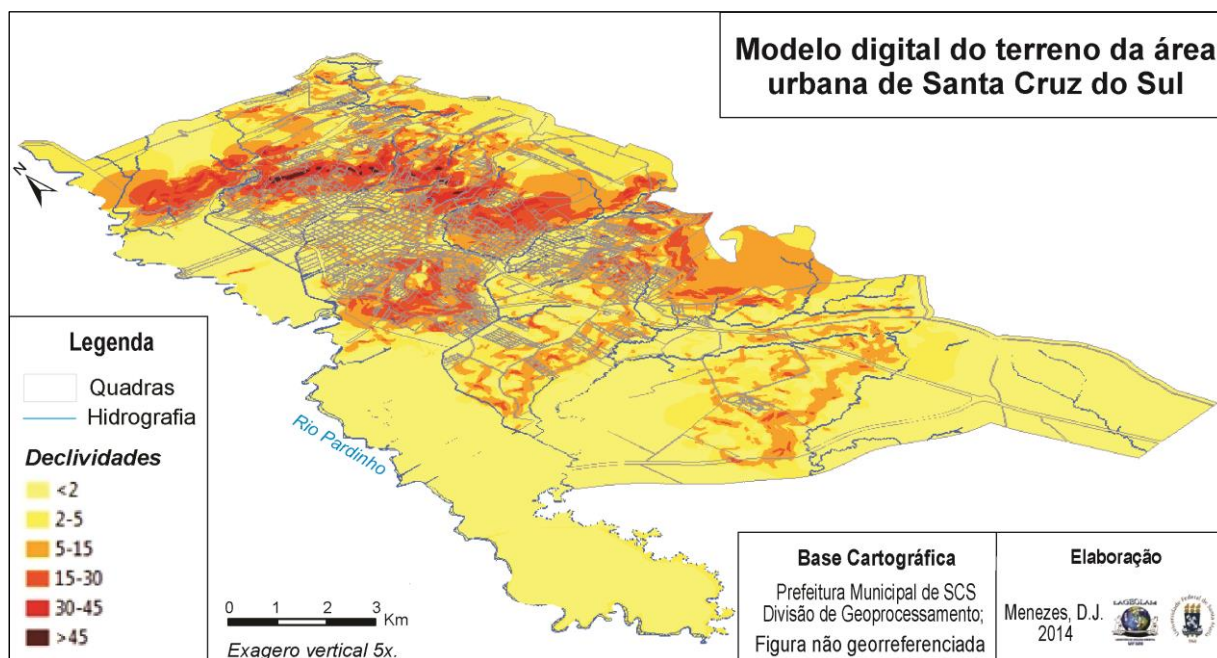


Figura 20 – Modelo digital do terreno da área urbana de Santa Cruz do Sul

Todavia, a compreensão dessa diferenciação de áreas, principalmente quanto ao adensamento, padrão urbano e níveis de intervenção apresentadas em algumas áreas deve ser analisada sob o escopo da expansão do espaço urbano de Santa Cruz do Sul.

O primeiro período de expansão urbana que estende-se da concessão dos primeiros lotes, em 1855, até o ano de 1922 remete a significativas transformações, a iniciar pelo desenvolvimento do povoado, sendo que a população que era contabilizada em 1.451 pessoas em 1856, posteriormente, quando Santa Cruz foi elevado a categoria de freguesia, em 1859, já contabilizava contingente de 2.732 pessoas (WINK, 2002).

A partir desta data, há a chegada de novos imigrantes e o núcleo urbano passa a desenvolver-se ainda mais com o aumento do comércio, diversificação de atividades e o aumento do número populacional. Com a autonomia política administrativa em 1877, há um grande desenvolvimento econômico, marcado pelo aumento das exportações, comandadas principalmente pelo tabaco, o que marca a segunda metade deste primeiro período de expansão urbana. Surge também uma série de manufaturas e estabelecimentos voltados a ramos diversificados, embora a

instalação fumageira da Souza Cruz (então, “The Brazilian Tobacco Corporation”.) em 1917 figure como o fato mais importante para o desenvolvimento econômico do município, sendo que resultou também em mudanças no núcleo urbano de Santa Cruz, que passa por uma reorganização de sua infraestrutura para atender as novas demandas, passando a ser continuamente melhorada e ampliada.

Segundo Wink (2002), ao decorrer desse período se aplicam algumas melhorias quanto ao padrão urbano desta área central:

Com o desenvolvimento econômico e social de Santa Cruz, diversos equipamentos e serviços foram implantados no núcleo urbano, melhorando sua estrutura física e as condições de vida de seus habitantes. O crescimento populacional da vila exigiu a abertura de novos quarteirões, sendo obedecido para esta expansão, o rígido traçado ortogonal idealizado pelo engenheiro Castro Menezes. Também as edificações de barro e tábuas, predominantes até então, foram gradualmente substituídas por construções de alvenaria, demonstrando o progresso material alcançado por seus moradores. (WINK, 2002, p. 134)

Atraídos pelos postos de trabalho surgidos na área urbana, através da intensificação do comércio e da instalação de manufaturas e das primeiras indústrias, a sede municipal passa a abrigar de 3.400 habitantes, registrando ainda a pequena parcela de 9% do montante de então 36.000 habitantes (WINK, 2000).

Da mesma forma, equipamentos urbanos, embora não uniformemente, tais como acesso à energia elétrica, água potável, serviço de comunicação, além de instituições financeiras, consolidavam-se no início do século XX e sob o contexto da Primeira Guerra, onde há um aumento significativo nas exportações do município. Portanto, Este primeiro período de expansão urbana que se deu a contar da metade do século XIX, é marcada pelo aumento do número de ruas a partir do núcleo inicial, o que é indicado na planta de 1922, cuja área projetada no início do período, conforme mostra a Figura 21, correspondem hoje, a significativas parcelas dos bairros Centro, Goiás e Avenida. É sob este projeto que temos o segundo período de expansão de, 1922 a 1956.

A primeira parte deste período se estende até o fim da Segunda Guerra, é marcada pela necessidade de serviços e melhorias na área urbana, que se expandia rapidamente, desde a demanda de água, saneamento, condição de vias e iluminação pública, assim como o número de edificações multiplicaram-se rapidamente, fazendo-se necessário a ocupação de novos quarteirões.

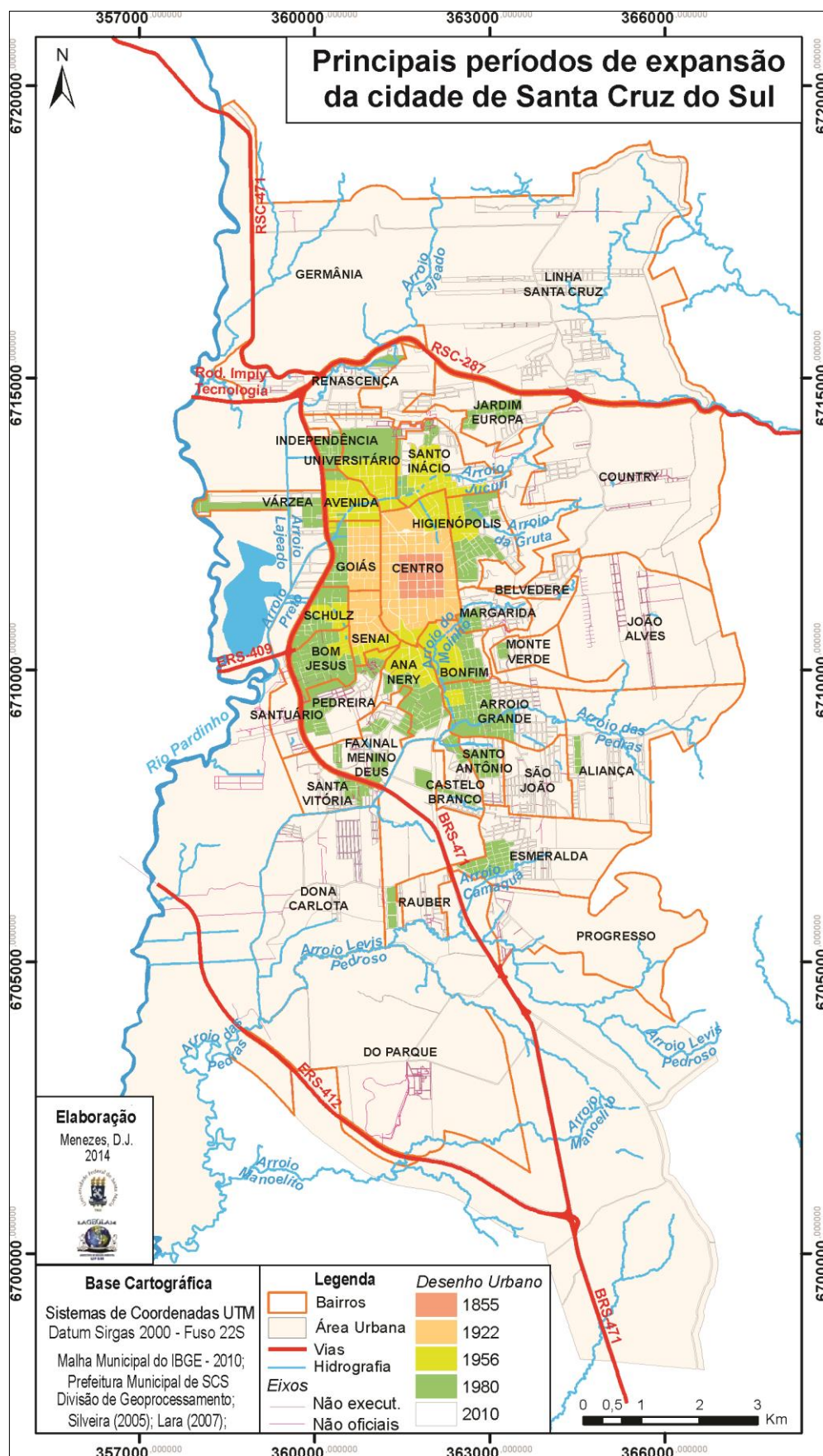


Figura 21– Principais períodos de expansão da cidade de Santa Cruz do Sul.
Adaptado de Lara, 2007.

O parcelamento de propriedades rurais e o desenvolvimento industrial favorecem o êxodo rural (SILVEIRA, 2005), cambiando uma classe de pequenos agricultores em proletariados no centro urbano. A expansão se dá em função também do loteamento das antigas chácaras, ao contraponto que muitas aguardavam a valorização, obrigando uma expansão em direção à periferia do centro urbano. Conforme Lara (2007), neste período já é perceptível uma valorização destas áreas centrais.

A configuração espacial começou a condicionar a ocupação socioeconômica na cidade, na qual áreas mais próximas do núcleo precursor dispunham de mais facilidades urbanas tais como comércio, serviços, transporte público, e, principalmente, saneamento básico e serviços urbanos. (LARA, 2007, p. 112)

Neste período, na década de 40, se dão início às obras de pavimentação de vias na área central, além das primeiras intervenções junto às drenagens na década de 50, sendo que Wink (2002) acrescenta que:

Nesta época já estava em andamento a instalação da rede de esgoto cloacal, abrangendo a área central, delimitada pelas ruas Thomas Flores, Senador Pinheiro Machado, Carlos Trein Filho e Tiradentes, contando com uma moderna estação de tratamento de efluentes inaugurada em 1952, situada a rua São José, junto a confluência das Sargas Preta e Funda. Complementando o saneamento urbano foi iniciada em 1956 pela Prefeitura Municipal a canalização da Sarga Funda em seu trecho ao longo da rua Assis Brasil, constituindo-se esta obra na primeira de uma série que viriam a ser realizadas neste setor nas décadas seguintes (WINK, 2002, p. 178).

Ainda segundo o autor, na década de 40, o crescimento de moradias populares começa a ser verificado e a partir dos anos 50, há a intensificação do crescimento de vilas em outros locais, alimentadas pelo fluxo constante de migrantes vindos da zona rural de toda a região, a procura de trabalho.

Portanto, sob este contexto que se deu dos anos 20 até a década de 60, de implantação da infraestrutura urbana de Santa Cruz, passando a apresentar condições bastante atrativas para a entrada de capital internacional no ramo fumageiro, é que inicia-se o período de expansão marcado pelos anos de 1956 até 1980.

Esse período de expansão urbana que transcorre principalmente até a década de 80 e previsto na planta de 1956 é marcado pelo avanço nas direções

norte e sul, corresponde atualmente à significativa área dos bairros Santo Inácio, Universitário, Bonfim, Ana Nery e Senai ,entre outros conforme mostra a Figura 21.

A situação econômica pós Segunda Guerra, restringindo as exportações para os países europeus e a saturação do mercado nacional, resultaram em grandes dificuldades de comercialização do fumo, gerando um cenário altamente desfavorável à indústria nacional, processando-se assim durante aproximadamente 20 anos. A internacionalização do setor fumageiro vai ser intensificada a partir de 1965, com a implantação progressiva de um modelo organizacional de contornos claramente monopolistas (WINK, 2002). O autor destaca ainda que

Em 1960 mais da metade da população do município ainda permanecia residindo no interior, contudo a movimentação populacional rumo a cidade cresceu ao longo da década, período no qual a área rural de Santa Cruz passou por grandes dificuldades quanto a colocação no mercado de sua maior riqueza, ou seja, a produção fumageira, acarretando com isto um empobrecimento de sua população, que cada vez mais, partiu em busca das oportunidades oferecidas pelo meio urbano. (WINK, 2002, p. 168).

Contudo, a área urbana a partir de 1977, expandiu-se em todas as direções, crescimento este geralmente ancorado pela instalação de algum equipamento importante, como a criação do Distrito Industrial motivando o crescimento da zona sul da cidade, a partir de série de bairros operários, contando com população formada por imigrantes vindos da zona rural de diversos municípios da região e por famílias reassentadas no local surgindo os bairros Santuário, Faxinal, Harmonia, Cristal, Glória e Imigrante. A sua consolidação já é observada na no período pós 80 como mostra a Figura 21. Essa condição está associada ao primeiro Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Santa Cruz do Sul, de 1977 e que teve como função principal, institucionalizar o crescimento espontâneo, fixando tendências já estabelecidas, no intuito de limitar a expansão desordenada.

Da mesma forma, na direção noroeste, o atual bairro Várzea, passa a consolidar sua ocupação, efetivando a expansão nas áreas mais próximas ao rio Pardinho. Na medida do crescimento da cidade essa foi perdendo a forma ortogonal original com as vias se moldando aos antigos caminhos existentes e a topografia das áreas de expansão. Ao final da década de 70, com o intuito de proporcionar expansão da área urbana e a ocupação de áreas planas localizadas na porção central, se deu início a construção da Av. Imigrante (Figura 22)



Figura 22– Ex-prefeito Arno Frantz sobre a Av. Imigrante, em 1979.
Fonte: Arquivo Jornal Gazeta do Sul (Publicado em dez. 2013)

Construída sobre o curso de um tributário do arroio Jucuri, retificado e posteriormente canalizado, motivado pelo fato que, já na época, acarretavam-se problemas em função do seu transbordamento, se deu a edificação da Avenida Imigrante. Essa obra foi uma das primeiras intervenções junto às drenagens que, juntamente com obras de pavimentação, se intensificam principalmente na porção central da área urbana, após a década de 80.

Esta característica pode ser observada a partir da Figura 23, que apresenta a hidrografia da área urbana, extraída da carta topográfica datada de 1975 em comparação à hidrografia atual. Desconsideradas as questões de escala e detalhamento que as duas bases apresentam, fica evidente o processo de canalização e retificação em algumas das drenagens da área urbana de Santa Cruz do Sul, sendo que significativas áreas expandiram-se em terrenos alocados sobre arroios ou margeando os mesmos.

Destacam-se no contraponto dos dois períodos, a canalização de tributários do arroio Jucuri, a significativa mudança de curso e retificação na porção jusante do arroio Lajeado e a canalização do arroio Preto. Mais ao sul, a retificação do arroio das pedras e ainda a canalização de alguns dos seus tributários é perceptível.

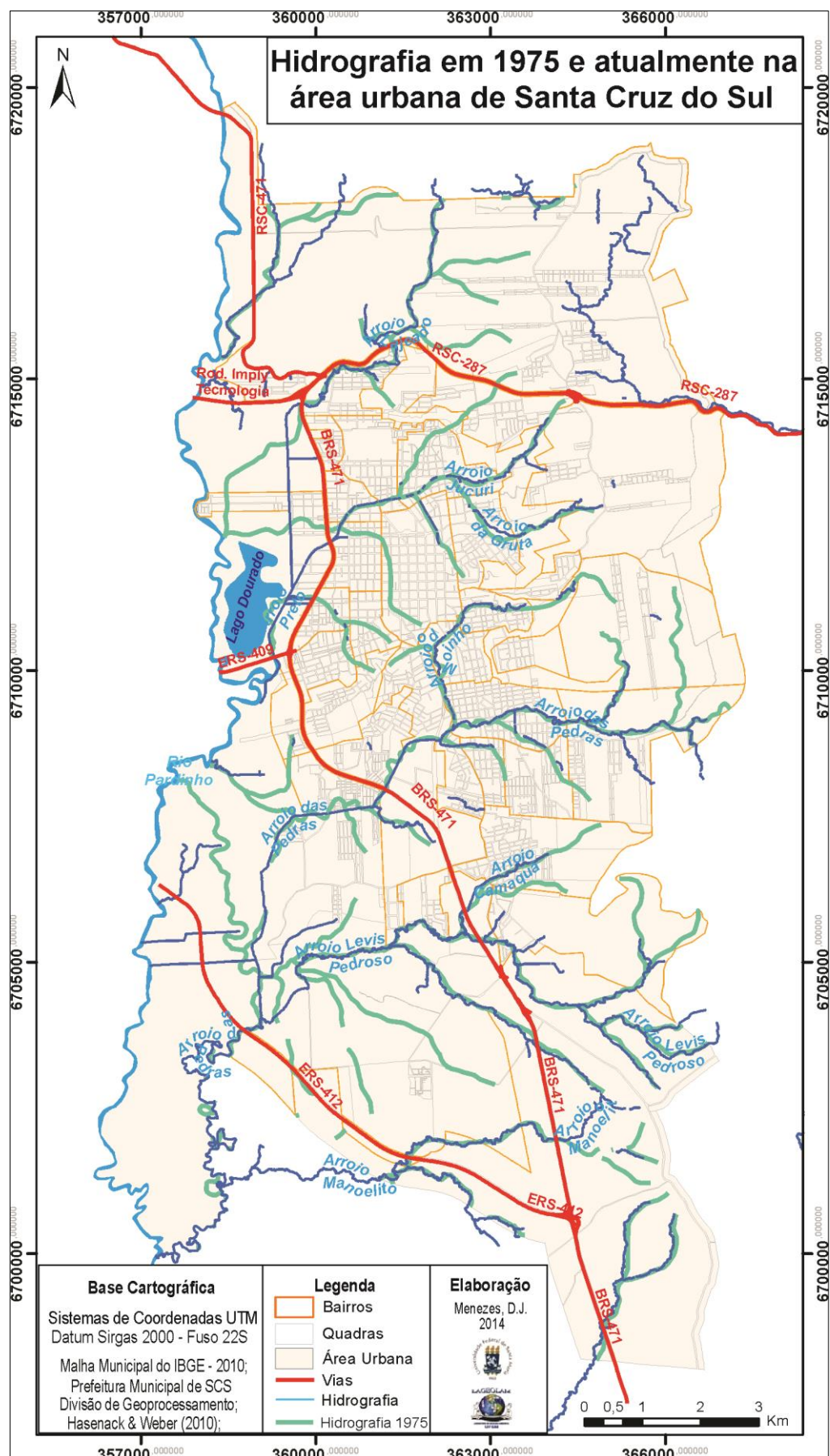


Figura 23 – Hidrografia de 1975, em relação à hidrografia atual da área urbana de Santa Cruz do Sul.

Quanto à expansão urbana, Silveira (2003) coloca que este período tem como características principais o “substancial aumento da população; contínua e acelerada ampliação do perímetro urbano; intenso processo de incorporação e especulação imobiliária e crescimento significativo de vilas populares em sua periferia” (SILVEIRA, 2003, p. 83-84).

Os períodos de expansão marcados após a década de 80 e pelo crescimento urbano da última década caracterizam-se pelo aumento da população urbana, a inclusão de novas áreas ao perímetro urbano, pelo incremento do mercado imobiliário e o fortalecimento de uma segregação espacial.

Silveira (2005) considera que nos últimos trinta anos, o mercado imobiliário se tornou mais complexo, pois o aumento da população urbana ocasionou maior demanda, ainda que seletiva, por novas moradias movimentando os negócios do setor imobiliário e da indústria da construção civil.

A década de 80 foi marcada por instabilidades econômicas no país, com melhorias a partir de meados da década de 90, e a cidade continuou atraindo anualmente centenas de pessoas em busca de melhores oportunidades de trabalho, todavia Wink (2002) destaca que:

As oportunidades de emprego na cidade contudo, tem se tornado nos últimos anos bastante limitadas, pois a falta de qualificação profissional dos imigrantes, quase sempre com grau de instrução mínima, frequentemente tem impedido seu acesso ao mercado, que a cada dia torna-se mais seletivo no aspecto da formação do trabalhador. Esta questão aliada, ao intenso processo de mecanização da indústria fumageira e a incapacidade de outros setores em absorver toda a mão-de-obra disponível, tem gerado um aumento considerável no número de desempregados, causando ao mesmo tempo a expansão das vilas periféricas e o aumento da população marginalizada. (WINK, 2002, p. 171).

O bairro Independência e a Vila Schulz tem sua formação no início desta década e o bairro Higienópolis tem sua expansão continuada, sendo construídos atrelados a significativas intervenções junto às drenagens.

Ocupações irregulares como a “Travessa DAER”, próximo a BR 471, ganham corpo e no final da década de 90, muitos novos bairros são criados, ao passo que a área central fica cada vez mais adensada. Neste período, mais obras de canalização nos arroios Jucuri são efetivadas, com a finalidade de minimizar inundações, em uma das partes mais adensadas da área urbana, que se expandia em direção a sua

jusante, em sentido oeste. Posteriormente, o arroio Moinho, localizado mais ao sul, é canalizado e as áreas a sua montante, são marcadas pela expansão urbana.

Novos loteamentos foram criados recentemente, nas porções circundantes dos bairros mais valorizados. O Lago Dourado, construído junto à planície de inundação do rio Pardinho e inaugurado no início da década passada, teve como finalidade resolver o problema de abastecimento de água que a cidade sofreu ao longo de sua expansão.

Quanto a processo de expansão da última década, Silveira (2005) considera uma relação entre a expansão urbana e a especulação imobiliária sendo que há a compra de glebas de terras em área rural, no entorno do perímetro urbano, por parte dos investidores industriais, pelos agentes imobiliários, ou ainda através da associação desses, em áreas com nítida tendência de expansão da malha urbana, que se valorizam com a incorporação à área urbana, considerando ainda que:

Esse processo acaba por promover custos adicionais em termos infraestruturas, na medida em que provoca a extensão da infraestrutura urbana para áreas recém incorporadas, enquanto ocorre uma subutilização nas áreas vazias no interior da cidade. Diga-se de passagem, esses custos têm sido socializados pelo conjunto da população, beneficiando assim a valorização e a apropriação privada pelo capital imobiliário. (SILVEIRA, 2005, p. 21).

Para o autor a cada vez mais latente especulação imobiliária e o déficit habitacional tem como reflexo, a produção da cidade sob uma desigual condição de ocupação e de uso da cidade, onde a lógica especulativa que regula o funcionamento do mercado imobiliário tem incrementado a segregação residencial na cidade, sendo a periferia urbana em Santa Cruz do Sul, no curso desse processo desigual de urbanização, a alternativa viável à reprodução da maior parte da força de trabalho residente na cidade:

a impossibilidade de adquirir os imóveis, seja a moradia, seja o terreno para edificá-la, em função dos elevados preços dos imóveis próximos à área central e aos bairros adjacentes, e dos altos valores dos aluguéis, têm determinado a expulsão desses moradores para a periferia de Santa Cruz do Sul. Esse deslocamento forçado acaba tendo como destino final àquelas áreas distantes dos bairros centrais, onde a precariedade ou inexistência da infraestrutura tem possibilitado o pagamento de menor renda diferencial. (SILVEIRA, 2005, p. 22).

Quanto a esse déficit habitacional de Santa Cruz do Sul, Oliveira (2012) contribui que esta é percebida pelos diversos agentes envolvidos no processo de produção do espaço urbano, por outro lado se verifica, mesmo que de maneira sutil, que parece haver uma intencionalidade na manutenção de certa demanda por habitações. O poder público estabelece programas e facilita o acesso a moradia, todavia, o mercado imobiliário tem interesse que exista a demanda e consequente valorização do espaço urbano.

Neste sentido, Robaina & Oliveira (2013) consideraram que a valorização do solo urbano, ditado pelos principais atores de construção do espaço urbano, tais como os agentes imobiliários e o Estado, torna inacessível, para muitas famílias, a compra de lotes urbanos em locais sem restrições geomorfológicas e acabam por adquirir ou ocupar os terrenos que são acessíveis diante da sua condição econômica, reproduzindo-se a cidade informal, na grande maioria dos casos utilizando técnicas não adequadas e materiais de construção de baixa qualidade.

Da mesma forma, sob a perspectiva da relação existente entre a forma como se dá o processo de configuração do espaço urbano e desenvolvimento de áreas de risco, os autores colocam que:

As áreas de risco devem ser consideradas como elementos historicamente construídos no espaço urbano das cidades ao longo dos seus processos de ocupação, sendo resultado da relação entre os elementos naturais e as relações sociais, permeadas pela desigualdade, as quais se materializam no espaço (ROBAINA & OLIVEIRA, 2013, p. 25).

Sendo assim, esta exposição, inicialmente referente aos atributos físicos da área urbana e posterior resgate de como se deu a sua ocupação e expansão, mostram a condição desigual, no espaço e no tempo, que se deram as intervenções junto aos espaços ocupados na área urbana de Santa Cruz do Sul. As intervenções junto às drenagens e áreas próximas se deram sob aspectos diferentes, nas áreas primeiramente urbanizadas em relação às áreas cuja ocupação foi posterior.

Esta condição é, sem dúvida, um componente fundamental para a compreensão da gênese e da espacialização do risco associado a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul, ao passo que a análise da susceptibilidade, perigo, vulnerabilidade e, consequente, zoneamento de risco da área de estudo, que compõem os resultados da presente pesquisa, é inerente a análise combinada destes elementos.

4 ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Este capítulo discute os levantamentos e análises realizados pertinentes a área de estudo, assim como apresenta informações oriundas que sintetizaram no zoneamento das áreas de risco de inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul. Iniciando-se pela apresentação do inventário de inundações ocorridas no período de 1980 a 2013, posteriormente estão apresentados os estudos e mapeamentos de susceptibilidade, perigo, vulnerabilidade e de risco de inundação onde são discutidas questões pertinentes aos elementos, dinâmicas e processos que caracterizam e diferenciam estas áreas quanto à hierarquização de risco.

4.1 Inventário de inundações registradas em Santa Cruz do Sul.

O levantamento a respeito de dados históricos das inundações ocorridas em Santa Cruz do Sul compreendeu um período de análise de trinta e quatro anos, iniciado em 1980 e estendendo-se até o ano de 2013, apontando 33 registros de inundações, sendo que oito destes registros vieram acompanhados de decretos de Situação de Emergência, sendo uma vez nos anos de 1984, 2005, 2011 e 2013 e, duas vezes nos anos de 2009 e de 2010. Foi decretado ainda Estado de Calamidade Pública em dois eventos, ambos nos primeiros meses do ano de 1993, conforme pode ser observado no Quadro 7, que apresenta as datas de registro e os detalhes disponíveis junto à fonte, quanto à área afetada ou danos causados (registro de situação de emergência ou de calamidade pública).

O inventário permitiu identificar a presença de problemas atrelados às inundações em pelo menos 22 bairros (conforme aponta a Figura 24) em diferentes porções da área urbana do município, o que é muito significativo. Destacam-se os bairros Várzea, Dona Carlota, Rauber, Arroio Grande, Progresso, Santa Vitória, Faxinal do Menino Deus, e Renascença, com registros constantes.

DATA	DETALHES, SEGUNDO A FONTE			
NI/06/1982	Sem situação de emergência			
10/05/1984	Situação de emergência			
NI/02/1990	Sem situação de emergência			
NI/12/1990	Sem situação de emergência			
NI/02/1992	Sem situação de emergência			
NI /01/1993	Calamidade pública			
18/02/1993	Calamidade pública			
NI/06/1993	Sem situação de emergência			
NI/01/1996	Sem situação de emergência			
NI/12/1997	Sem situação de emergência			
NI/01/2000	Sem situação de emergência			
NI/10/2000	Sem situação de emergência			
NI/04/2001	Sem situação de emergência			
NI/09/2001	Sem situação de emergência			
NI/09/2002	Sem situação de emergência			
NI/06/2003	Sem situação de emergência			
15/12/2003	Danos na malha rodoviária da RS 409, próximo lago Dourado. Sem situação de emergência			
10/09/2005	Situação de emergência			
04/10/2005	Sem situação de emergência			
26/03/2007	Sem situação de emergência			
21/09/2007	Bairro Navegantes/Várzea e Avenida. Sem situação de emergência.			
27/12/2007	Centro da Cidade, Arroio Grande, Goiás, Harmonia, Glória, Imigrante e Beckencamp Sem situação de emergência			
10/02/2009	Situação de emergência			
07/11/2009	Várzea e Beckencamp – sem situação de emergência			
07/12/2009	Bairros Margarida Aurora, Senai, Faxinal, Renascença, Navegantes /Várzea. Situação de emergência			
05/01/2010	Bairros Verena (Santo Inácio), Renascença, Bom Jesus, Várzea / Navegantes. Situação de emergência			
07/01/2010	Situação de emergência			
22/04/2011	Situação de emergência			
25/04/2011	Bairros Universitário, Renascença, Centro, Dona Carlota (Beckenkamp) Rauber, Esmeralda, S. Inácio, Higienópolis, Margarida, Aurora, Bonfim, Progresso, S. Antônio			
21/07/2011	Várzea – sem situação de emergência.			
09/08/2011	Várzea – sem situação de emergência.			
12/11/2013	Bairros Progresso (Loteamento Eucaliptos), Rauber , Dona Carlota (Beckenkamp) Várzea e outros. Situação de emergência			
21/11/2013	Bairros Rauber, Arroio Grande, Dona Carlota, Progresso Santa Vitória e Faxinal.			
* NI =Não Informado	** Em vermelho, decreto de emergência ou calamidade pública.			
Fontes	Jornais	SNDC	Defesa Civil do Rio Grande do Sul	Reckziegel (2005)

Quadro 7 – Inventário das inundações registradas em Santa Cruz do Sul 1980 – 2013.

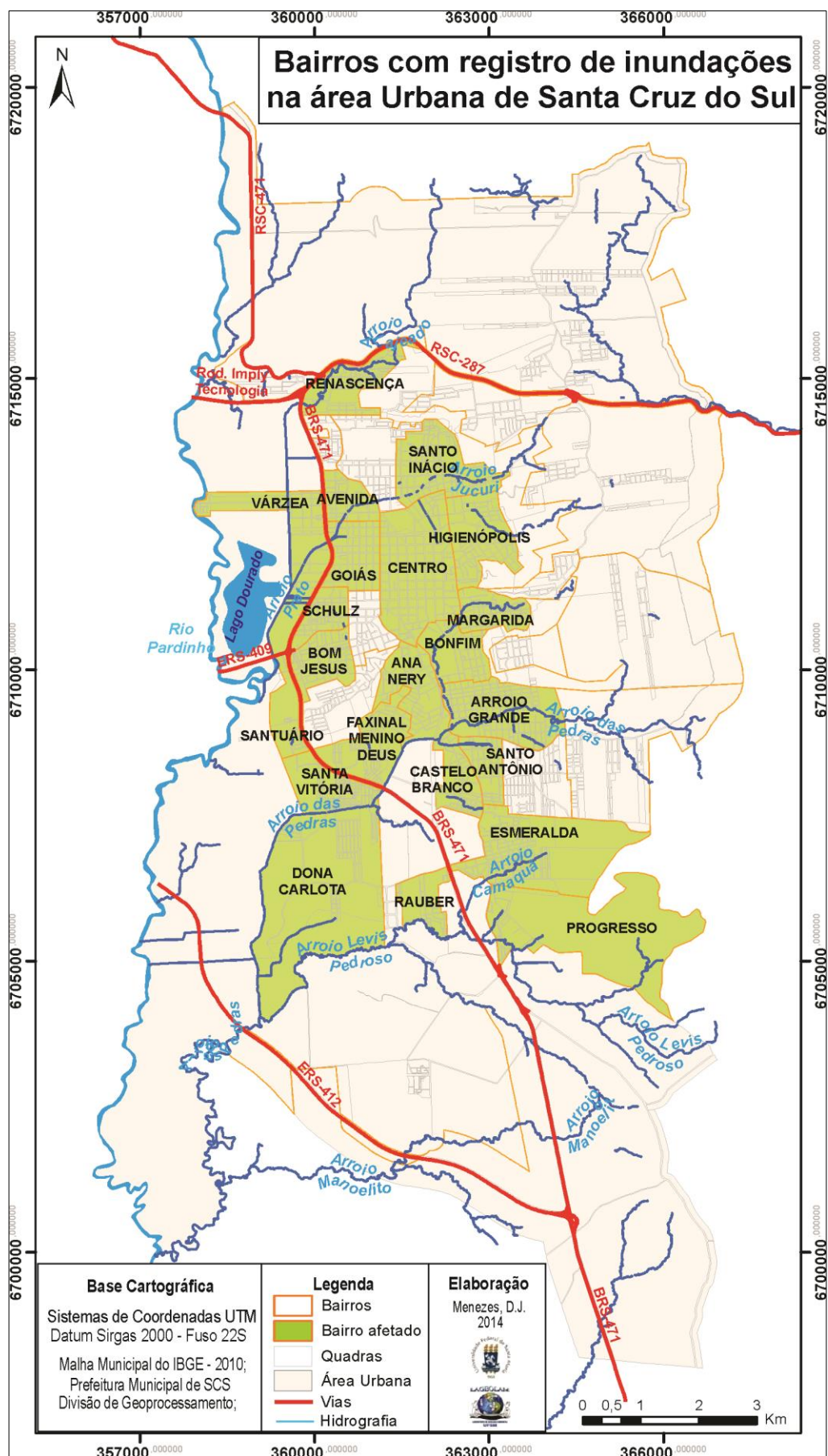


Figura 24 - Mapa dos bairros com registro de inundações na área urbana de santa cruz do Sul.

Essa leitura se dá considerando o detalhamento das informações disponíveis a partir do inventário e tendo-se em vista que essas informações foram acrescidas dos levantamentos de campo, com apoio da Defesa Civil municipal, o que propiciou o contato com a população afetada e a consequente verificação, mesmo que qualitativamente, da periodicidade das inundações em algumas áreas.

Foram verificados problemas associados a inundações em áreas adjuntas ao arroio Lajeado no bairro Renascença, que fica mais ao norte da área urbana, próximo a BR 287.

Na porção central da área urbana, os bairros Santo Inácio, Higienópolis, Centro e os bairros Avenida e Goiás, que ficam próximos a BR 471, apresentam áreas sujeitas a inundações, contando com intervenções no arroio Jucuri e tributários. Os bairros Bonfim e Margarida, drenados pelo arroio Moinho, também foram verificados problemas em função de inundações. Estendendo-se da porção leste para noroeste o arroio das Pedras e tributários afetam os bairros Arroio Grande, Santo Antônio, Ana Nery, Faxinal, Santa Vitória e Dona Carlota. Mais ao sul o arroio Levis Pedroso e afluentes estão associados a inundações nos bairros Esmeralda, Progresso e Rauber.

Em uma área alocada entre a BR 471 e o rio Pardinho, encontramos os bairros Várzea e Santuário, afetados por inundações, que posicionados em uma área naturalmente muito susceptível, não contam com a BR 471, que atua com um “dique”, a exemplo dos bairros e Schulz e Bom Jesus, que estão posicionados a leste da rodovia e que indicaram em um primeiro momento, apresentarem menores problemas em relação às inundações.

Quanto à distribuição mensal da ocorrência de inundações (Figura 25), temos um maior número de registros no período correspondente aos dias mais quentes do ano, entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que juntos somam 14 registros do total de 33 levantados. Os meses de dezembro e janeiro marcam um período com altas temperaturas onde as taxas de evaporação e formação de nuvens são elevadas, caracterizando assim chuvas de origem convectiva, esta por sua vez pode precipitar de forma brusca e com grande intensidade, causando inundações.

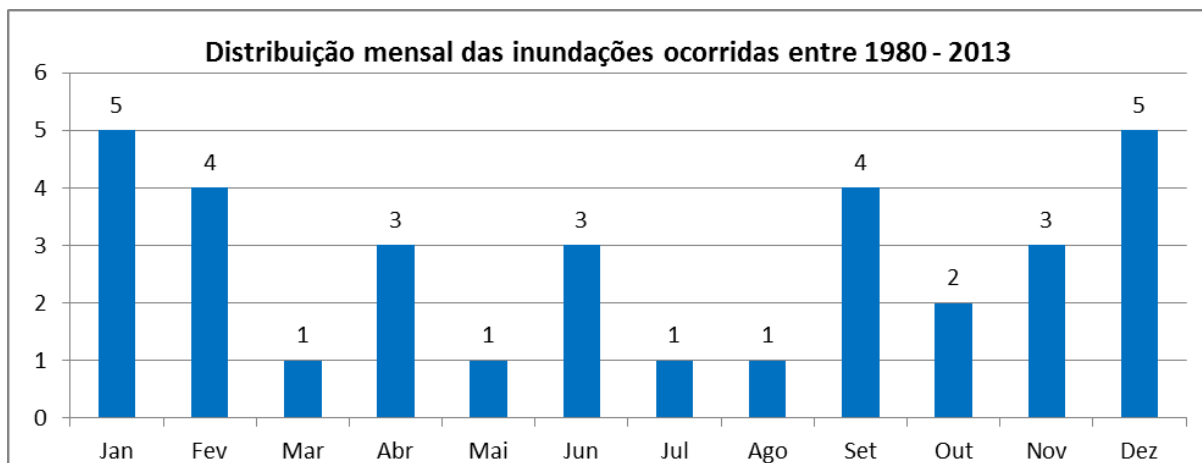


Figura 25 – Distribuição mensal das inundações ocorridas entre 1980 e 2013.

Por sua vez, os meses de setembro e junho, que registram quatro e três eventos, marcando respectivamente o fim e início do inverno, compreendem um período de transição entre estações e de chuvas frontais, que podem ocasionar inundações.

4.2 Mapeamento das áreas de susceptibilidade a ocorrência de inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul.

O produto gerado desta etapa constituiu a espacialização das áreas susceptíveis a inundações em Santa Cruz do Sul, estabelecido conforme a metodologia proposta e configura-se como um elemento fundamental para identificação das áreas sujeitas a inundações e que ocupadas sem uma avaliação prévia, podem acarretar danos e figurarem áreas de perigo.

Da mesma forma, o mapeamento das áreas susceptíveis apresenta-se como uma medida não estrutural muito importante no planejamento, onde a partir do conhecimento das áreas sujeitas a processos de extravasamento das drenagens, pode-se direcionar usos adequados a esta condição periódica, ou ainda projetar medidas que mitiguem o processo. O mapeamento destas porções do terreno susceptíveis a processos é importante ainda para o reconhecimento das áreas já ocupadas e sujeitas a inundações periódicas, direcionando trabalhos de campo de reconhecimento para as áreas afetadas, ou em eminência de serem atingidas, sendo possível estabelecer medidas de gestão, de ordem estrutural, ou não

estrutural, tendo em vista a avaliação dos graus de perigo e de risco que estas áreas podem estar atreladas.

As áreas consideradas sujeitas a inundações são expressivas e se encontram na porção mais a oeste da área urbana, principalmente, associadas à extensa planície de inundação do rio Pardinho (Figura 26) e, também, áreas próximas aos seus afluentes, os arroios Jucuri, Lajeado, Preto, Das Pedras, Levis Pedroso.



Figura 26 - Planície de inundação do rio Pardinho ocupada pela água.
Fonte: Defesa Civil de Santa Cruz do Sul.

Conforme é observado no mapa de susceptibilidade a processos de inundação (Figura 27), uma parcela significativa da área urbana foi estabelecidas junto a áreas planas e próximas a drenagens, tendo destaque principalmente o bairro Várzea, alocado em sua totalidade em área susceptível e também os bairros Avenida, Santo Inácio Santa Vitória, Progresso e Arroio Grande, com a presença de áreas expressivas.



Figura 27 - Mapa das áreas susceptíveis a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul.

4.3 Mapeamento de perigo de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul

Devido à quantidade expressiva de áreas susceptíveis a inundações e, também, em função de como se deu o processo de expansão da área urbana de Santa Cruz do Sul, existe uma parcela significativa de áreas ocupadas e que são sujeitas a ocorrência de processos associados a inundações. Essas áreas, por estarem condicionadas à possibilidade de sofrerem danos, são consideradas áreas de perigo de inundação e foram hierarquizadas, atribuindo-lhes diferentes graus de perigo, considerando características do processo e sua severidade e a frequência, conforme a metodologia proposta e colocada anteriormente.

As áreas de perigo baixo de inundação estão presentes abrangendo as áreas menos próximas aos arroios Das Pedras e Levis Pedroso, Jucuri, Moinho e Lajeado, porém susceptíveis. Nestas áreas, o perigo costuma ser diretamente proporcional a proximidade das residências e a severidade dos processos atrelados às drenagens, que estão associadas a repentinos ganhos de energia e elevação do nível d'água. Todavia apresentam menor área de abrangência, tendo menores possibilidades de atingir as residências mais distantes (Figura 28).



Figura 28 - Residências mais distantes do arroio Jucuri em áreas de perigo baixo.
Fonte: Trabalho de campo 2013.

Também estão incluídas nesta classe de perigo as áreas onde os arroios foram incorporados à drenagem pluvial ou a área foi significativamente adensada e impermeabilizada, o que promoveu uma substituição dos processos de inundação por alagamentos. Ocorrem em uma extensa faixa na porção central da área urbana, entre as áreas mais íngremes da área urbana e a BR 471 e ainda, algumas ruas, em trechos mais rebaixados, onde a água fica acumulada ou é escoada pela via.

As áreas de médio grau de perigo são bem distribuídas espacialmente na área urbana, estando associadas às áreas ocupadas mais afastadas do rio Pardinho e nas áreas afetadas pelos arroios Das Pedras e Levis Pedroso. O perigo médio está, ainda, associado às faixas de 20 metros, em função da distância da drenagem, em trechos cujas drenagens foram modificadas e apresentam-se como deflagradoras de eventos menos severos ou recorrentes, como é o caso das áreas adjuntas aos arroios, Jucuri, Moinho, Lajeado ou ainda no trecho a montante dos arroios Preto e Das Pedras, sendo este último caracterizado pela presença de residências alocadas muito próximas em trechos que o canal é retificado, como na Rua Antônio Kipper (Figura 29).

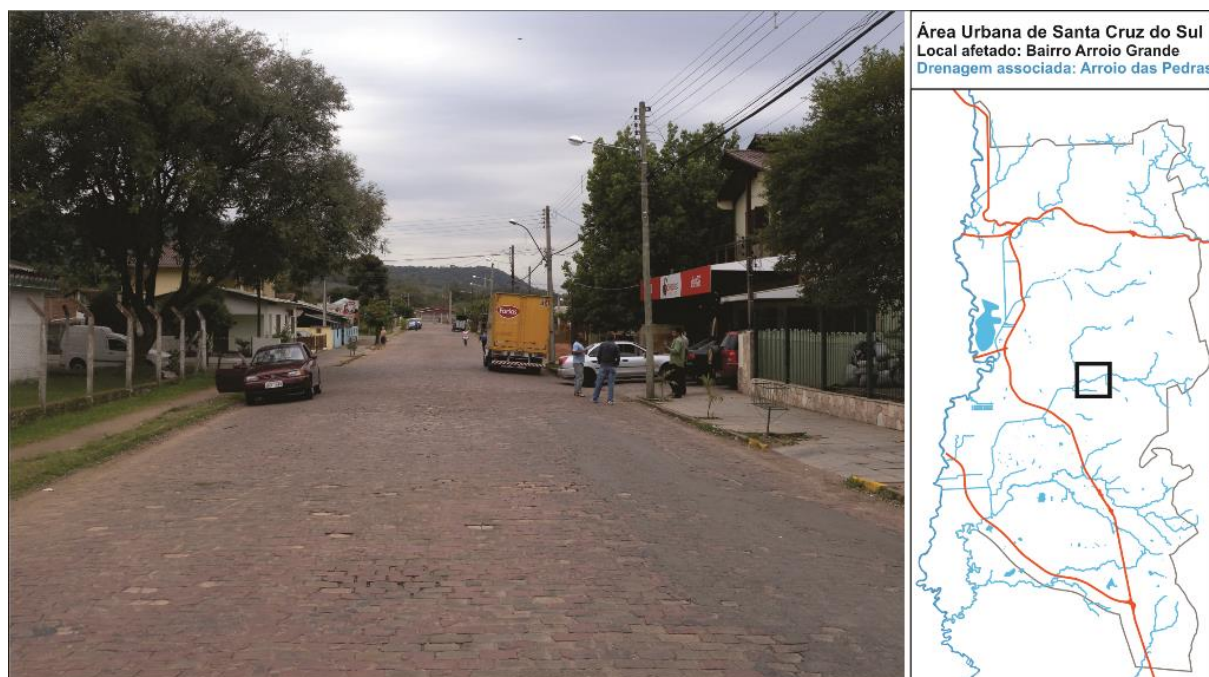


Figura 29 - Rua Antônio Kipper, área com registro de inundações no bairro Arroio Grande.
Fonte: Trabalho de campo 2012

As áreas de perigo alto são encontradas principalmente na porção oeste da área urbana, além da BR 471, em função de estarem situadas junto à planície de

inundação do Rio pardinho ou por serem áreas associadas ao baixo curso dos seus tributários ou associadas a áreas de confluências, que tem como características a elevação súbita do canal. Estes são os casos das áreas mais próximas ao arroio Das Pedras nos Bairros Santa Vitória (Figura 30) e Dona Carlota no sudoeste, das áreas de perigo na “Travessa DAER”, antes da confluência do arroio Preto com o rio Pardinho e, ainda, na porção sul, as áreas, seguidamente, afetadas pelo arroio Levis Pedroso, no Bairro Progresso. Embora caracterizem processos que se diferenciam em função da velocidade e ou extensão da área afetada, que registram uma, significativa, recorrência causando danos às habitações e transtornos à população.



Figura 30 - Residências próximas ao arroio Das Pedras no Bairro Santa Vitória.
Fonte: Trabalho de campo 2013

Portanto, a distribuição espacial das áreas de perigo na área urbana de Santa Cruz do Sul, de maneira geral, se dá em função das características das drenagens a quais estão associadas e da distância que estas áreas se encontram das mesmas.

A Figura 31 aponta e as áreas em condição diferentes graus de perigo, apresentando como particularidades a presença da BR 471, como um dique que minimiza o perigo nas áreas afetadas pelo rio Pardinho, e a presença de ocupações ao sul, em situação de um maior perigo, quando os canais passam a receber mais tributários.

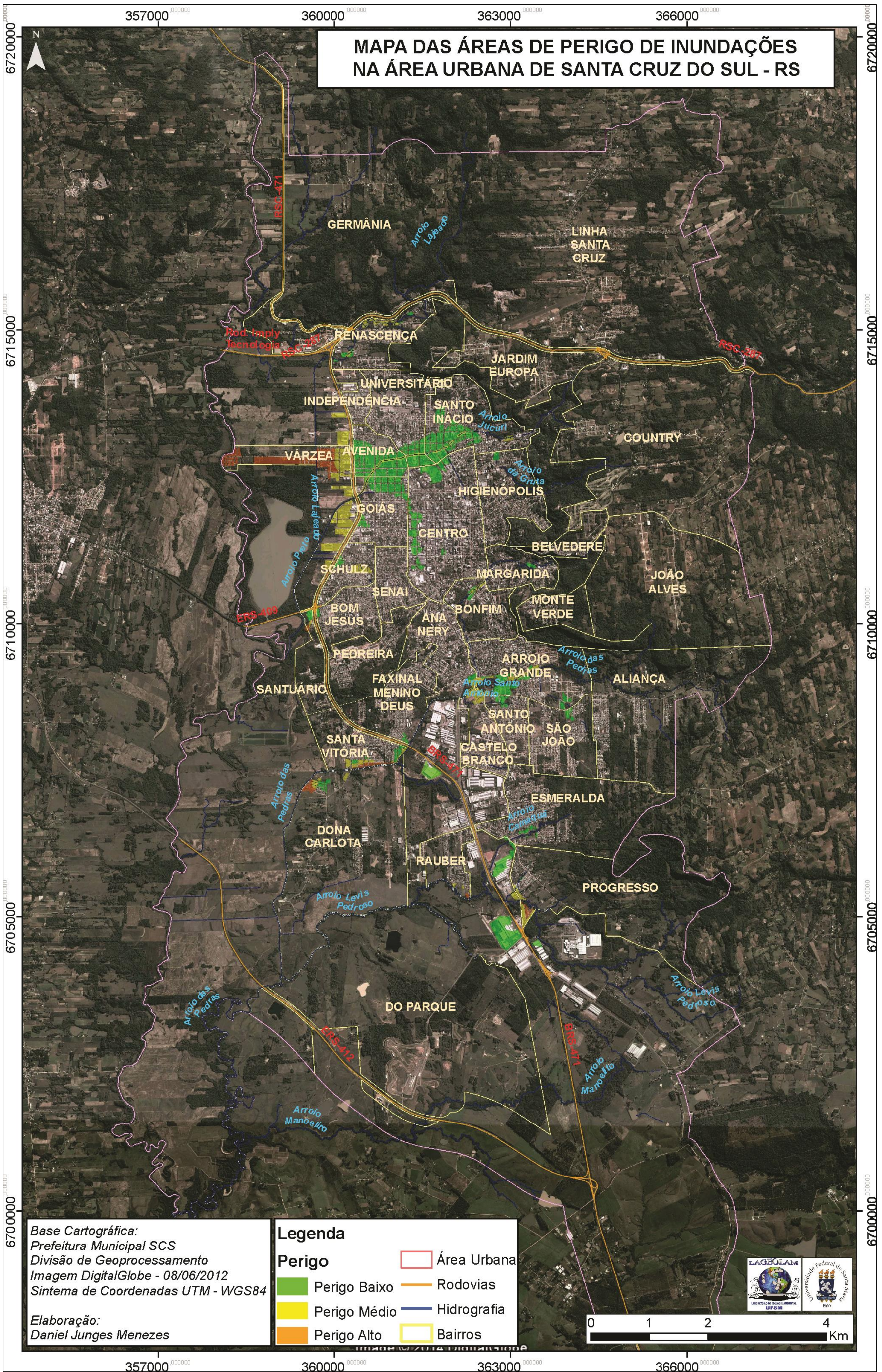


Figura 31 - Mapa das áreas de perigo de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul.

4.4 Mapeamento da vulnerabilidade a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul

As áreas de alta vulnerabilidade são encontradas na porção oeste da área urbana, na “Travessa DAER” e em ocupações próximas a BR 471 e ao arroio Preto. Estão também presentes ao sudoeste, no chamado loteamento Beckenkamp (Figura 32), alocado no Bairro Dona Carlota, ao sul, na travessa chamada “Beco do Cleber”, no bairro Progresso e ainda alocadas no bairro Rauber, em ambos os casos, sendo áreas próximas ao arroio Levis Pedroso.

Associadas a áreas frequentemente atingidas por inundações, estas habitações apresentam pouquíssimas capacidade de mitigação e resposta aos eventos, apresentam em grande parte ocupações irregulares e associadas à expansão espontânea da área urbana, são áreas cujas habitações são de padrão baixo e cujas famílias apresentam baixa renda. Essa condição potencializa muito os danos das inundações, tendo em vista a precariedade de algumas residências, a pouca resiliência, somando-se a ausência de medidas estruturais que possam diminuir a frequência dos eventos adversos e mitigar os prejuízos.

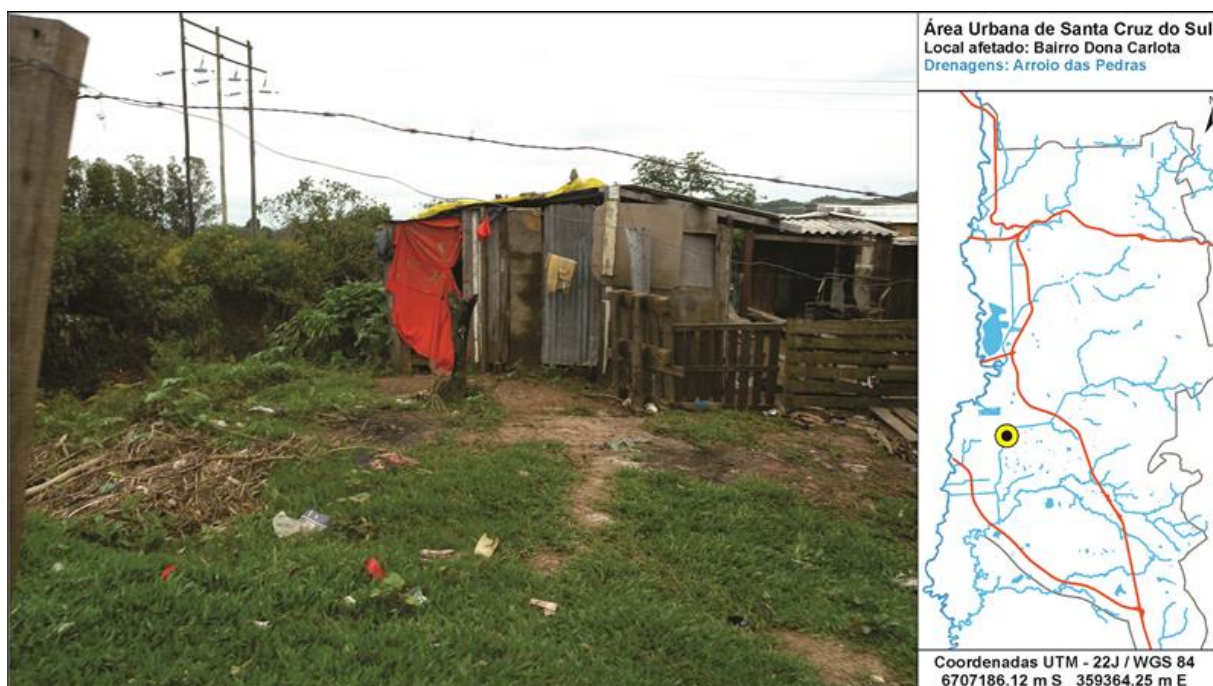


Figura 32 - Vulnerabilidade alta no bairro Dona Carlota.
Fonte: Trabalho de campo 2013

Diferentemente, as áreas de vulnerabilidade de grau médio são espacialmente bem distribuídas na área urbana, tendo em vista que, de maneira geral, grande parte das áreas de perigo não conta com medidas estruturais que minimizem a frequência das inundações, todavia, predominam o médio padrão das residências, sendo que algumas casas apresentam intervenções individuais, como muros ou sobreloja, ou ainda configuram áreas onde há presença de medidas que mitigam o dano, como a bacia de contenção alocada no bairro Várzea (Figura 33).

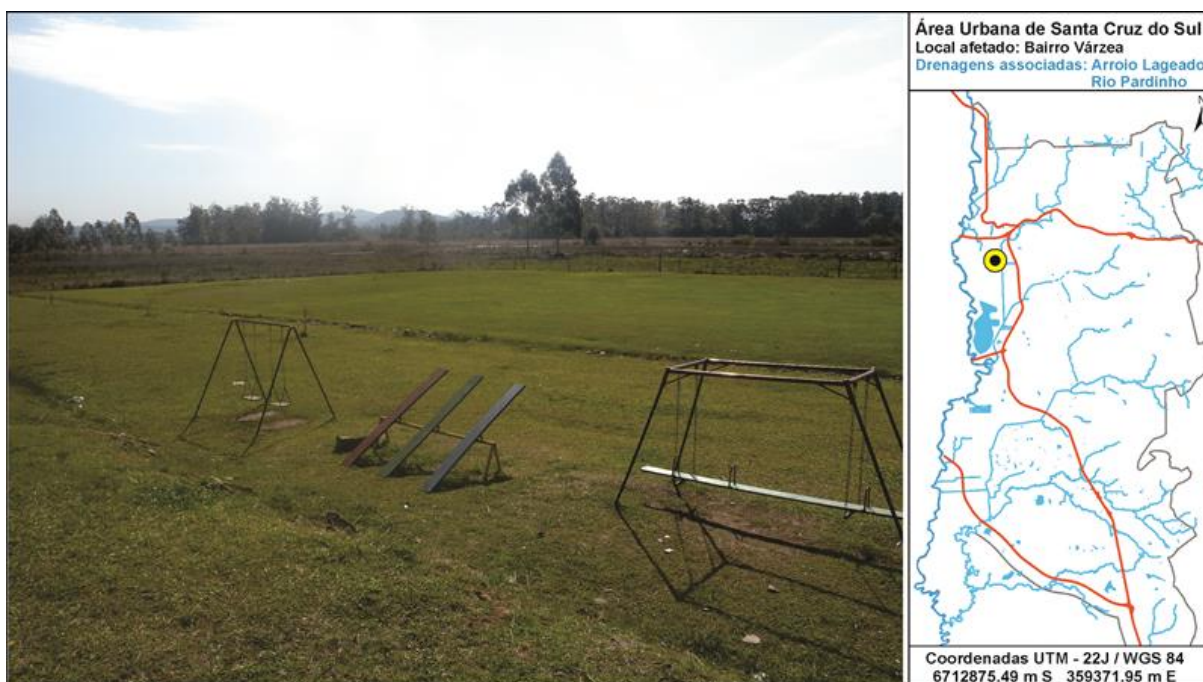


Figura 33 - Campo de esportes e parque, utilizado como piscina de contenção no bairro Várzea.
Fonte: Trabalho de campo 2012

As áreas de vulnerabilidade baixa perante inundações estão predominantes na metade norte da área urbana, associadas às áreas próximas ao arroio Jucuri, algumas estruturas industriais que são atingidas no lado oeste da BR 471, e ainda em trechos canalizados do arroio Das Pedras no bairro Arroio Grande, onde residências alocadas nos setores canalizados (Figura 34) têm menos problemas em relação a áreas próximas a jusante e montante.

O arroio Jucuri corta a área mais adensada, sendo que conta com quase totalidade do seu curso retificado ou ainda canalizado, assim como alguns dos seus tributários o que minimiza significativamente a frequência das inundações na área, embora esteja alocada em um terreno plano e conseqüentemente, susceptível. Esta área apresenta uma variabilidade grande quanto ao padrão das moradias, sendo

predominantes as moradias de médio e alto padrão, sendo o seu uso tanto residencial tal como também apresenta estabelecimentos comerciais dos mais variados ramos, principalmente a montante.

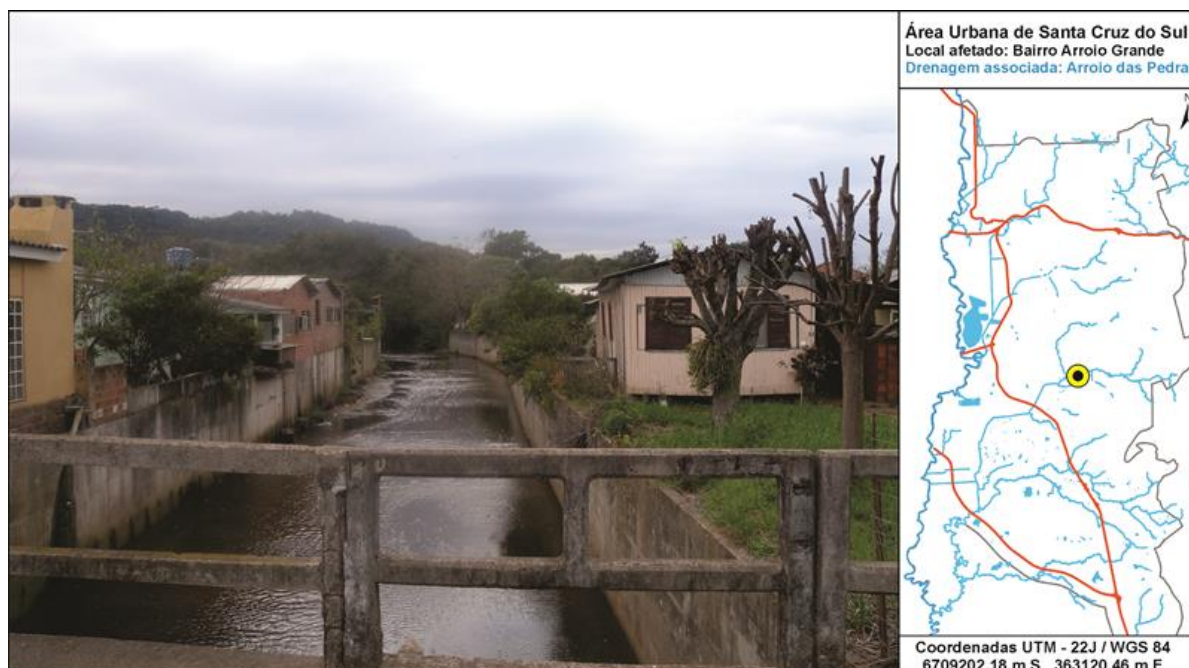


Figura 34 - Arroio das Pedras em trecho canalizado no bairro Arroio Grande.
Fonte: Trabalho de campo 2012

O mapa de vulnerabilidade a inundações (Figura 35) permite visualizar a distribuição no espaço urbano, onde as intervenções estabelecidas ao longo do tempo, visando coibir o extravasamento dos arroios, se deram seguindo a expansão da área urbana e promoção constante da valorização da área. A ocupação foi se dando sob perspectiva de certo ordenamento e planejamento, principalmente nos bairros centrais, o que possibilitou e promoveu a sua ocupação perante ações corretivas, onde as medidas estruturais atenuam a vulnerabilidade e minimizam danos.

Entretanto, as intervenções que minimizam ou praticamente eliminam maiores danos em algumas porções do território e permitem a sua ocupação, recondicionam o perigo a um caráter mais tênue ou até pontual em áreas próximas, conforme foi exposto no item anterior. Ou ainda, à jusante das intervenções, tem-se o incremento de maiores volumes de água em menos tempo em função da retificação das drenagens e da presença de densas infraestruturas urbanas impermeabilizadas à montante.

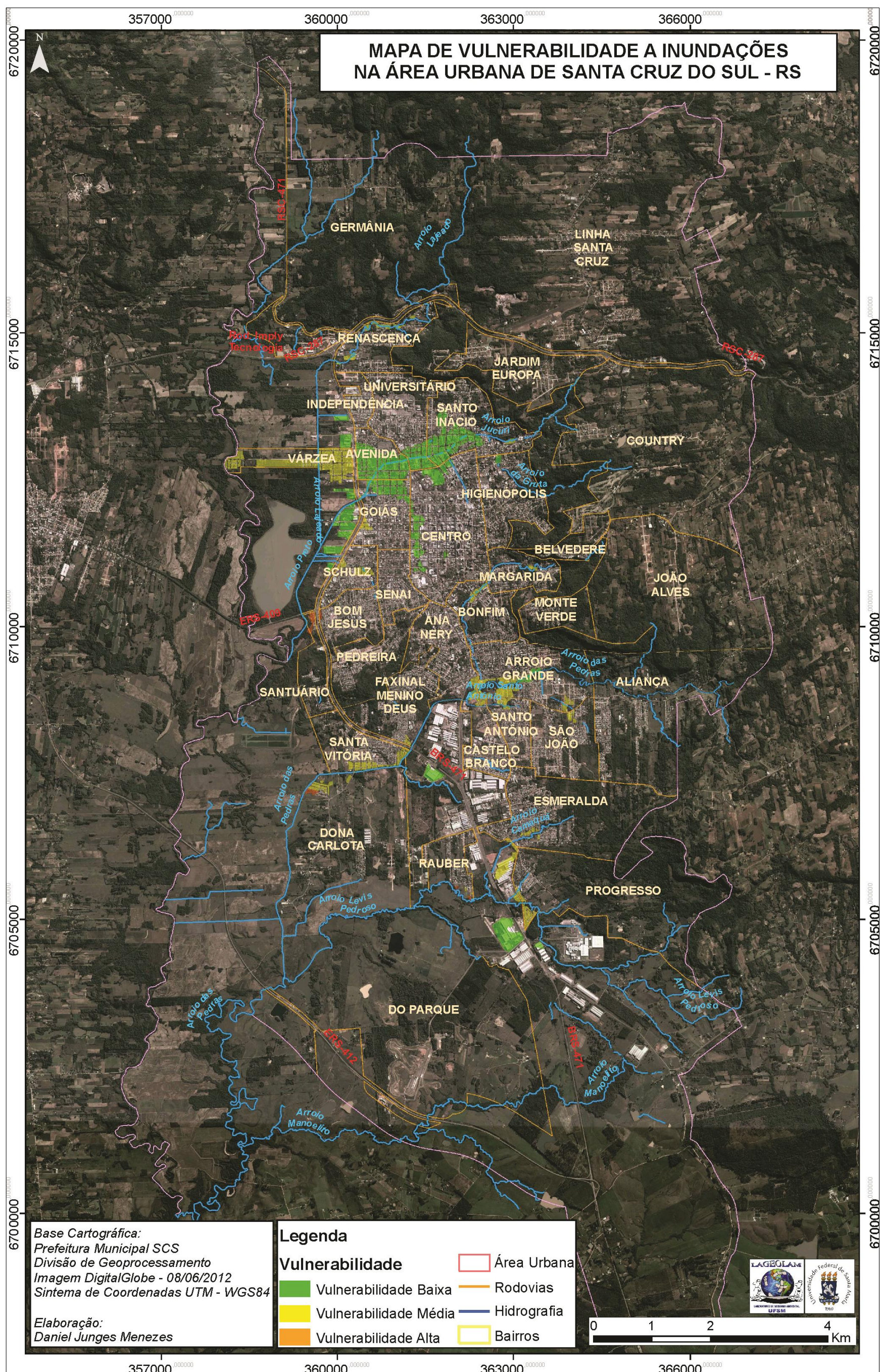


Figura 35 - Mapeamento da vulnerabilidade a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul

4.5 Mapeamento das áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul.

O risco não se distribui de forma aleatória no espaço, seguindo a lógica estabelecida no perigo e da vulnerabilidade, que são condicionados a determinados processos que determinam a sua distribuição, o risco é a expressão da relação entre estes dois elementos. Ao abordarmos o risco associado à ocorrência de inundações, temos o perigo como o elemento que expressa a face dos condicionantes naturais (embora sujeitos aos mais diversos recondicionamentos, enquanto materialização de um ambiente ocupado pelo homem). Enquanto a vulnerabilidade representa um elemento intrinsecamente humano do risco (embora se é vulnerável perante uma ameaça, que neste caso é dada em função de um processo natural) e é condicionada a motivos diversos, sendo a tradução de fatores sociais, econômicos, históricos e políticos que interagem entre si, sob um cenário formado por um ambiente não favorável à ocupação.

Sendo assim, vulnerabilidade e perigo podem distribuir-se de forma não conjunta no espaço, podendo um elemento ser mais representativo que o outro, ou ainda estes estarem tão associados a ponto de tornar tarefa difícil dissociá-los com critérios mais restritos. No entanto, o risco de inundação vem a ser mais significativo onde as áreas ocupadas apresentam a combinação dos condicionantes do ambiente gerarem alta susceptibilidade e alto perigo, ao mesmo tempo em que a população não apresenta capacidade de intervir positivamente neste espaço (seja capacidade técnica, econômica ou política) e pouco alento para se reestruturar perante os danos, o que evidentemente, torna o risco mais alto.

A partir destas relações é que se configuram e distribuem-se as áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul, como pode ser observado no mapa das áreas de risco de inundação, Figura 36. O grau de risco atribuído a cada área está muito associado à presença de medidas estruturais, intervenções e ao padrão do espaço urbano, sendo que as áreas mais nobres da cidade ou cuja expansão se deu sob o escopo de certo ordenamento, tem o risco minimizado em detrimento das áreas periféricas, cujas habitações se deram sob contexto do déficit de habitação ou no loteamento de áreas, que até então, eram pouco rentáveis, fruto da busca de valorização e do movimentado mercado imobiliário.

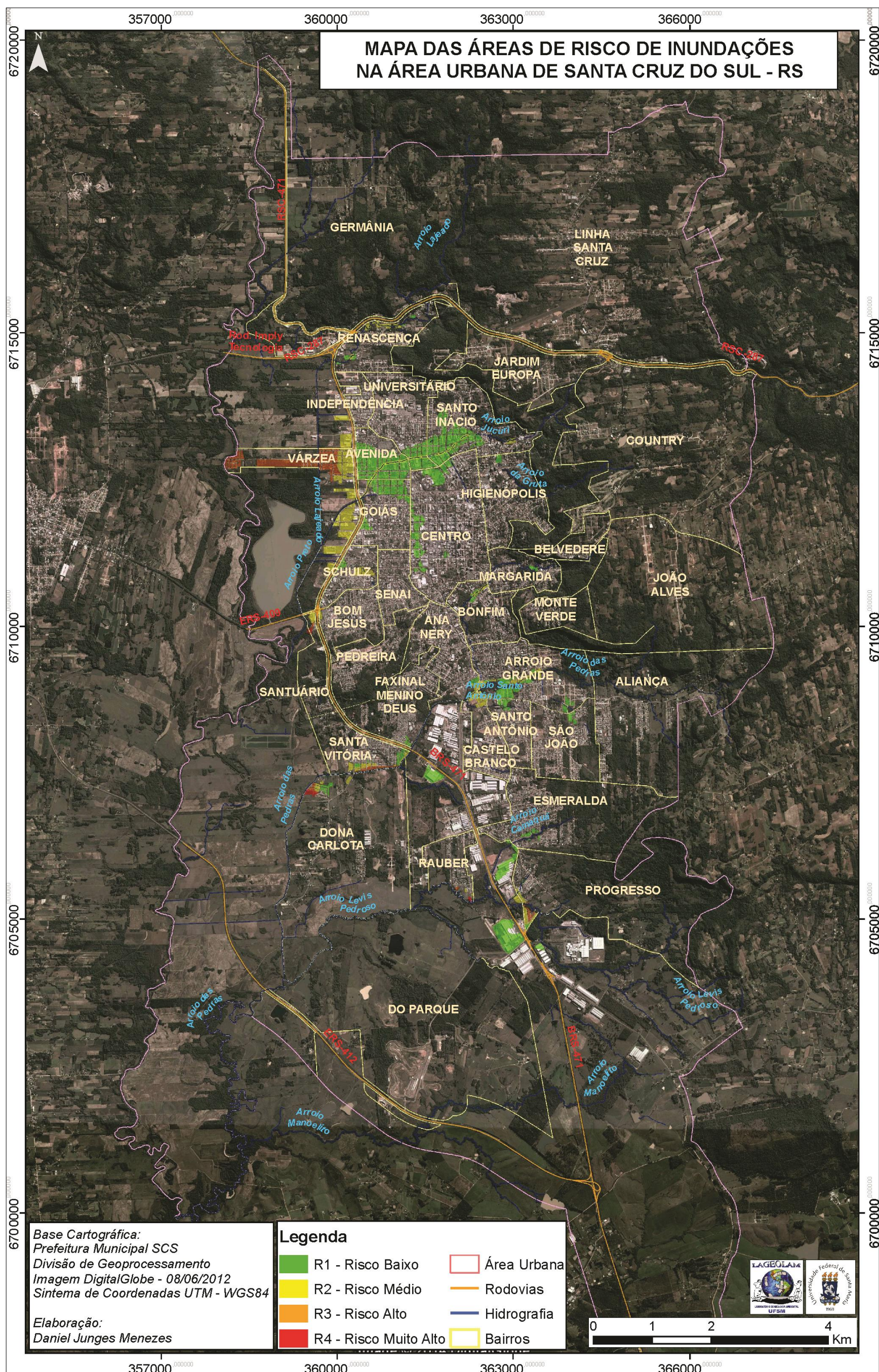


Figura 36 - Mapeamento das áreas de risco de inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul

Ao norte da área urbana temos o bairro Renascença, cujas inundações estão associadas à presença do arroio Lajeado, em seu curso alto, caracterizando uma drenagem com um volume de água pouco expressivo em períodos de menor vazão. Todavia encontra-se próximo a uma via e apresenta alguns pequenos tributários mais a nordeste que figuram drenagens encaixadas, atribuindo-lhe grande quantidade de energia em períodos de maior precipitação, afetando algumas residências mais próximas, além das vias. A Figura 37 permite visualizar o cenário em quais se dão as inundações, nesta porção norte da área urbana.

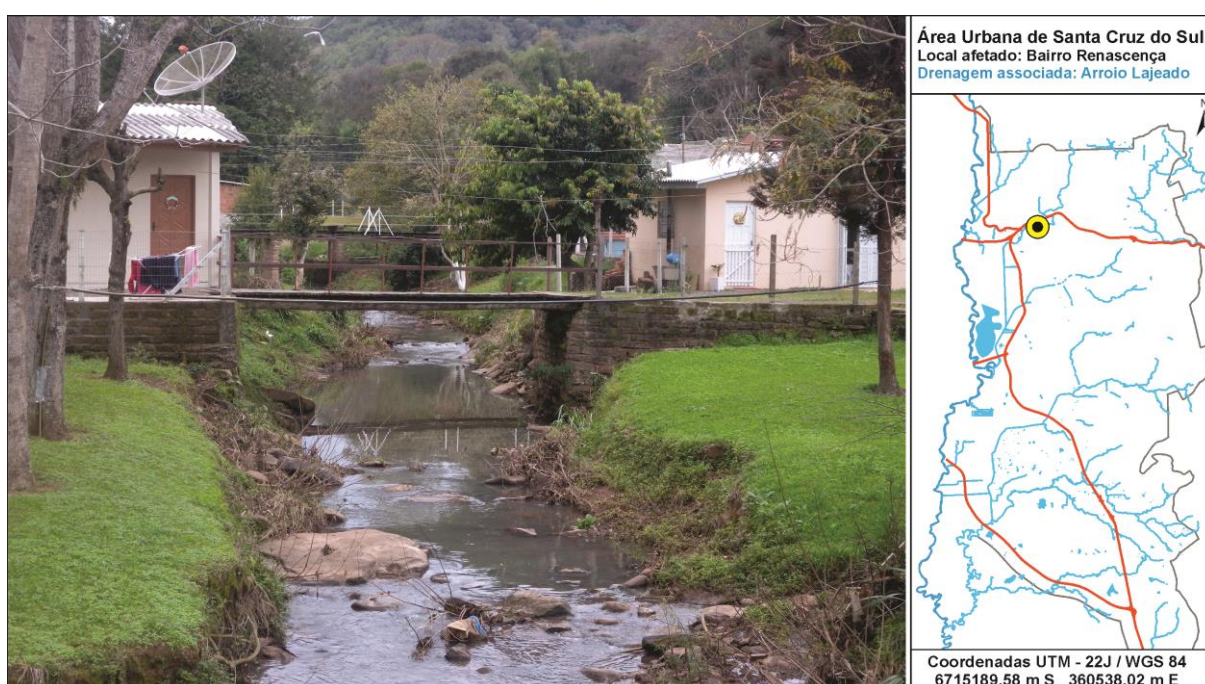


Figura 37 - Área adjunta ao arroio Lajeado afetada por inundações no bairro Renascença.
Fonte: Trabalho de campo, 2012

As intervenções, quando ocorrem, são individuais e basicamente associadas a minimizar que a água avance em direção às residências. Mais a jusante outras residências são apontadas como de risco médio de inundação em função da proximidade da drenagem, sendo que no ano de 2011, a lateral de uma residência foi afetada mais severamente quando o arroio extravasou de seu leito normal.

Estas condições estabelecem uma vulnerabilidade média quanto a inundações nestas áreas, sendo que o risco varia entre médio e baixo, em função do maior ou menor perigo estabelecido pela proximidade da drenagem, como mostra a Figura 38.

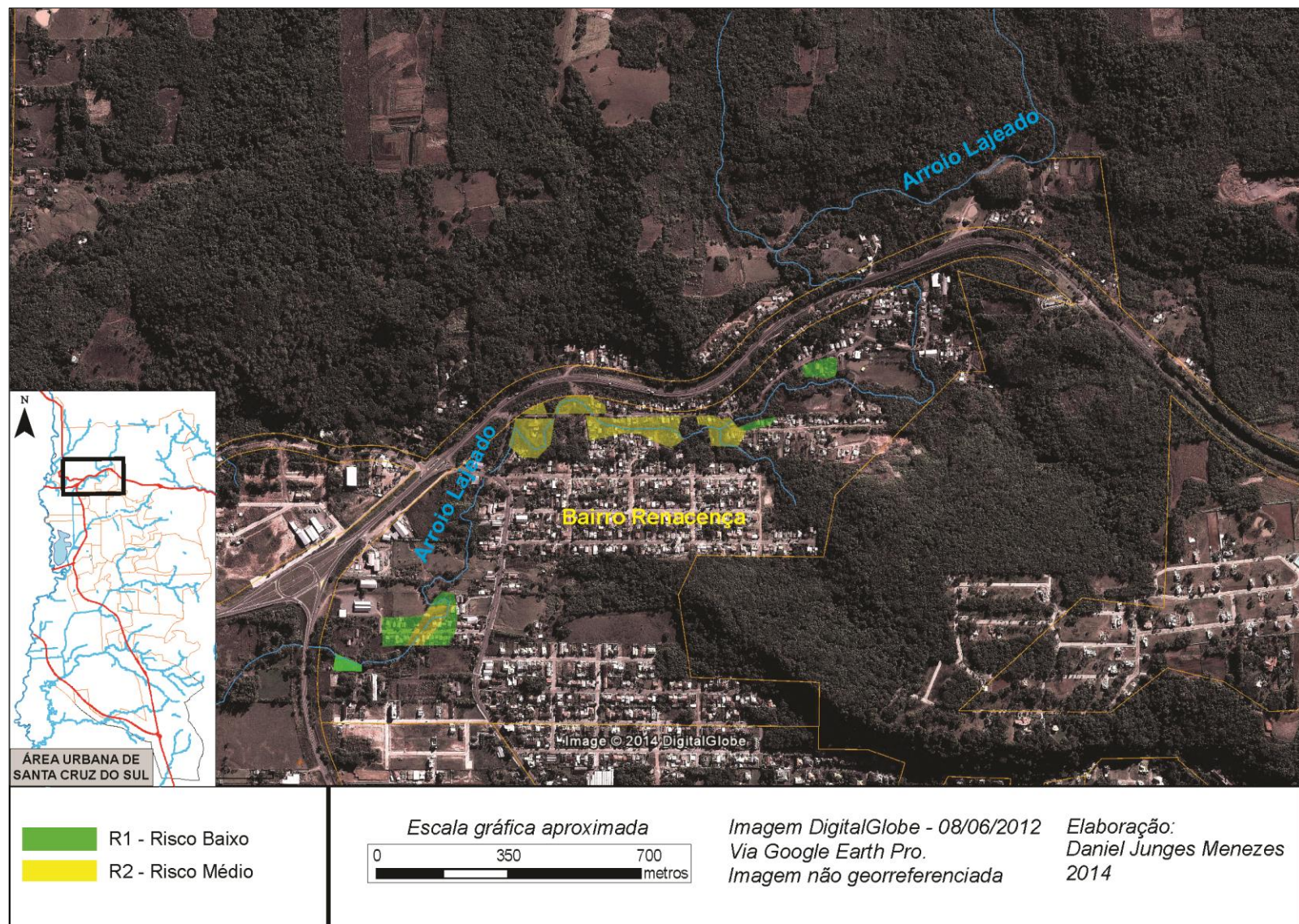


Figura 38 – Porção norte da área urbana apresenta algumas situações de risco médio e baixo.

A extensa área que situa-se entre a BR 471 e o rio Pardinho, que atua como limítrofe entre Santa Cruz do Sul e Vera Cruz, temos alocado o Bairro Várzea. Tendo a sua origem na incorporação de antigas áreas rurais e de veraneio, apresenta no extremo oeste uma localidade chamada Navegantes ou ainda Prainha, que figura-se hoje como ocupação permanente. É dentre as áreas de risco associadas a inundações na área urbana de Santa Cruz do Sul, a porção do território cujo perigo se estabelece marcadamente pela periodicidade que os eventos se repetem. Junto ao rio Pardinho, a instalação de réguas, monitora o leito menor do rio, indicando a cota de 7,2 metros como base para o processo de inundação afetar as primeiras residências, conforme estabelece a Defesa Civil. Nesta área residências e vias são afetadas, como mostra a Figura 39.



Figura 39 - No bairro Várzea as inundações são caracterizadas pela periodicidade e abrangência
Fonte: Defesa Civil, 2011.

A condição de recorrência e o registro da cota máxima do ano de 2011 permitiram estabelecer diferentes graus de risco, conforme pode ser observado em detalhe na Figura 40, onde o perigo alto se dá em função da cota de última grande inundação e o perigo médio estende-se das áreas restantes até a BR 471, que limita grande parte das inundações associadas a este leito maior do rio Pardinho. A vulnerabilidade quanto a inundações foi considerada média em função do padrão e medidas que são tomadas buscando a mitigação de maiores prejuízos.

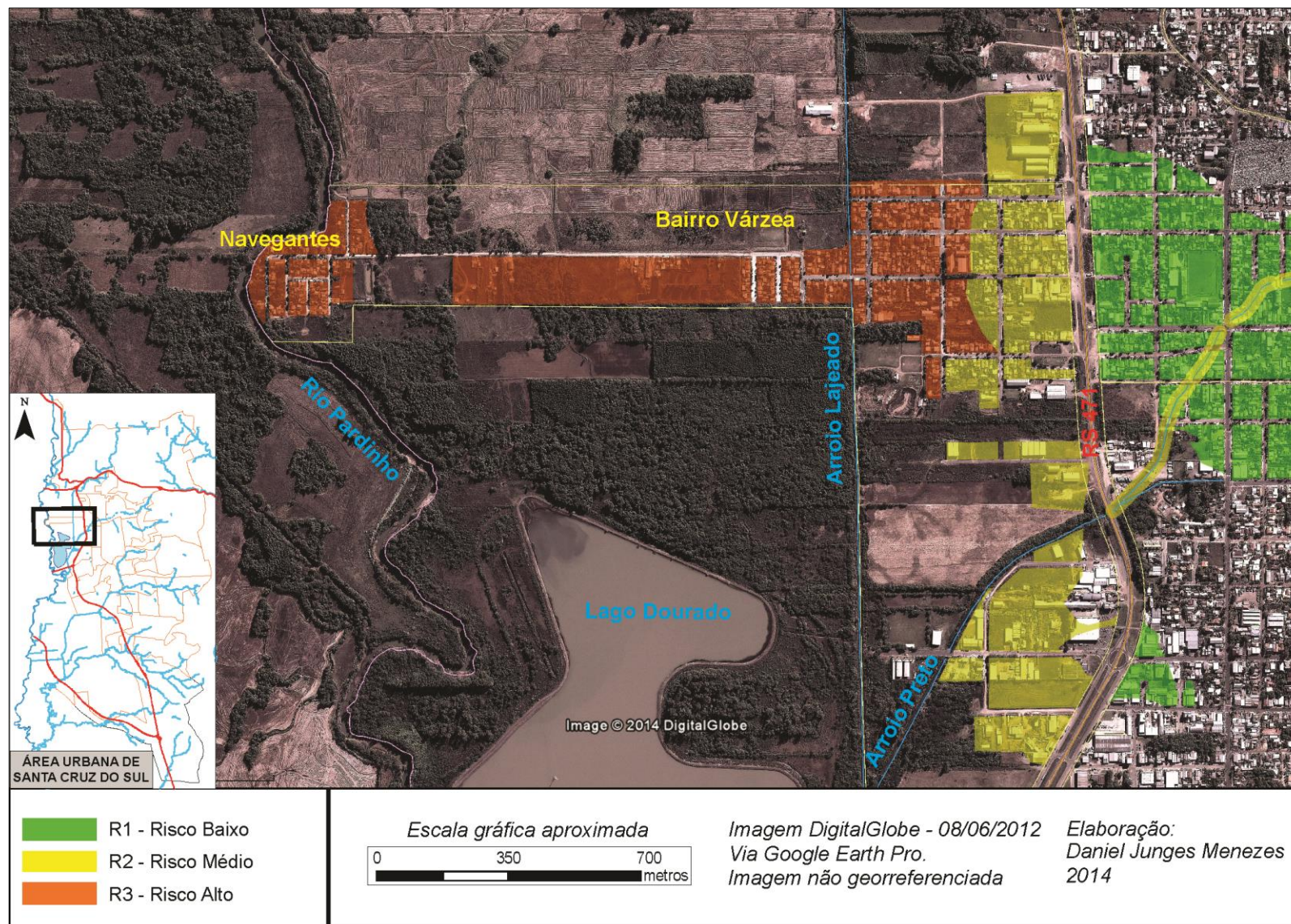


Figura 40 - O bairro Várzea fica a oeste da BR 471, alocado nas áreas marginais do rio Pardinho.

Por sua vez, as áreas de risco associadas ao lado leste da rodovia apresentam significativas mudanças quanto às características das inundações, do ponto de vista do processo decorrente e, também, em função da intervenção mais significativa na dinâmica fluvial, que reduz o risco.

Nesta porção central do território de urbano de Santa Cruz os arroios Preto e Jucuri, tiveram seus leitos e planícies de inundação modificados, para que a as ocupações por esta área avançassem. A condição de canal fechado, em algumas parcelas, e retificado em outras, minimizou a frequência quanto ao registro das águas fluviais atingirem residências mais distantes, em função do extravasamento do canal, como é o caso do setor que corta o bairro Avenida, à jusante (Figura 41).



Figura 41 - Arroio Jucuri em trecho canalizado no bairro Avenida.

Fonte: Trabalho de campo 2012

Em contraponto, tem-se em vista que esta porção foi umas das áreas cuja ocupação foi se dando em áreas planas e marcadas por arroios, que foram sendo modificados à medida que a área urbana se expandia e as adaptações foram se dando à medida que as drenagens “passaram a ser” ou ocasionar problemas.

Neste contexto foram priorizadas intervenções distantes da totalidade da bacia hidrográfica ou do sistema hídrico como um todo, onde se estabeleceu a regra de “livrar-se do excesso de água” e da “forma mais rápida possível”, onde a impermeabilização das áreas circundantes e a retificação ou cobertura dos antigos

arrosios foi a medida estrutural preponderante. A aparente solução, inegavelmente mitigou as inundações, todavia, a capacidade do sistema de drenagem urbana foi sendo suprimida com o aumento do adensamento urbano e abertura de novas vias impermeabilizadas. Estando a área urbana situada em uma área cujo relevo favorece o ganho de velocidade a montante e extravasamento a jusante, passou a registrar pontos de insuficiência no escoamento, ou ainda pontos onde a água se mantém acumulada, trazendo alguns transtornos à população, principalmente em função da interdição de vias em períodos de precipitação mais intensa, como nos bairros Santo Inácio e Higienópolis, de padrão alto, e que algumas intervenções em dados eventos já não se fazem tão eficazes (Figura 42)

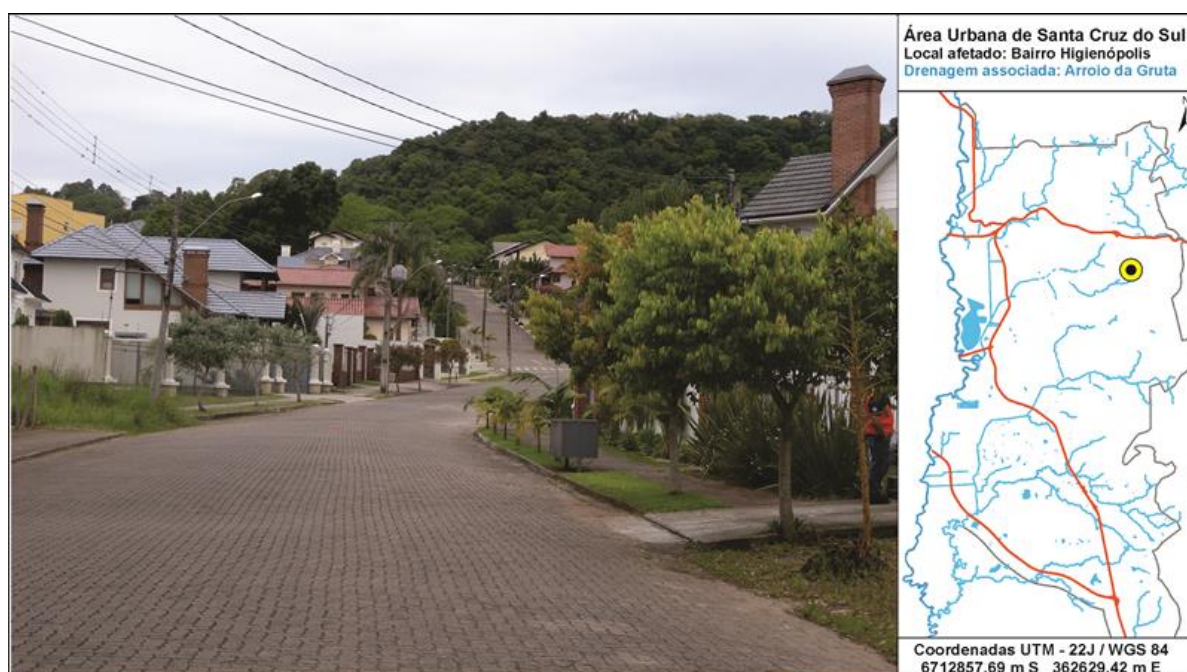


Figura 42 – Relevo e insuficiência da drenagem causam alguns problemas no bairro Higienópolis.
Fonte: Trabalho de campo 2013.

A diminuição da probabilidade de extravasamento e da severidade dos eventos atribui um perigo baixo às áreas mais distantes, e um perigo médio às muito próximas. A vulnerabilidade é considerada baixa em toda a área, pois a medida estrutural atua como um mitigador de dano muito significativo para esta parcela da área urbana. Sendo assim, temos uma significativa área plana e sujeita a inundações, marcada como risco baixo cercado uma faixa de risco médio (Figura 43).

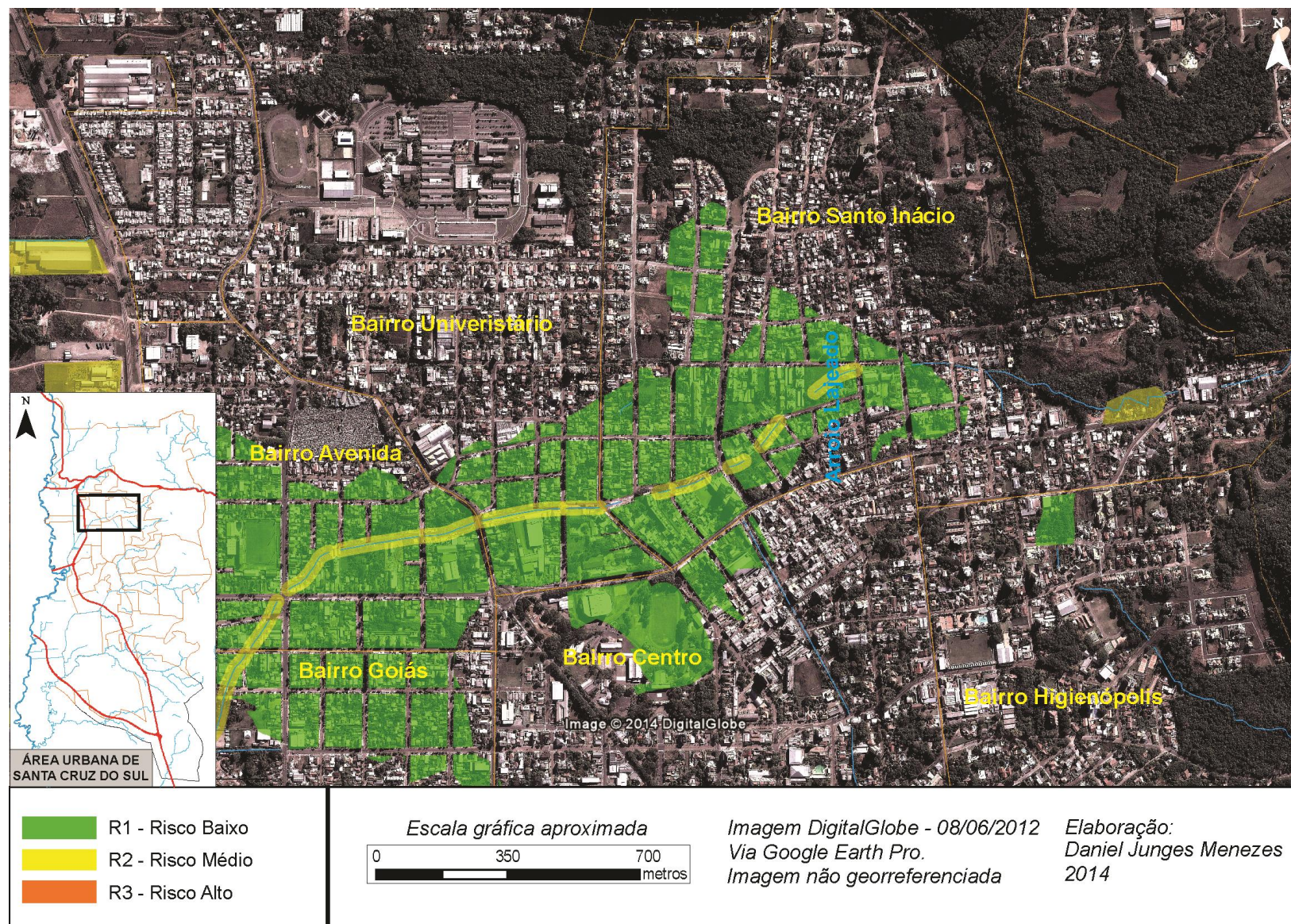


Figura 43 - Áreas de risco de inundação na parte leste da rodovia 471.

Situação semelhante se dá no bairro Centro, como a Rua Assis Brasil (Figura 44), onde historicamente se registra problemas associado a alagamentos, que são originados do mau direcionamento de medidas estruturais, tendo em vista que as intervenções na chamada Sanga Funda já na década de 60, se deram para possibilitar a ocupação de suas áreas adjuntas. As últimas intervenções buscaram atenuar o problema, tendo em vista que o arroio que corria em direção ao norte, hoje é todo canalizado.

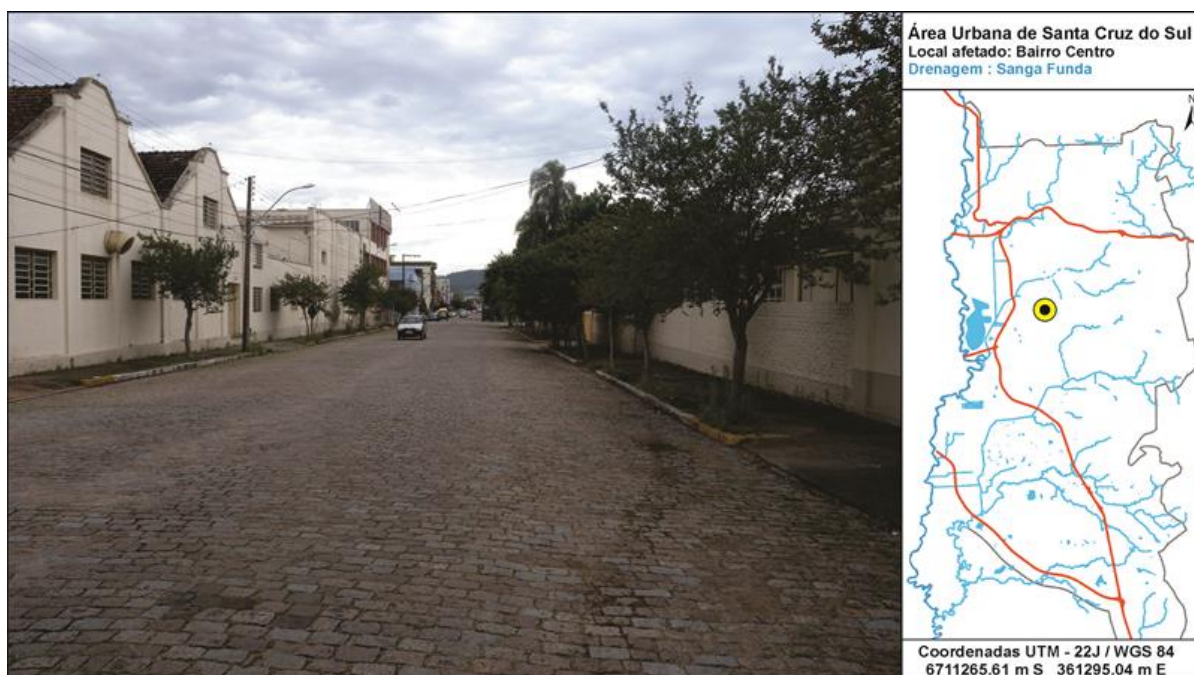


Figura 44 - Rua Assis Brasil em direção ao norte.
Fonte: Trabalho de campo 2013

Mais a sudeste da Rua Assis Brasil, temos algumas áreas de risco médio no bairro Bonfim, onde o arroio Moinho apresenta moradias muito próximas ao seu leito, registrando-se da mesma forma, diferentes níveis de intervenção, alguns trechos canalizados e outros retilíneos. Apresentam uma menor magnitude e poder de dano que os arroios mais ao norte. A Figura 45 mostra essas áreas de risco baixo e médio associadas à dinâmica fluvial.

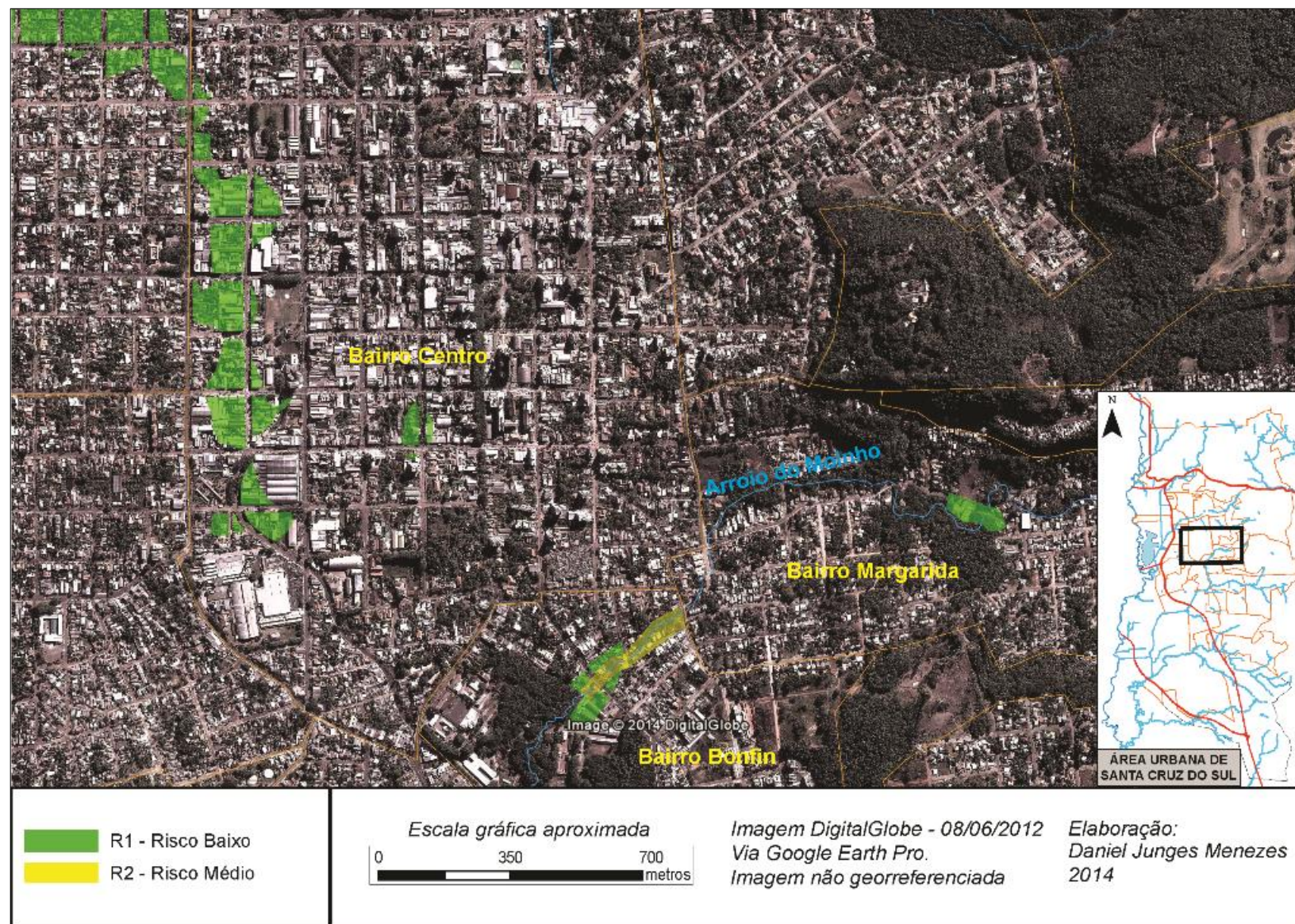


Figura 45 - Áreas que registram risco médio e baixo mais ao leste da área urbana de Santa Cruz do Sul

O arroio Moinho, por sua vez, deságua no arroio Das Pedras cujas nascentes estão a sudeste da área urbana, sendo este a drenagem associada às áreas de risco de inundação no bairro Arroio Grande. Esta porção é caracterizada pelo número de drenagens intermitentes e de pequeno porte que são tributárias do arroio Das Pedras, o que explica as significativas intervenções em alguns de seus trechos, onde se deram com o intuito de minimizar as inundações ou simplesmente propiciar a construção de lotes. De maneira geral, estas intervenções mitigaram o problema nas áreas que estão adjuntas ao curso d'água, sendo que em outros trechos, principalmente, a jusante, os efeitos não foram benéficos, ao passo que a velocidade de fluxo aumentou significativamente e o volume a ser dissipado à jusante potencializou às áreas inundáveis que se estabelecem na confluência do arroio Das Pedras com seu afluente arroio Santo Antônio que vem da direção sudeste e do arroio Moinho, que por estar bastante antropizado, também despeja uma grande quantidade de água nesta área, como pode ser visto na Figura 46.



Figura 46 - Áreas que registram risco médio no bairro arroio grande.
Fonte: Portal Gaz, 21.11.2013.

Seus efeitos estão relacionados, principalmente, às vias, embora, maiores índices pluviométricos possam afetar algumas residências, sendo fragmentado em áreas de risco médio e risco baixo (Figura 47) em função da distância das moradias em relação à drenagem e ainda a vulnerabilidade, expressa pela presença de intervenção estrutural.

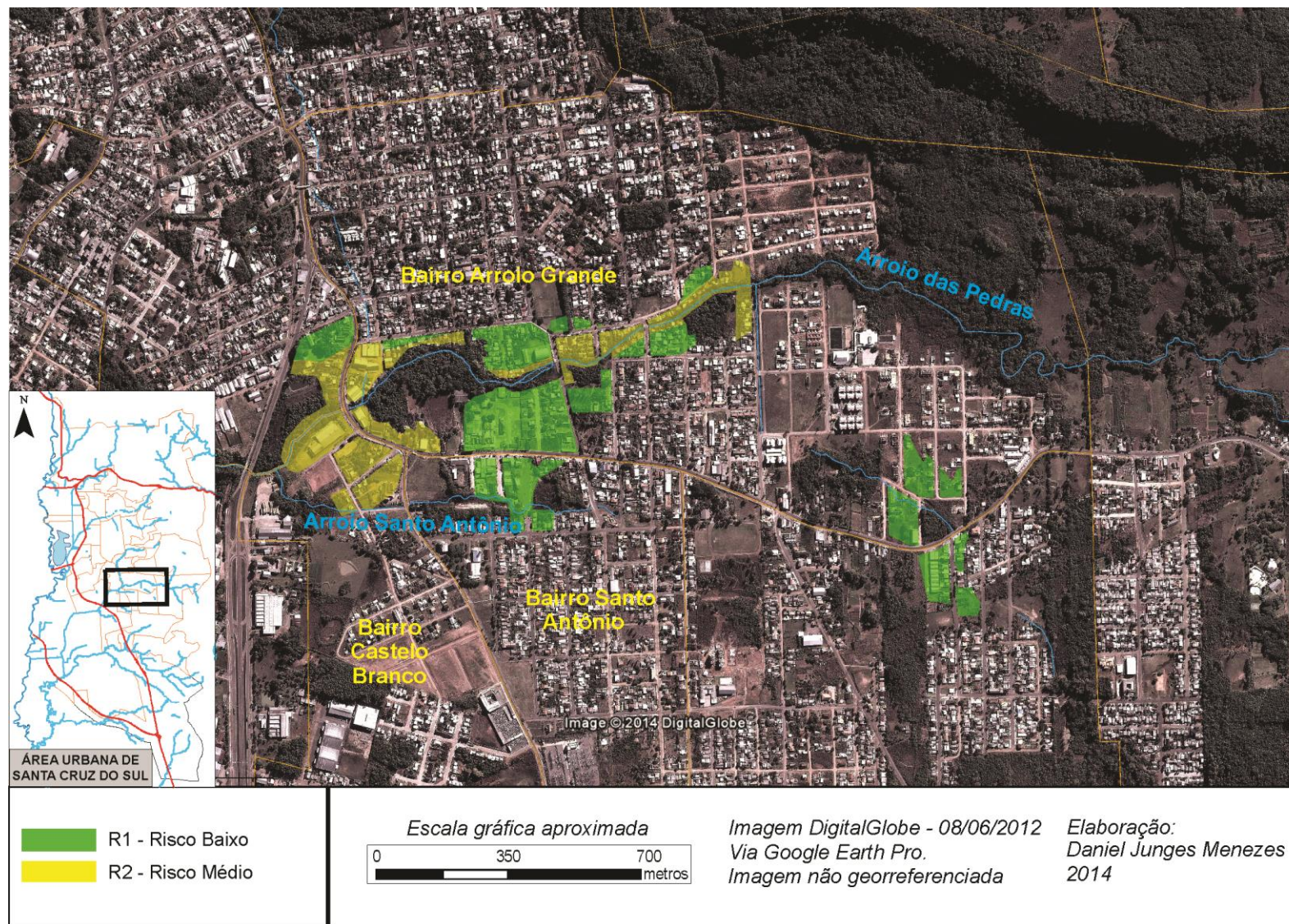


Figura 47 - O bairro Arroio grande apresenta áreas de risco médio e alto de inundações

As áreas até então descritas apresentam como característica a ausência do risco muito alto, tendo em vista que os elementos que condicionam o risco muito alto estão associados às parcelas mais vulneráveis do espaço urbano, cuja estrutura urbana e condicionantes remetem à população um poder de intervenção muito pequeno diante os danos causados pelas inundações, o que não figura nos bairros citados acima. Tão pouco foram presentes até aqui, as áreas de alto risco de inundação, os quais se encontram associadas a áreas cuja ocupação se deu tardiamente, de forma rápida, em parte, nos loteamentos populares ou nas áreas da cidade não formal. Estando espacialmente mais concentradas nas porções sul e sudoeste da cidade, estas áreas planas da área urbana figuraram um atrativo e possibilidade interessante, tanto para as populações segregadas quanto para os agentes imobiliários e construtoras, o que condicionou o risco nesta parte da cidade.

Na porção mais ao sul da área urbana, encontramos como bairros atrelados a presença de inundações os bairros Rauber e Progresso, sendo que no primeiro encontram-se áreas de risco alto e muito alto, onde o arroio Levis Pedroso causa danos a residências com baixo padrão construtivo (Figura 48)



Figura 48 - Áreas que registram risco alto no bairro Rauber
Fonte: Trabalho de campo 2013.

Neste bairro que estão associadas entre outros elementos, a posição junto à margem erosiva deste trecho do arroio, algumas intervenções mal dimensionadas

buscando o escoamento de águas pluviais ou água servida, potencializam o perigo, além da retenção de água em outras porções rebaixadas. As áreas de risco médio estão associadas a uma maior distância em relação à drenagem e consequente menor recorrência.

No bairro Progresso encontra-se uma significativa área afetada por inundações pelo arroio Levis Pedroso. Encontram-se, nestas áreas, residências onde o perigo é alto, tal como o “Beco do Cleber”, marcado pela severidade do evento devido à velocidade e energia do fluxo, causando danos às habitações, tal como no ano de 2013, onde destruiu uma residência (Figura 49)



Figura 49 - No bairro Progresso, residências foram danificadas após chuvas intensas.
Fonte: Portal Gaz, 21/11/13

Na margem esquerda do mesmo arroio, também no bairro Progresso, o Loteamento Eucaliptos, figura-se como uma das áreas mais recorrentes, quanto a inundações na área urbana. No mês de novembro de 2013, grande parte das habitações foram atingidas pelas águas do arroio que cruza o loteamento, conforme mostra a Figura 50. Sendo assim, o perigo nesta área, se da proporcionalmente a distancia da drenagem, sendo significativas as áreas apontadas como perigo alto. A vulnerabilidade desta área é considerada média, tendo em vista que as residências apresentam padrão construtivo médio, e tem buscado alternativas individuais para minimizar danos.



Figura 50 - No bairro Progresso, inundação atinge loteamento Eucaliptos.
Fonte: Portal Gaz, 21/11/13.

Nesta  rea um elemento a ser considerado é a posição mais a montante em relação a uma confluência, que acrescenta uma maior severidade ao fluxo das  guas. São presentes ainda, nas vizinhanças do loteamento, algumas estruturas industriais, que apresentam risco baixo em função da baixa vulnerabilidade e maior distancia do canal. Ainda, na margem direita, algumas residências e infraestruturas, que são prejudicadas em função das inundações, como as pontes e as vias.

A distribuição espacial do risco, pode ser visualidade a partir da Figura 51, que mostra a hierarquização do risco nestes dois bairros, com maior detalhe, assim como a posição das áreas em relação às drenagens.

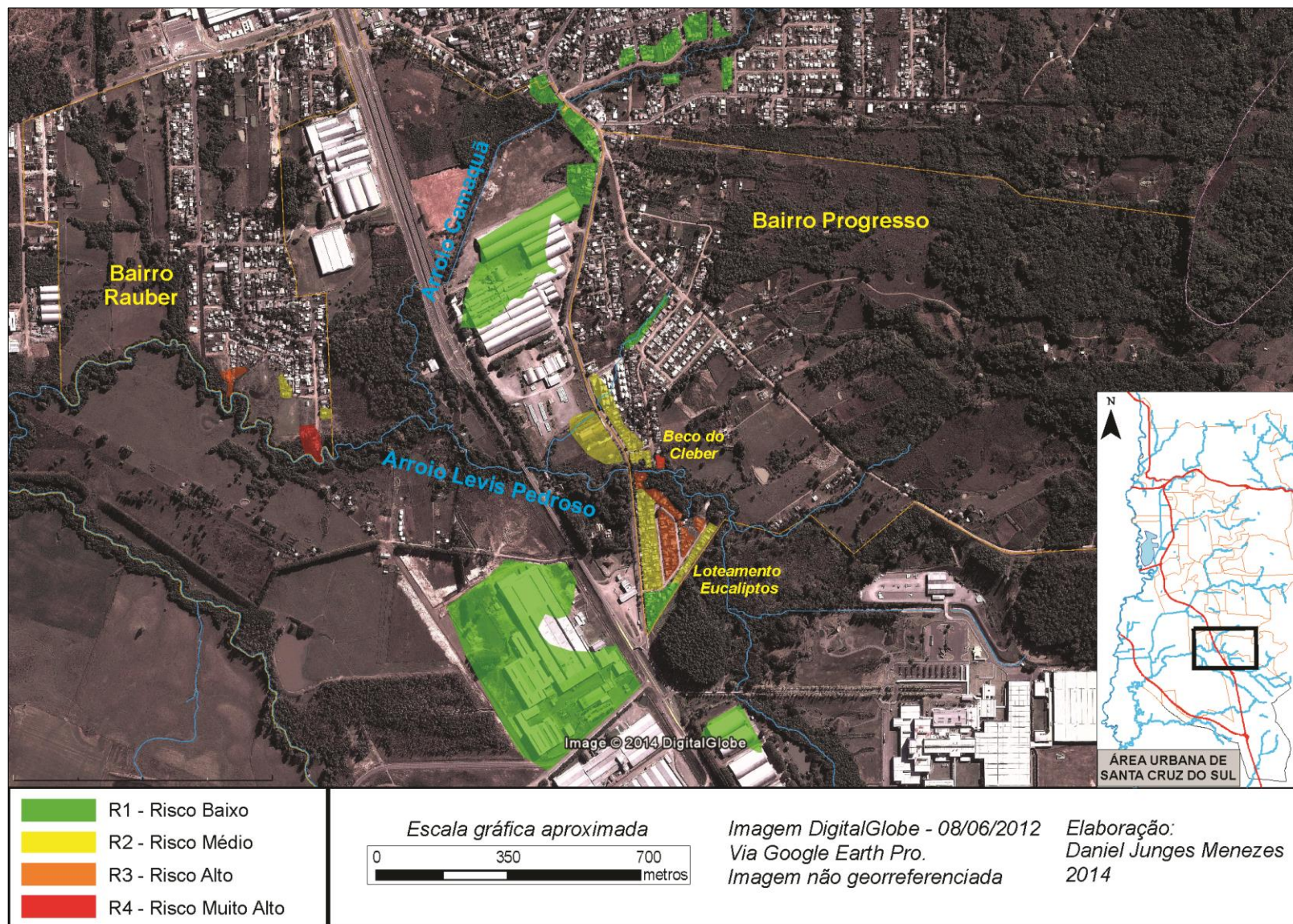


Figura 51 - Risco de inundação na porção sul da cidade.

Associados ao arroio Das Pedras, o bairro Santa Vitória apresenta uma extensa área mapeada sujeita a inundações, com risco variando em função da proximidade do canal, tendo em vista as características da drenagem, retelinizada e assoreada, e a forma como se estabelece a ocupação em direção à drenagem.

O perigo foi o elemento determinante para o risco, em função de que a vulnerabilidade quanto a inundações é minimizada em parte pela retelinização, embora exista o assoreamento, e residências de baixo a médio padrão. O perigo passa a ser caracterizado como alto no momento em que o arroio Das Pedras passa a receber um tributário, ao sul, que faz com que a capacidade de dano da drenagem aumente significativamente, sendo uma ameaça constante às moradias próximas em períodos de precipitação mais intensa, como mostra a Figura 52.



Figura 52 - Residências próximas ao arroio Das Pedras no Bairros Santa Vitória.
Fonte: Trabalho de campo 2013

Ainda associado ao arroio Das Pedras, o bairro Faxinal do Menino Deus, apresenta área mais distantes da drenagem e de perigo baixo, também sendo encontradas áreas menos adensadas e indústrias ao sul do bairro, onde o risco se estabelece médio e baixo, respectivamente.

Na porção mais sudoeste, seguindo o sentido jusante do arroio Das Pedras encontramos as maiores áreas classificadas como alto grau de risco. Associadas ao Loteamento Beckencamp, apresentam uma significativa área de alto perigo e nível

elevado de vulnerabilidade. O loteamento, estabelecido junto ao curso baixo do arroio, encontra-se em uma área extremamente sujeita a inundações, e cujas intervenções, presentes de maneira muito intensa ao seu alto curso, basicamente buscam o escoamento rápido da água. Quanto às habitações, são caracterizadas por moradias populares e, em direção ao sul, ocupações em sua grande maioria irregulares e estabelecidas a partir da autoconstrução, ocupam a faixa mais próxima da drenagem, conforme mostra a Figura 53.

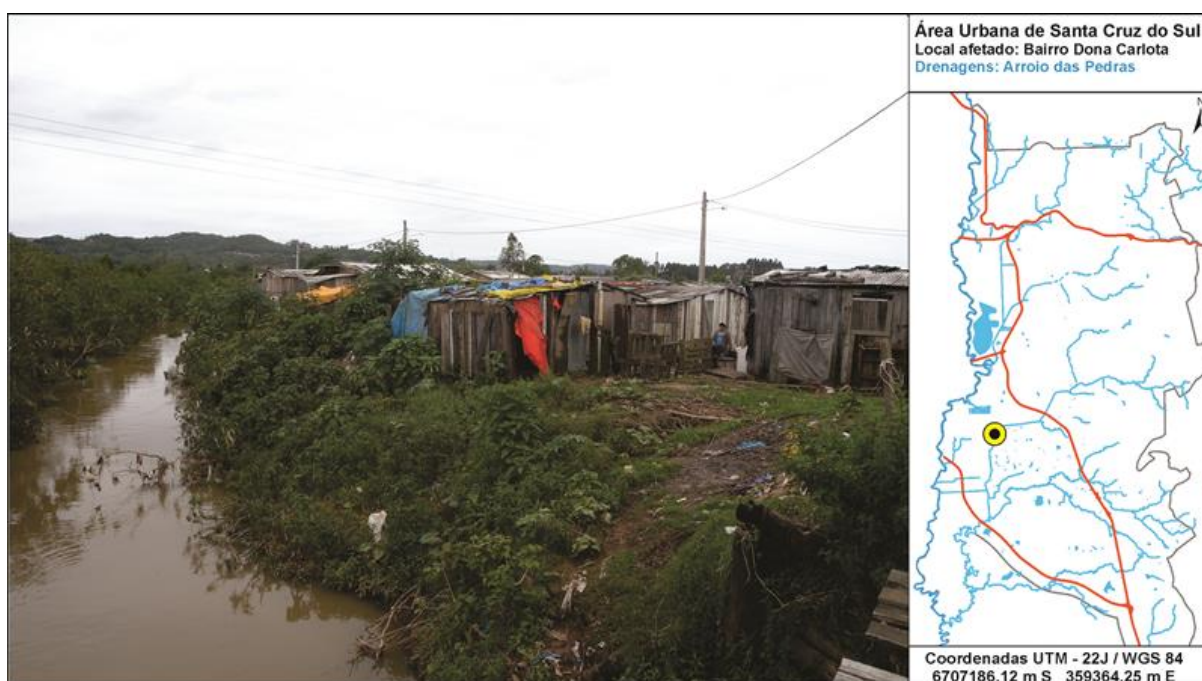


Figura 53 - Área de risco muito alto, Beckencamp
Fonte: Trabalho de campo 2013

A integração destes elementos caracteriza a distribuição espacial das áreas de risco nesta parcela do espaço urbano, onde se tem o perigo de inundações alto, e a população é mais vulnerável ao processo e, portanto, caracteriza-se um risco muito alto. A configuração e hierarquização das áreas de risco na porção sudoeste, pode ser observada em mais detalhes a partir da Figura 54.

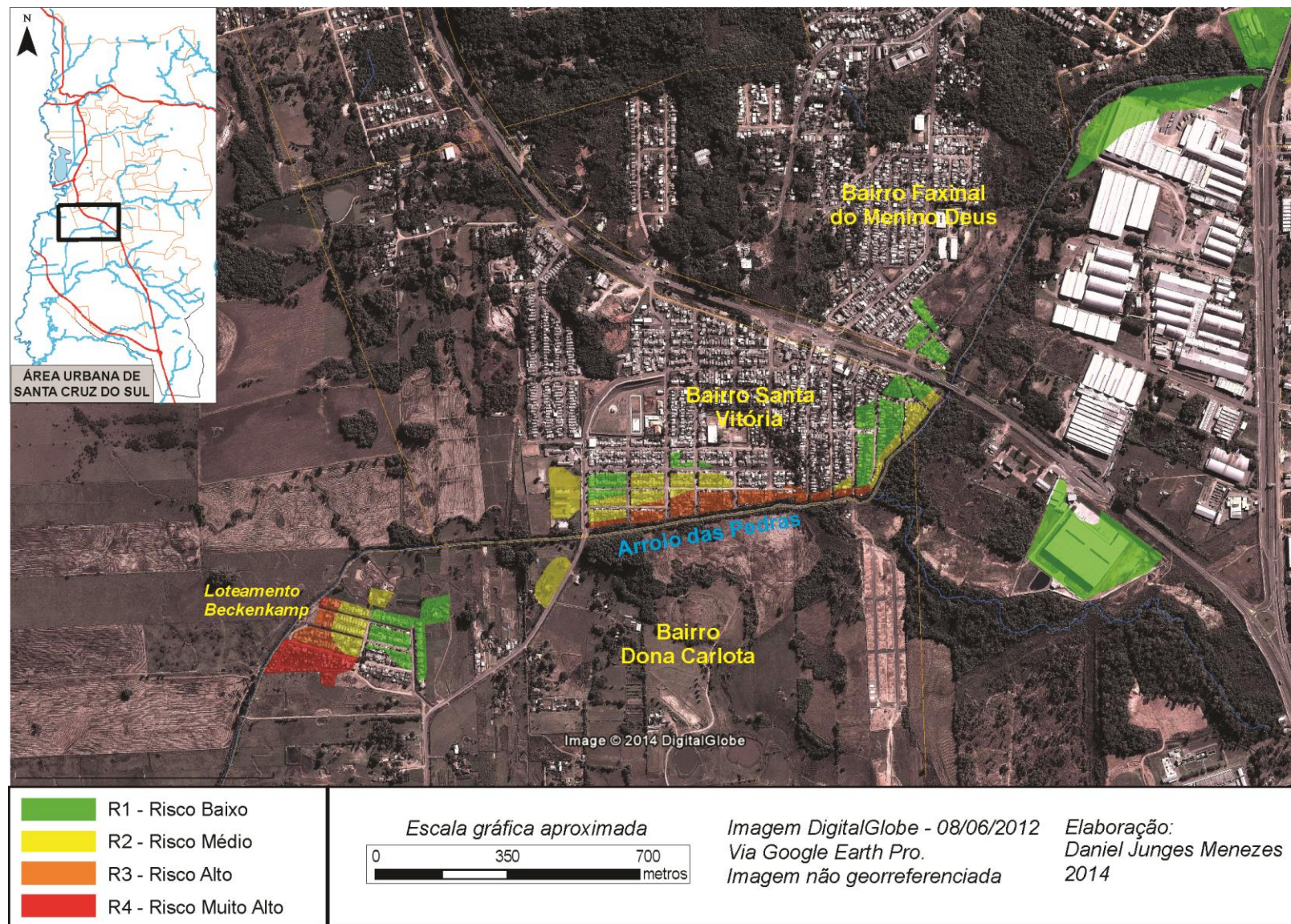


Figura 54 – Áreas de risco na porção sudoeste da área urbana.

Ainda sob o contexto das áreas de risco mais alto, temos na área próxima ao Lago Dourado e a margem da esquerda da BR 471 uma comunidade de ocupação irregular e composta por população de baixa renda, mais ao sul do bairro Várzea, localizada adjunta ao bairro Santuário, sendo conhecida como “travessa DAER” (Figura 55). Estando próximo ao arroio Preto já ao final de seu curso retificado, esta área constantemente é afetada por inundações.

Registrando eventos mais severos, não está obstante às intervenções dadas junto ao arroio Jucuri e tributários intermitentes ainda antes da BR 471, tendo-se em vista que o arroio Preto recebe as águas da porção central mais impermeabilizada e cujas drenagens são retilizadas. O ganho significativo de vazão que se dá em função das intervenções a montante faz com que a área da “travessa DAER” receba significativa quantidade de água. A presença do arroio Lajeado a montante, também soma a condição susceptível desta área, pois retificado com o intuito de promover a evacuação da água mais rapidamente do bairro Várzea, contribui significativamente com as inundações nesta área localizada à jusante.

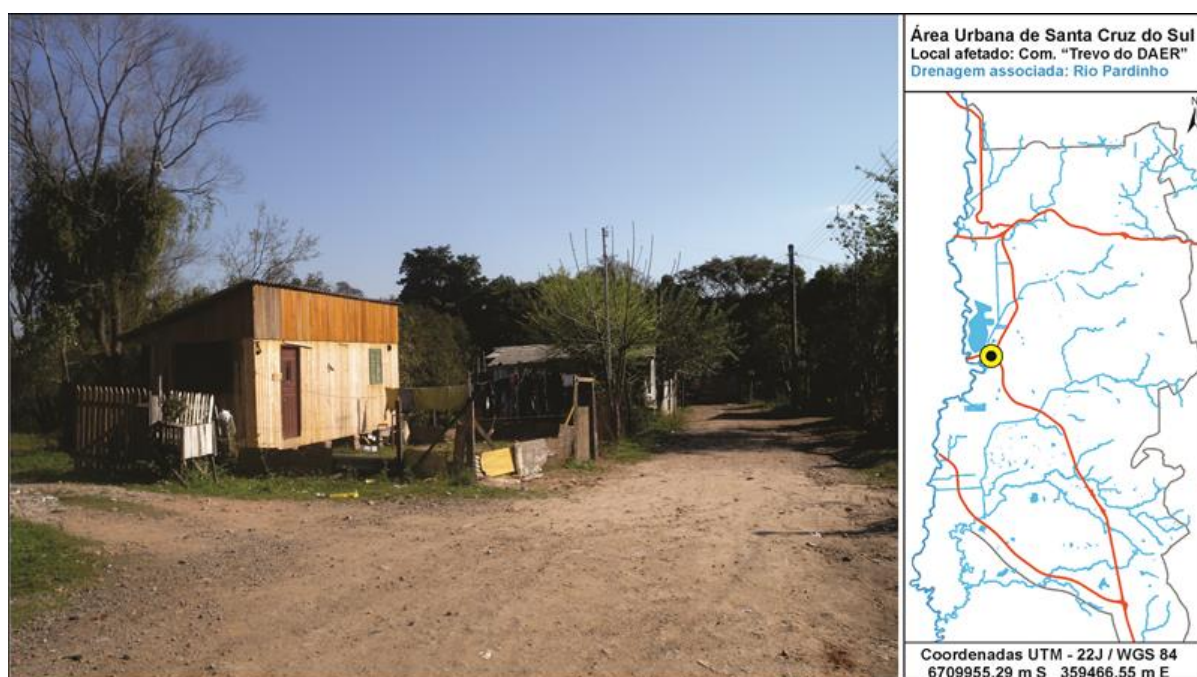


Figura 55 - Área afetada por inundações na comunidade “travessa DAER”.
Fonte: Trabalho de campo 2012.

A vulnerabilidade da área é considerada alta, como um todo, no entanto o risco se diferencia em função do perigo, na proximidade com o arroio Preto, conforme mostra a Figura 56.

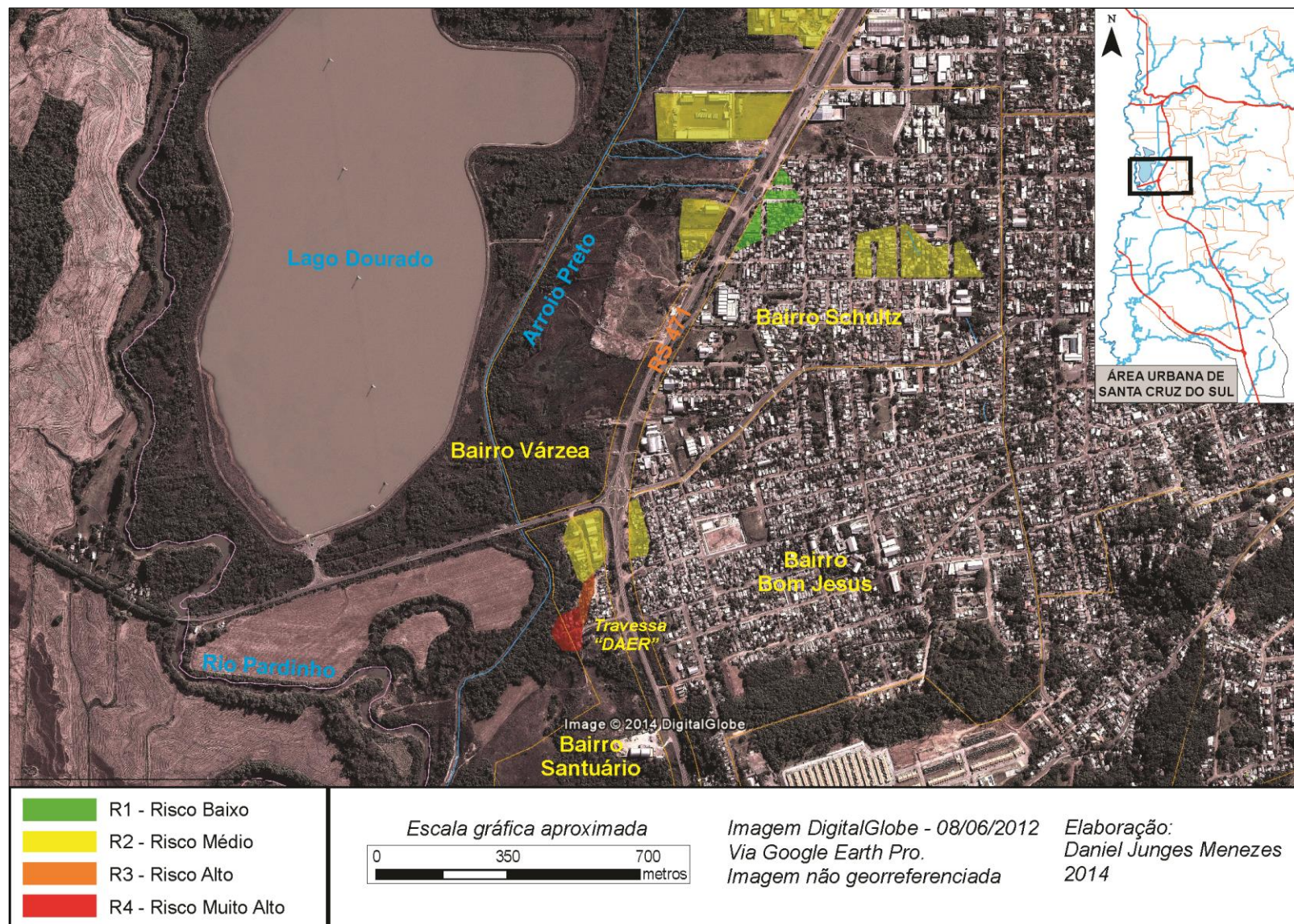


Figura 56 – Áreas de risco de inundação na parte oeste da área urbana.

Nesta mesma porção da área urbana, encontramos na outra lateral da rodovia, que da mesma forma que a “travessa DAER”, apresenta um significativo número de moradias, cuja vulnerabilidade é alta (Figura 57).

No entanto, em virtude de estarem alocada na parte leste da rodovia, as inundações do arroio Preto não atingem as residências, mas são observados alguns problemas associados à retenção de água de origem fluvial e pluvial no local, tendo em vista que fica em uma porção rebaixada. Todavia, a pouca resposta que essa comunidade apresenta ao processo, e falta de saneamento básico e padrão construtivo baixo, fazem com que o acúmulo de água junto às residências, remeta a danos mais representativos que nas porções centrais. Sendo mapeadas então, como áreas de risco médio.



Figura 57 – Área plana junto à rodovia, no lado leste.
Fonte: Trabalho de campo 2013.

Por fim, a forma como estão especializadas as áreas de risco remete a uma interação entre atributos físicos que as áreas susceptíveis a inundações apresentam e os condicionantes socioeconômicos de quem as ocupam, considerando-se ainda, que a leitura cronológica de como se deu o processo de configuração da área urbana de Santa Cruz do Sul permitiu observar que a ocupação de áreas junto às drenagens se deu de forma diferenciada.

Nas porções mais centrais da área urbana, caracterizadas pelos primeiros períodos do processo de urbanização, as intervenções junto às drenagens foram se dando na velocidade que a área urbana se expandia, e atreladas a medidas estruturais mais eficazes na minimização da frequência de inundações e favoráveis à ocupação das áreas próximas.

No entanto, o crescimento rápido do contingente populacional urbano e consequentes demandas por habitações e expansão da área urbana das últimas décadas, se deram sob um cenário marcado por áreas centrais valorizadas, dirigindo a expansão para áreas mais periféricas. Muitas destas áreas passaram a estabelecer loteamentos populares ou ainda ocupações irregulares e cujo avanço das habitações sobre áreas junto às drenagens não contou com os mesmos níveis de intervenção.

Desta forma, a espacialização das áreas de risco, como estabelecidas e hierarquizadas atualmente, marcam a materialização de processos que foram se construindo no decorrer do tempo. A observação mais detalhada destas áreas permite ressaltar elementos que as diferenciam hierarquicamente quanto ao risco, tendo em vista o perigo e a vulnerabilidade em cada porção do espaço urbano possibilitou uma melhor compreensão e análise do risco de inundação na área de urbana de Santa Cruz do Sul.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a análise das áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul, evidencia-se que as mesmas causam prejuízos de ordem social e econômica para o município e principalmente à população afetada pelos processos. Tal constatação demanda aos órgãos competentes a adoção de medidas que visem mitigar os prejuízos e perdas que estes eventos possam ocasionar, onde o levantamento destas questões deve instigar o poder público a tomar medidas que visem atenuar este panorama, como também promover a recuperação ou o melhor aproveitamento destas áreas e evitar que novas aglomerações de risco se formem.

A par dessa situação, para que as inundações não sejam sinônimas de catástrofe, torna-se necessário desenvolver estratégias, dentre as quais se destacam ações de prevenção e diminuição da vulnerabilidade. No gerenciamento das áreas onde o risco está consolidado, o monitoramento das áreas cartografadas como inseguras também é fundamental.

A atuação preventiva junto às áreas susceptíveis pode ser dada por meio do planejamento e estabelecendo-se estratégias que visem diminuir os contingentes em situações de risco, atuando através de políticas sociais que busquem o acesso a moradias ou ainda a recuperação de áreas degradadas. Essas ações dependem de uma estrutura política estabelecida através e, principalmente, do planejamento urbano e da gestão administrativa de cada município.

As instituições de ensino superior apresentam-se como alternativas viáveis para o desenvolvimento de conhecimento a respeito das áreas de risco, podendo contribuir nas mais variadas esferas, desde a identificação das áreas plausíveis da ocorrência dos processos ou afetadas, até o apontamento de algumas soluções para o problema.

A organização de um inventário de desastres e a espacialização destas informações permitiu verificar que os eventos associados à dinâmica fluvial são bastante significativos na área estudada. Pertinente a qualquer análise feita a partir deste levantamento, há de se considerar as diferentes metodologias, graus de detalhamento, entre outros elementos que compõem as fontes que permitiram o mesmo. Tal fato dificultou estabelecer e organizar tipologias e descrições mais precisas quanto a ocorrência destes eventos adversos associados à dinâmica fluvial,

ao passo que temos na mesma matriz de informações, algumas já reunidas e organizadas de fontes secundárias, já submetidas a um tratamento pelo pesquisador que a disponibiliza, ao mesmo tempo que temos órgãos oficiais (que obedecem a determinadas diretrizes, quanto ao registro de um evento, para que entre nos dados oficiais e ficando então, disponível para consulta) e ainda a imprensa, o qual o detalhamento e descrição dos eventos e das informações costumam ser muito variados e as vezes imprecisos.

Então, considera-se que o registro de eventos adversos deve ser maior que o aqui exposto, em função das condições anteriormente referidas e ainda em função da extensa série temporal que compõem o inventário. Todavia, esta condição não o torna menos funcional, principalmente se considerarmos os últimos registros, que expressam o panorama atual quanto à figuração de áreas de risco em Santa Cruz do Sul. Este marca algumas áreas com recorrência muito significativa em função de sua susceptibilidade, estando também muitos registros associadas ao processo de evolução e expansão do espaço urbano que foram discutidas anteriormente ou ainda a intervenções mais recentes, que potencializam e recondicionam o local e periodicidade que as drenagens extravasam o seu leito menor.

O reconhecimento das áreas susceptíveis a inundações figurou uma tarefa importante e considera-se que foi realizada de modo satisfatório, tendo em vista a escala de análise e metodologia proposta. Destaca-se também, que as áreas susceptíveis são bastante significativas na área de estudo, sendo que na mesma, a interferência antrópica tem de ser um elemento chave a ser considerado sob a perspectiva de novos recondicionamentos que algumas áreas possam apresentar e deve ser somada a análise do relevo.

Da mesma forma, as atividades realizadas em Santa Cruz do Sul apontaram um município ciente de muitos dos processos e cenários de risco estabelecidos em seu território, existindo um zoneamento de áreas susceptíveis a inundações em seu plano diretor atual. Caracteriza-se como um município com algumas medidas estruturais e marcante organização espacial. Todavia, estas características se distribuem de forma desigual e em diferentes níveis na área urbana e distribuem espacialmente os graus de perigo e vulnerabilidade.

As áreas de risco de inundação, conforme hierarquizadas, permitiram estabelecer que muitos dos problemas demandam à adoção de medidas estruturais,

tais como a remoção de famílias, a construção de diques de proteção ou ainda novas intervenções intensivas junto aos canais.

Nas áreas de risco alto, a vulnerabilidade da população figurou como um elemento marcante, sob o aspecto do pouco ordenamento do espaço mitigação dos processos, sendo que nestas áreas a realocação de famílias pode ser necessária, estabelecendo-se estudos mais detalhados e tendo em vista que o município tem buscado a implantação de moradias populares.

Nas áreas de risco alto e médio, devem ser considerados os diferentes graus de perigo que as diferenciam, principalmente. Há de se buscar mitigar ao máximo os danos causados nas primeiras, estabelecer estratégias que atenuem o risco na segunda categoria e buscar alternativas que visem a diminuição da vulnerabilidade quanto a inundações em ambas, que passam por medidas estruturais e também junto a população que habitam estas áreas.

Nas áreas assinaladas como baixo grau de risco de inundação, conforme a metodologia proposta deve-se considerar medidas preventivas e de planejamento para as áreas onde não há registros significativos e para as áreas que passaram a caracterizar problemas, a adoção de medidas estruturais, como a readequação de obras, e outras mais amplas, que passam ao planejamento de novas edificações, ou adaptação das já presentes em relação a melhorias quanto ao gerenciamento das águas pluviais e fluviais, o que pode minimizar significativamente os danos.

O bom emprego do presente trabalho e material gerado ao seu desenvolvimento serão possíveis pelos órgãos públicos que busquem subsídios na gestão das inundações em Santa Cruz do Sul, buscando-se adaptações, se necessário, para o seu aproveitamento futuro.

A intervenção antrópica nas drenagens permite e exige compilações de uma série de elementos referentes às particularidades das áreas afetadas, fundamentais para se estabelecer um zoneamento, e isto deve se considerado no momento de se estabelecer roteiros metodológicos que busquem aprofundar a presente pesquisa. Da mesma forma, todas as mudanças que ocorrem no espaço urbano e em curto de espaço de tempo, também devem ser consideradas em possíveis atualizações das informações aqui expostas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R do; RIBEIRO, R. R: Inundação e Enchentes. In TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-52

BERTÊ, A. M. A. Problemas ambientais no Rio Grande do Sul. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. P 71- 83.

BERTONE, P.; MARINHO, C. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento. In: **VI Congresso Consad – Trabalhos Apresentados**. Centro de Convenções Ulysses Guimarães. Brasília/DF. 16, 17 e 18 de abril de 2013. 24 p.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In. **Geomorfologia Urbana**. Org.: GUERRA, A. J. T. Editora Bertrand, Rio de Janeiro, 2004. 71 – 115 p.

BRASIL. **Lei 12.608, de 12 de abril de 2012**, disponível em <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 27 de maio, 2013.

_____. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Org.: MACEDO, E. S. de; OGURA, A. T. – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007, 176 p.

_____. Ministério Das Cidades. **Treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações**. Ministério das Cidades: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Apostila de treinamento, 73p. 2004. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br>

_____. Ministério da Integração Nacional / Secretaria Nacional de Defesa Civil / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012 / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres**. CENAD, Brasília, 2012. 84 p.

_____. Ministério Da Integração Nacional. Secretaria Nacional De Defesa Civil. Universidade Federal De Santa Catarina. Centro Universitário De Estudos E Pesquisas Sobre Desastres. **Comunicação de riscos e de desastres. Curso a distância** / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED, 2010. 183 p.

BROLLO, M.J. (Org.). **O Instituto Geológico na Prevenção de Desastres Naturais**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 100 p. : il. color. ; 28 cm. ISBN978-85-87235-08-4. Disponível em http://www.igeologico.sp.gov.br/ps_down_outros.asp

CARVALHO, J. C.; Gestão de riscos em encostas: implicações geotécnicas da ocupação e uso do solo e sua relação com a educação ambiental, com as limitações das normas técnicas e com a falta de efetividade das normas administrativas e jurídicas. In: LACERDA, W. A.; PALMEIRA, Ê. M. ; NETTO, A. L. C.; EHRLICH. M. (Org.). **Desastres Naturais: susceptibilidade e riscos, mitigação e prevenção, gestão e ações emergenciais**. 1/1ed .Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2012, v. 1, p. 179-188.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p.

CASTRO, A. L. C. de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

_____, A. L. C. de. **Glossário de defesa civil, estudo de riscos e medicina de desastres**. 2. Ed. Brasília: Ministério do Planejamento e orçamento, 1998

CERRI, L. E. da S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes**. 1993. 197 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1993.

CORREIA et al., 1999^a CORREIA , F.N.; SARAIVA, M.G.; SILVA, F.N.; RAMOS. I. Floodplain management in urban developing areas part I: urban growth scenarios and land-use controls **Water Resources Management**, 13 (1) (1999), pp. 1–22

COUTINHO, R. Q.; BANDEIRA, A. P. N. Processos de Instabilização de Encostas e Avaliação do Grau de Risco: Estudo de Casos nas Cidades de Recife e Camaragibe. In: LACERDA, W. A.; PALMEIRA, Ê. M.; NETTO, A. L. C.; EHRLICH, M. (Org.). **Desastres Naturais: susceptibilidade e riscos, mitigação e prevenção, gestão e ações emergenciais**. 1/1ed. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2012, v. 1, p. 41-61.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/>>.

DEFESA CIVIL DE SANTA CRUZ DO SUL. Disponível em: <http://defesacivilsantacruz.blogspot.com.br>.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <http://www.defesacivil.rs.gov.br/>.

DIÁRIO REGIONAL. Santa Cruz do Sul, 18 set. 2012. Disponível em: <http://www.diarioregionalrs.com.br>

EM-DAT: The OFDA/CRED **International Disaster Database** Université Catholique de Louvain, Brussels (Belgium); Disponível em: www.emdat.be.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. **Resumo Estatístico**. Disponível em: <http://www.fee.tche.br>

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R. A. T; *et al.* Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelos de previsão de áreas suscetíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, UGB, 2001. Vol.2, Nº 1. p 51-71.

FIGUEIREDO, A. P. S. Determinação da mancha de inundação do município de Itajubá na enchente de janeiro / 2000. In: **Anais... XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abri. 2003, INPE**, p. 1791 - 1794.

FREITAS C. M. et al; Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência - lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.17, n.6, p. 1577-1586. 2012

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos. **Ambiência**, Guarapuava, 2013. v.9, n.1, p.145-172.

GAZETA DO SUL, Santa Cruz do Sul, ANO 67, Nº 75. 25 Abr. 2011. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br>

_____, Santa Cruz do Sul, ANO 69, Nº 272, 11 Dez. 2013. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br>

_____, Santa Cruz do Sul, ANO 65, Nº 293, 05 Jan. 2010. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br>

_____, Santa Cruz do Sul, ANO 69, Nº 287, 30 Dez. 2013. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br>

GONÇALVES, C. W. P. 1995. Formação Sócio Espacial e a Questão Ambiental no Brasil. In: BECKER, B.; CHRISTOFOLETTI, A.; GEIGER, P. (org.), **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro, Hucitec, 1995, p. 309-333.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico de Santa Cruz do Sul - RS**. Disponível em: [biblioteca. ibge.gov.br/visualizacao/.../riograndedosul/santacruzdosul.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/.../riograndedosul/santacruzdosul.pdf). Acesso em 19 de março de 2012

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 15 de março de 2012.

_____. **Mapas temáticos do Projeto RADAMBRASIL do Rio Grande do Sul na escala 1:250.000**. IBGE/SAA-RS, Florianópolis, CD-ROM (Convênio entre IBGE e Secretaria da Agricultura e Abastecimento do RS). 2003

_____. **Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul na escala 1:250.000**. IBGE/SAA-RS, Florianópolis, CD-ROM (Convênio entre IBGE e Secretaria da Agricultura e Abastecimento do RS). 2002

JULIÃO, R.P. ET AL. **Guia Metodológico para Produção de Cartografia Municipal de Risco e para Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base Municipal**. Porto/Portugal: Autoridade Nacional de Proteção Civil. 2009

KOBIYAMA, M. (org.). **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

LARA, R. **Planejamento urbano dos estabelecimentos assistenciais de saúde pública através da acessibilidade e mobilidade urbana: estudo da configuração espacial de Santa Cruz do Sul, cidade polo-regional sul rio-grandense. Dissertação**. (Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional). UNISC. Santa Cruz do Sul, 2007.

LIMA, L. M. M. De. (2010). **Mapeamento da suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre - RS. Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LISTO, F. de L. R. ; CARVALHO, B. V. Mapping of risk and susceptibility of shallow-landslide in the city of São Paulo, Brazil, **Geomorphology** (2012), doi:10.1016/j.geomorph.2012.01.010

MACÍAS, J. D. (org.). **Desastres naturales. Aspectos sociales para suprevención y tratamiento en México**. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México, 1996, 293 p.

MARCELINO, E.V. Desastres Naturais e Geoteconologias: Conceitos básicos. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Santa Maria, 2007. 20 p.

MATTEDI, A.; BUTZKE, I. A Relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Revista Ambiente & Sociedade**. Ano IV, N.9, 2001, p. 1-22.

MENEZES, D. J. ; SCOTTI, A. A. V.; Inventário de registro de inundações no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2010. In: ROBAINA, L. E. de S. ; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria, 2013. 163 - 179 p.

MORI, K. ; PERRINGS, C. Optimal management of the flood risks of floodplain development. **Science Of The Total Environment**, 2012, Vol.431, p.109-121

MOURA-FUJIMOTO, N. S. V. Urbanização brasileira e a qualidade ambiental. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. **Ambiente e lugar no urbano: A grande Porto Alegre**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2000. 239 p.

NOGUEIRA, F.R. **Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal**. 2002. 256f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2002.

OFDA/CRED - The Office of Us Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters –Université Chatholique de Louvain - **Anual Disaster Statistical Review 2008** - The numbers and trends, Brussels, Belgium, 2009. Disponível em: www.emdat.be/Documents/Publications/ADSR_2008.pdf.

OLIVEIRA, E. L. A.; ROBAINA, L. E. S.; Bases conceituais para o estudo de áreas de risco em ambientes urbanos. In: ROBAINA, L. E. de S. ; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria, 2013. 21 - 35 p.

OLIVEIRA, G. G. **Modelos para previsão, espacialização e análise das áreas inundáveis na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, RS. Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010. 149 p.

PARKER, D. Floodplain development policy in England and Wales. **Applied Geography**, 1995, Vol.15 (4), pp.341-363

PINHEIRO, R. J. B.; NUMMER, A. V. Dinâmica de encosta: movimentos de massa. In: ROBAINA, L. E. de S. ; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria, 2013. 67 - 96 p.

PORTAL GAZ, Gazeta Grupo de Comunicações. Disponível em: <http://www.gaz.com.br>.

RAMÍREZ, P. E et al: “Metodología para crear mapas de peligros naturales em Guipúzcoa utilizando SIG”, **GeoFocus (Artículos)**, nº 5, p. 250-267. 2005

RECKZIEGEL, B. W. (2007). **Levantamento dos Desastres desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005. Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RIGHI, E. (2011). **Risco a inundação em médio curso do Rio Uruguai: um estudo de caso nos municípios de Porto Lucena e São Borja** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ROBAINA, L. E. de S. ; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria, 2013. 496 p.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. Tese** (Doutorado em Geografia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ROSSATO, R. (1993). Cidades Brasileiras: A urbanização Patológica. **Ciência & Ambiente**, IV (7), p 23-32.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - SEMA. **Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

SEPLAG. Secretária de Planejamento e Gestão do Rio Grande do Sul. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.seplag.rs.gov.br/atlas>>. Acesso em: fevereiro de 2013.

SILVEIRA, R. L. L. da; Mercado imobiliário, redes de crescimento e práticas espaciais na (re)produção da cidade de Santa Cruz do Sul – RS: **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina** – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo.

_____, R. L. L. da; **Cidade, corporação e periferia urbana: acumulação de capital e segregação espacial na (re)produção do espaço urbano**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

TOMINAGA, L. K. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos**: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 220 p. Tese de Doutorado (Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, letras e Ciências Humanas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TOMINAGA, L. K. ; SANTORO, J. ; AMARAL, R. (org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRENTIN, R.; BAZZAN, T.; O uso de geotecnologias para análise de áreas de risco e desastres naturais. In ROBAINA, L. E. de S. ; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria, 2013. 131 - 148 p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco, 2005.

UN/ISDR. **Terminologia sobre reduccion del riesgo de desastres**. Ginebra, Suiza: UN, 2009.

VALENCIO, N., “Da ‘área de risco’ ao abrigo temporário: uma análise dos conflitos subjacentes a uma territorialidade precária”. In: VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V.; GONÇALVES, J. C. (Org.). **Sociologia dos desastres – construção, interfaces e perspectivas no Brasil**: São Carlos: RiMa Editora, 2009. 34 - 47p.

VALENCIO, N.; SORIANO, É., “Riscos, incertezas e desastres associados às barragens: os riscos referentes à Itaipu binacional”. In: VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V.; GONÇALVES, J. C. (Org.). **Sociologia dos desastres – construção, interfaces e perspectivas no Brasil**: São Carlos: RiMa Editora, 2009. 146 - 159 p. il.

VALENTE, O. F. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. **Revista Minha Cidade**, Ano 10, ago. 2009.

VEYRET, Y. **Os Riscos**: O homem como agressor e vítima do Meio Ambiente. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

WINK, R. **Santa Cruz do Sul e sua evolução urbana – 1855 a 2000. Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional). UNISC. Santa Cruz do Sul. 2000.

WOLLMANN, C. A. Gênese e tipologias climáticas das enchentes no rio grande do sul. In: ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria, 2013. 149 - 161 p.

ZERO HORA. Porto Alegre, 08 nov. 2009. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br>.

ZUQUETTE, L. V. et al. Considerações básicas sobre a elaboração de cartas de zoneamentos de probabilidade ou possibilidade de ocorrer eventos perigosos e de riscos associados. **Geociências**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 9-39, 1995.