

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

**ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A
INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA DE ITAQUI-RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Silene Raquel Saueressig

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA DE ITAQUI-RS

Silene Raquel Saueressig

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

Orientador: Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza Robaina

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências**

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

**ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÃO DA ÁREA
URBANA DE ITAQUI-RS**

elaborada por
Silene Raquel Saueressig

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Romario Trentin, Dr. (UFMS)

Laurindo Antonio Guasselli, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, 31 de agosto de 2012.

*Dedico a minha mãe
Erica Kobs.
A minha irmã
Jaqueline Regina Saueressig.
Ao meu esposo e companheiro
Thiago Ricardo Bender.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria pela possibilidade da realização do Mestrado em Geografia de qualidade e gratuito.

Ao professor e orientador Dr. Luis Eduardo de Sousa Robaina por seus ensinamentos e incentivo.

Aos colegas do Laboratório de Geologia Ambiental, em especial, a colega Eléia Righi. Pelo companheirismo no laboratório, trabalhos de campo e pesquisa de dados.

À Prefeitura Municipal de Itaqui que contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho. Também, aos munícipes Sr. Claiton Meyer, as irmãs Emeri e Emeli Flores, a Gisele Marques e, ao Sr. Walter Hugo Spohr.

À toda minha família, pela compreensão de minhas ausências e pela paciência diante dos meus momentos de ansiedade e saudades.

Aos queridos e estimados colegas e amigos que sempre estiveram presentes, tanto nos momentos de lazer, como nos momentos de discussões de trabalhos: Dalvana Brasil do Nascimento, Daniel Borini Alves, Diego de Almeida Prado, Felipe Correa dos Santos.

*A menor das coisas que tenha um sentido
vale mais na vida do que a maior das coisas sem ele.*

Carl Jung

RESUMO

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

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA DE ITAQUI-RS

AUTORA: SILENE RAQUEL SAUERESSIG

ORIENTADOR: LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de agosto de 2012.

Este trabalho tem por objetivo geral estabelecer o zoneamento das áreas de risco a inundação da área urbana do município de Itaqui-RS, localizado as margens do rio Uruguai na região oeste do RS. Para atingir este objetivo foi organizado um inventário sobre as inundações ocorridas entre os anos de 1980 a 2010; identificou-se a porção da área urbana suscetível à inundação determinando o grau de perigo e os diferentes graus de vulnerabilidade através das características das ocupações; finalmente, a partir da correlação entre o grau de perigo e vulnerabilidade, foi determinado o grau de risco das áreas afetadas. Os procedimentos metodológicos envolvem quatro etapas: fundamentação teórica e levantamento de dados; análise das condições naturais e sociais do desastre; elaboração dos mapas base do perigo e da vulnerabilidade e; análise dos resultados, zoneamento e elaboração do mapa de risco. Os materiais utilizados foram carta topográfica, imagens de satélite, GPS, dados hidrológicos e documentos. Os resultados possibilitaram estimar dois graus de perigo, um relacionado as inundações recorrentes que definiram as áreas de alto perigo, outro relacionado a inundação extraordinária de 1983, que delimitou a área de baixo perigo. A vulnerabilidade foi estabelecida em três graus a partir do padrão construtivo das residências e infraestrutura pública. Por fim, foi possível estimar quatro graus de risco a partir da correlação dos dados. Os resultados deste trabalho podem vir a auxiliar outros trabalhos de pesquisa e permitir propostas de planejamento e ordenamento da infraestrutura urbana de Itaqui.

Palavras-chave: Inundação, Área urbana, Zoneamento, Risco.

ABSTRACT

Masters dissertation
Post Graduate Program in Geography
Federal University of Santa Maria

ZONING THE URBAN AREA OF ITAQUI-RS WITH RISK OF FLOOD

AUTHOR: SILENE RAQUEL SAUERESSIG
SUPERVISOR: LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA
Santa Maria, 31 of august of 2012

The aim of this study is to establish the location of the urban areas with risk of flood in Itaqui/RS, located at the edges of the Uruguai River in Western RS. To achieve this goal a data base of flooding was organized with all the floods that occurred between the years 1980 to 2010. It was identified the part of the urban area susceptible to flooding by determining the level of hazard and the different aspects of vulnerability through the characteristic of occupations; finally from the correlation between the aspect of hazard and vulnerability, was determined the aspect of risk in the affected areas. The methodological procedures involved four steps: Theoretical base and data collection, analysis of natural and social conditions of the disaster, preparation of fundamental maps of hazard and vulnerability; and analysis of results, zoning and preparation of the risk map. The materials used were topographic map, satellite images, GPS, hydrological data and documents. With the results it was possible to estimate two levels of hazard, one related to recurrent floods that have defined areas of high hazard, and the other related to the extraordinary flood of 1983, which delimited the area of low hazard. The vulnerability has been established in three aspects from the constructive pattern of houses and public infrastructure. To sum up, it was possible to estimate four levels of risk from the correlation of the data. The results of this work may well help other research papers and allow planning proposals and planning urban infrastructure of Itaqui-RS.

Key words: Flood, Urban area, Zoning, Risk.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Itaqui – RS	14
Figura 2 – Organograma da organização do trabalho.....	16
Figura 3 - Organograma da organização esquemática do procedimento metodológico	41
Figura 4 - Organograma do levantamento de dados para análise das condições naturais sociais	42
Figura 5 – Provável evolução do traçado das ruas de Itaqui desde 1859	50
Figura 6 – Teatro Prezewoodowski	51
Figura 7 – Mercado Público de Itaqui, inaugurado em 1909	52
Figura 8 – Antiga estação férrea de Itaqui, Parque Fermino Fernandes.....	54
Figura 9 - Gráfico da população de Itaqui para o período de 1980 a 2010	55
Figura 10 – Zona Especial e Zona de Proteção da área urbana de Itaqui	58
Figura 11 – Região Hidrográfica do Uruguai	59
Figura 12 - Sub-bacias Hidrográficas do Rio Uruguai	60
Figura 13 - Mapa das unidades geomorfológicas da Região Hidrográfica do Uruguai.....	61
Figura 14 – Tipos de clima e sua distribuição no estado do RS.....	66
Figura 15 – Distribuição anual das inundações no período de 1980 a 2010	68
Figura 16 – Distribuição mensal das inundações no período de 1980 a 2010	68
Figura 17 – Gráfico das maiores inundações ocorrida em Itaqui no período de 1980 a 2010	70
Figura 18 – Barragens projetadas ao longo do perfil do rio Uruguai	72
Figura 19 – Inundação de novembro de 2008, Rua Independência com Saldanha da Gama	73
Figura 20 – Foto da régua linimétrica no Porto de Itaqui. Inundação de novembro de 2008 atingindo cota fluviométrica de 10,81m	74
Figura 21 – Foto da inundação de novembro de 2009, Rua Independência com Saldanha da Gama	74
Figura 22 – Área atingida pelas inundações recorrentes, Itaqui-RS.....	75
Figura 23 - Praça Marechal Deodoro, inundação de 1983.....	76
Figura 24 - Quadra do Presídio de Itaqui, inundação de 1983.....	77
Figura 25 - Bairro Vinte e Quatro de Maio, inundação de 1983	77
Figura 26 - Área atingida pela inundação extraordinária de 1983, Itaqui-RS	78
Figura 27 - Mapa da avaliação do grau de perigo para a área urbana de Itaqui-RS	80
Figura 28 - Bairros atingidos pelas inundações recorrentes, Itaqui-RS.....	82
Figura 29 - Rua Bento Gonçalves, Itaqui. Casa com baixo grau de vulnerabilidade	84
Figura 30 - Beco Domingos Lacroix com Rua Saldanha da Gama, Itaqui. Casas com médio grau de vulnerabilidade.....	84
Figura 31 - Rua Rafael Pinto Bandeira com Saldanha da Gama, Itaqui. Casas com médio grau de vulnerabilidade	85
Figura 32 - Rua Uruguaiana, Itaqui. Casas com alto grau de vulnerabilidade.....	86
Figura 33 – Bento Gonçalves, Itaqui. Casas com alto grau de vulnerabilidade	86
Figura 34 - Mapa da avaliação da vulnerabilidade, Itaqui-RS	87
Figura 35- Rua Rodrigues Lima, Itaqui. Casas volantes removidas em uma situação de inundação	88
Figura 36 - Casas volantes com alto grau de vulnerabilidade	89
Figura 37 - Mapa do zoneamento da área de risco a inundação de Itaqui-RS.....	91

Figura 38 - Foto da área urbana de Itaqui, inundação de 1983.....	92
Figura 39 - Mosaico de fotos das áreas de risco.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Classificação dos riscos segundo Augusto Filho, 1990.....	24
Quadro 02 - Classificação dos Riscos Ambientais	24
Quadro 03 - Algumas definições de inundação gradual	27
Quadro 04 - Algumas definições de inundação brusca	28
Quadro 05 - Alterações hidrológicas e geomorfológicas em diferentes setores de um rio represado	31
Quadro 06 - Quadro com alguns fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade	43
Quadro 07 - Estabelecimento do grau de risco	47
Quadro 08 - Síntese dos tipos climáticos para o RS	64
Quadro 09 - Inundações ocorridas em Itaqui para o período de 1980 a 2010	67
Quadro 10 - Relação de ocorrência do El Niño (em vermelho) para os últimos trinta anos	69
Quadro 11 - Barragens em funcionamento no Vale do Rio Uruguai	71
Quadro 12 - Relação dos bairros e população da área urbana de Itaqui-RS.....	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Utilização dos Termos e Conceitos Referentes ao Perigo, Vulnerabilidade e Risco	17
2.1.1 Perigo	18
2.1.2 Vulnerabilidade	19
2.1.3 Risco	21
2.1.3.1 Classificação Geral dos Riscos	23
2.2 Conceito e Classificação de Inundação	25
2.2.1 Conceito e Classificação dos Termos: Inundação, Enchente, Enxurrada e Alagamento	25
2.2.2 As Drenagens e o Meio Urbano	29
2.2.3 Relação entre Barragens, Controle das Inundações e os Impactos sobre os Cursos D'água	30
2.3 Gestão, Planejamento e Zoneamento	32
2.3.1 Zoneamento de Áreas de Risco a Inundação	34
2.3.2 Áreas de Risco e a Divisão do Espaço Urbano	35
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
3.1 Levantamento de Dados para a Caracterização da Área de Estudo	42
3.1.1 Dados e Material Cartográfico	43
3.2 Análise das Condições Naturais e Sociais do Desastre para a Determinação dos Diferentes Graus de Risco	44
3.2.1 Determinação do Grau de Perigo	44
3.2.2 Determinação da Vulnerabilidade	45
3.2.3 Determinação do Grau de Risco	47
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	48
4.1 Ambiente Social	48
4.1.1 Ocupação e Desenvolvimento de Itaquí	48
4.1.2 Plano Diretor	55
4.2 Ambiente Físico	58
4.2.1 Região Hidrográfica do Uruguai	59
4.2.2 Principais Características Geomorfológicas da Região Hidrográfica do Uruguai.....	60
4.2.3 Principais Características Climáticas da Região Hidrográfica do Uruguai ..	62

5 RESULTADOS	67
5.1 Análise dos Dados Levantados	67
5.1.1 As Barragens e os eventos de Inundação em Itaqui	71
5.2 Análise do Perigo	72
5.3 Análise da Vulnerabilidade	81
5.4 Zoneamento das áreas de Risco	89
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

1 INTRODUÇÃO

As inundações são responsáveis por um número elevado de perdas humanas e materiais todos os anos. De acordo com Santos (2007, p.10), “avalia-se que, no Brasil, os desastres naturais mais comuns são as enchentes, a seca, a erosão e os escorregamentos ou deslizamentos de terra”.

Consideradas como um fenômeno de natureza hidrometeorológica, as inundações fazem parte da dinâmica natural e ocorrem, principalmente, deflagradas por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, podendo ser intensificadas por ações antrópicas como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d’água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou ainda por assoreamento (IPT, 2007, p. 89).

As áreas de risco de enchente e inundação, no contexto urbano, são definidas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2007, p.96), como sendo os terrenos marginais a cursos d’água ocupados, em geral, por núcleos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto desses fenômenos. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos a integridade física, perdas materiais e patrimoniais.

Reckziegel (2007, p.110), em seu trabalho sobre Desastres Desencadeados por Eventos Naturais no Estado do Rio Grande do Sul, apontou para o período de 1980 a 2005 o registro de 1.258 ocorrências de desastres desencadeados por enchentes, sendo que foram homologados 571 decretos de Situação de Emergência e 42 de Estado de Calamidade Pública. As cidades mais atingidas por inundações na Região Hidrográfica do Uruguai foram Marcelino Ramos, Iraí, Porto Lucena, Porto Xavier, Alegrete, São Borja, Itaqui e Uruguaiana (Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai, 2006, p.51).

Localizado no Estado do Rio Grande do Sul o Município de Itaqui encontra-se as margens do Rio Uruguai, conforme mostra a figura 01. De acordo com dados levantados por Reckziegel (2007) e registros na Defesa Civil, ao longo de 30 anos o município de Itaqui registrou 28 notificações de desastres desencadeados por enchentes e 14 decretos de situação de emergência.

O município possui uma área de 3.404 Km² e, atualmente, conforme censo realizado pelo IBGE em 2010, uma população estimada em cerca de 38.166 habitantes, sendo que destes 33.301 pertencem a área urbana.

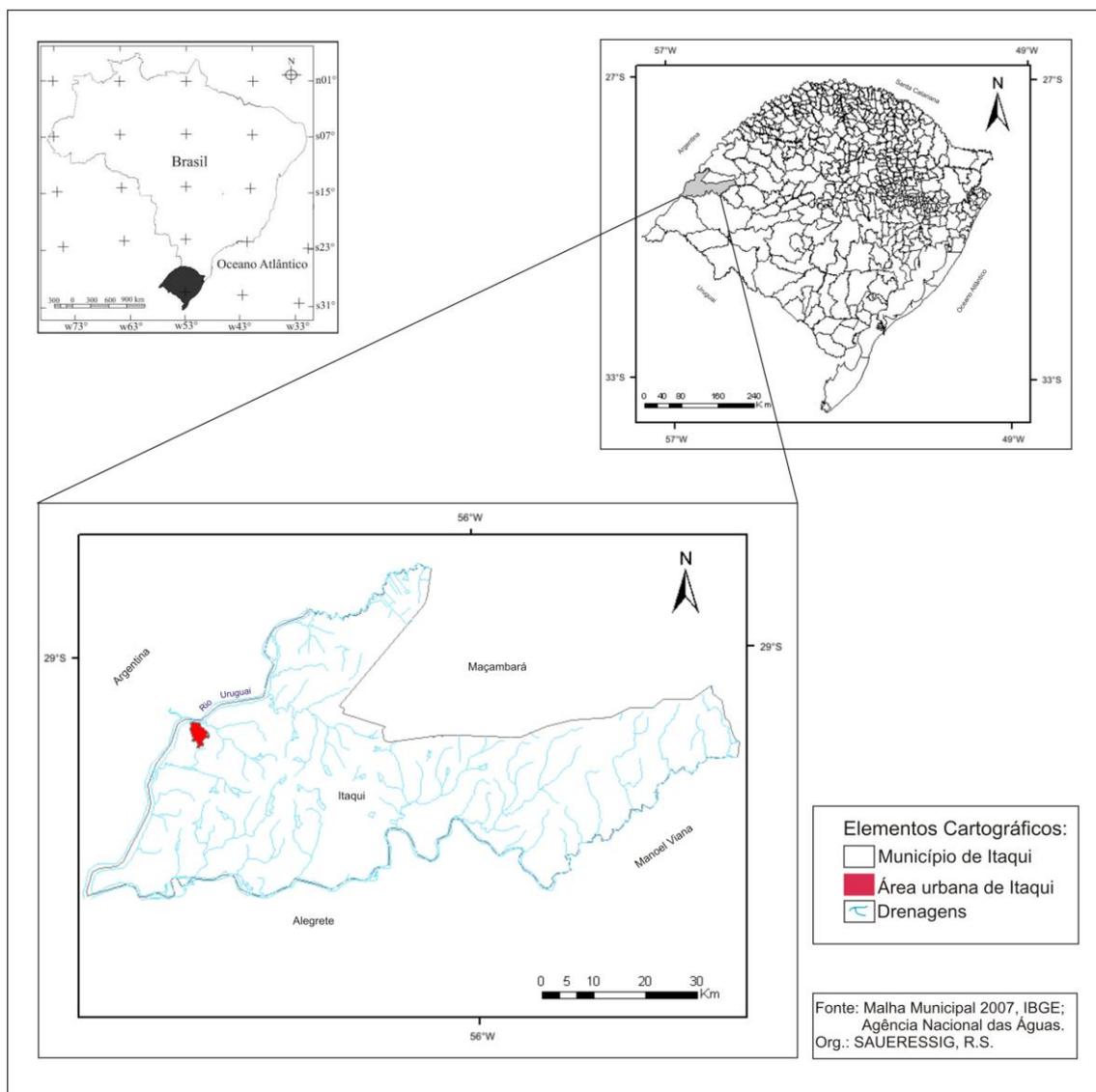


Figura 01: Mapa de localização do município de Itaqui – RS.
 Fonte: Malha Municipal 2007, IBGE; Agência Nacional de Águas.
 Org.: SAUERESSIG, S.R.

Conforme Tucci (1995, p.25), “não existe nenhum programa sistemático em qualquer nível para controle da ocupação das áreas de risco de inundação no Brasil. Há, apenas, poucas ações isoladas de alguns poucos profissionais”. Comumente, em função da precariedade estrutural da defesa civil, prefeituras e outras instituições, o atendimento as inundações somente é realizado depois de sua ocorrência. Porém, como Santos (2007, p.11) ressalta, “havendo

vontade política, haverá um gerenciamento apropriado, ou seja, que respeita a legislação, os planejamentos e planos ambientais existentes”.

A par dessas considerações, esta dissertação faz uma abordagem sobre os termos relevantes ao trabalho, assim como aos diferentes conceitos atribuídos a estes termos de acordo com o ponto de vista de diversos autores. A partir dessa reflexão buscamos estabelecer a base teórica que sustentará o desenvolvimento deste trabalho.

Assim sendo, o objetivo geral do trabalho consiste no zoneamento das áreas de risco a inundação da área urbana de Itaqui-RS. Para atingir esta proposta, definiu-se como objetivos específicos: a organização de um inventário sobre as inundações ocorridas em Itaqui entre os anos de 1980 a 2010; a identificação da porção de área urbana suscetível à inundação, caracterizando a área de perigo, com diferentes graus; determinação dos diferentes graus de vulnerabilidade das áreas atingidas através das características das ocupações e; a partir da correlação entre o grau de perigo e vulnerabilidade, estabelecer o grau de risco das áreas afetadas.

O trabalho está apresentado em sete partes. Na primeira parte que corresponde à introdução, apresenta-se o tema, a justificativa e os objetivos geral e específicos do trabalho; na segunda parte, fundamentação teórica, discorre-se sobre os principais termos e conceitos utilizados no trabalho; na terceira parte, os procedimentos metodológicos correspondem as etapas percorridas para o desenvolvimento do trabalho, o material utilizado e os critérios para a classificação dos diferentes graus de perigo, da vulnerabilidade e do risco; a quarta parte apresenta o município de Itaqui com seus aspectos físicos e de ocupação; os resultados correspondem à quinta parte do trabalho a qual está organizada de forma a apresentar a análise dos dados levantados para, só então, se estabelecer a determinação do zoneamento. Por fim, as considerações finais e as referencias utilizadas para o desenvolvimento do trabalho. O organograma da figura 02 apresenta, resumidamente, como o trabalho está organizado.

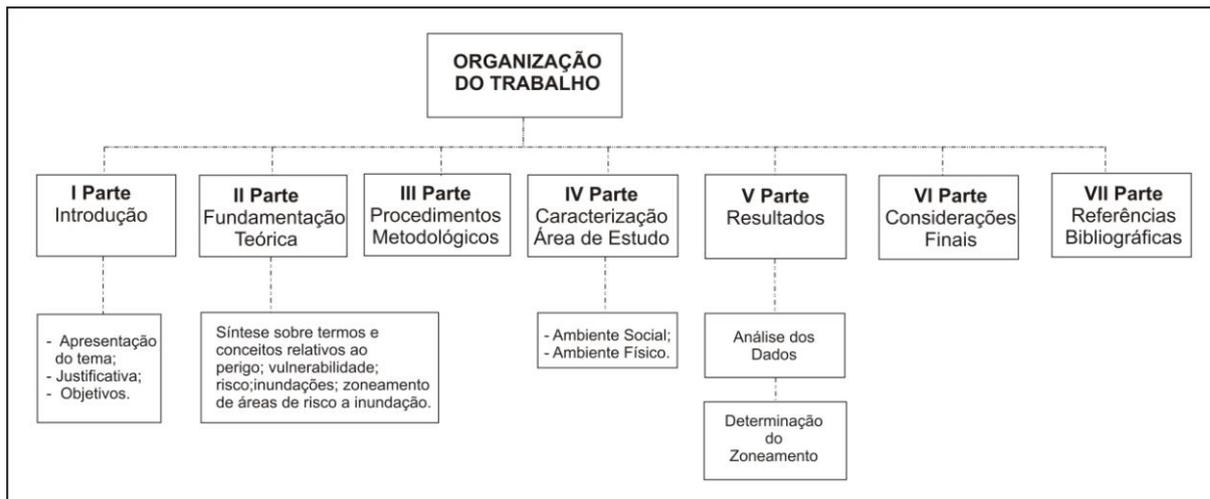


Figura 02: Organograma da organização do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa etapa abordaremos, em especial, os diferentes conceitos que irão fundamentar o desenvolvimento deste trabalho. Também, torna-se relevante uma reflexão sobre o processo de formação das áreas de risco.

2.1 Utilização dos Termos e Conceitos Referentes ao Perigo, Vulnerabilidade e Risco

A partir do entendimento de que o relevo está em constante movimento e transformação através de agentes internos e externos, podemos considerar fenômenos como deslizamentos, inundações, erosão, entre outros, como agentes transformadores naturais do relevo.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007), podemos considerar esses fenômenos como sendo um ‘evento’ quando constituir-se em um “fenômeno com características, dimensões e localização geográficas registrada no tempo, sem causar danos econômicos e/ou sociais”. A Defesa Civil, por vez, entende o termo evento como a “ocorrência de um acontecimento ou de um fenômeno aleatório” (CASTRO, 1999).

Quando o fenômeno apresentar potencial para causar uma consequência desagradável a uma comunidade ou a um grupo de pessoas ele é considerado um ‘evento adverso’, a partir do qual determina-se o ‘Perigo / *Hazard*’ (IPT, 2007). Para a Defesa Civil, o evento adverso significa a “ocorrência desfavorável, prejudicial ou imprópria de um fenômeno qualquer que venha causar um desastre” (CASTRO, 1999).

O ‘desastre’, por vez, constitui-se como sendo o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1999).

Os termos ‘perigo’, ‘vulnerabilidade’ e ‘risco’ são utilizados, muitas vezes, como sinônimos, contudo, no meio científico, esses termos não são

correspondentes e, podem apresentar variações significativas em seus conceitos, conforme o enfoque de cada autor.

2. 1.1 Perigo

O termo ‘perigo’ é utilizado por muitos autores como sendo a tradução de ‘*natural hazard*’. Mais recentemente, a Defesa Civil vem apresentando tendência a substituir o termo perigo por ‘ameaça’.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, considera o termo perigo como sinônimo do termo ‘*hazard*’, e entende este como sendo a “condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável” (IPT, 2007, p. 25).

O termo perigo ainda pode ser entendido, de acordo com Kobiyama, como uma tradução do termo inglês *hazard* ou como sinônimo do termo ameaça, corroborando, assim, com os autores citados acima. Por vez, o autor entende o conceito do termo perigo como:

Um fenômeno natural que ocorre em época e região conhecidas que podem causar sérios danos nas áreas sob impacto. Assim, perigos naturais (*natural hazard*) são processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera, podendo constituir um evento danoso e serem modificados pela atividade humana, tais como a degradação do ambiente e urbanização (KOBİYAMA, 2006, p.17).

Para Wisner et al. (2003, p. 49), o perigo ou *Hazard* se refere aos “eventos naturais que podem afetar diferentes locais isoladamente ou em combinações (costas, encostas, as falhas do terremoto, savanas, florestas tropicais, etc.) em tempos diferentes (estações do ano, hora do dia, com períodos de retorno de durações variadas)”.

Veyret (2007, p.24), utiliza o termo ‘*álea*’ como sendo o equivalente a *hazard*, conceitualmente, correspondendo a um acontecimento possível, podendo ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. A autora, ainda, considera perigo como termo utilizado, também, para definir as consequências objetivas de uma *álea* sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo.

Por vez, o glossário da Defesa Civil apresenta o termo ameaça, como sendo equivalente ao termo perigo, o qual:

Corresponde ao risco imediato de desastre. Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial. 2. 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 (Glossário Defesa Civil).

Também, Castro (2000) destaca que o perigo “implica a existência do homem que estima o que é um dano e o que não é” visto que nem sempre os fenômenos naturais causam prejuízos às comunidades, podendo, então, ser considerado apenas como um evento. Nesse sentido, Castro apresenta a definição adotada pelas Nações Unidas, a qual aponta que o perigo natural é “a probabilidade de ocorrência, em um determinado período, em uma determinada área, de um fenômeno natural potencialmente danoso” (NAÇÕES UNIDAS, 1984, p. 80, apud CASTRO, 2000).

Ainda, Lavell (1999, p3) considera que “a ideia de ameaça se refere à probabilidade de ocorrência de um evento físico prejudicial para a sociedade”. O autor também ressalta que se não existir uma disposição ou propensão de sofrer algum dano ao deparar-se a um evento físico qualquer, não há ameaça/perigo, apenas a ocorrência de um evento físico natural, sem repercussões para a sociedade.

2.1.2 Vulnerabilidade

Com relação ao termo ‘vulnerabilidade’, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2007, p. 26), entende que esse termo representa o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo”.

De acordo com o glossário da Defesa Civil, o termo vulnerabilidade é considerado como sendo a:

1. Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. 2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente. 3.

Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos. 4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança. (Glossário Defesa Civil).

Castro (1999), também salienta que com o desenvolvimento dos estudos epidemiológicos, ficou caracterizado que, na maioria das vezes, a intensidade dos desastres depende muito mais do grau de vulnerabilidade ou de insegurança intrínseca dos cenários e das comunidades em risco do que da magnitude dos eventos adversos.

Em outras palavras, Cardona (2001), considera a vulnerabilidade como sendo a “predisposição ou suscetibilidade física, econômica, social ou política que uma comunidade tem de ser afetada ou de sofrer danos em caso de um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antrópica”. Ainda, acrescenta que a vulnerabilidade está diretamente relacionada ao contexto social, a suas características materiais expostas a um fenômeno perigoso, vindo a determinar o grau de efeitos do fenômeno sobre determinada comunidade. Cardona (2001), também destaca que nos países em desenvolvimento a vulnerabilidade social é, na maioria das situações, a causa das condições de vulnerabilidade física, estando estes aspectos intimamente ligados aos aspectos culturais e ao nível de desenvolvimento das comunidades.

Lavell (1999, p. 7) entende que “a vulnerabilidade significa uma propensão de sofrer danos, e, ao mesmo tempo, uma medida das dificuldades enfrentadas por uma sociedade para se recuperar do dano sofrido”. O autor também ressalta que a vulnerabilidade, mesmo em seus vários contextos, é socialmente construída, expressando-se como resultado de processos sociais complexos, estando intimamente relacionados ao desenvolvimento histórico e atual da sociedade. Assim, no contexto urbano, “a vulnerabilidade está relacionada tanto com a estrutura, forma e função da cidade, como as características dos vários grupos que ocupam o espaço e os seus próprios estilos ou modos de vida” (LAVELL, 1999, p 7).

Wisner et al. (2003, p. 11), entende por vulnerabilidade “as características de uma pessoa ou grupo e sua situação que influenciam sua capacidade de antecipar, lidar com, resistir e se recuperar do impacto de um perigo natural

(um evento natural extremo ou processo)”. O autor também salienta que alguns grupos são mais propensos aos danos, perdas e sofrimentos mesmo em contexto de diferentes perigos, nesses estão incluídos as diferentes classes sociais, etnia, gênero, situação de imigrantes, entre outros.

Assim, ser vulnerável é estar fisicamente exposto a um evento adverso, do desconhecimento do perigo, de igual modo, não ter em vista os meios disponíveis para enfrentar a crise que pode sobrevir. De acordo com Veyret (2007, p.43), reduzir a vulnerabilidade não consiste em tentar reduzir a frequência do evento adverso, o que é, em certos casos, totalmente impossível, mas em diminuir os efeitos possíveis da crise por meio do conhecimento dos processos e pela instalação de dispositivos adequados.

2.1.3 Risco

O ‘risco’ pode ser entendido, de acordo com Kobiyama (2006, p.17), como a “probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo”.

Já Castro (2000) ressalta que as Nações Unidas entendem o risco como sendo o “grau de perda previsto devido a um fenômeno natural determinado e em função tanto do perigo natural como da vulnerabilidade” (NAÇÕES UNIDAS, 1984, p. 80, apud CASTRO, 2000).

O risco consiste em um conceito fundamental o qual supõe a existência de dois fatores: a ameaça/perigo e a vulnerabilidade. Desta forma, para Lavell, pode-se entender que o risco se faz na inter-relação ou interseção desses dois fatores, cujas características e especificidades são heterogêneas. Assim, o autor entende que o risco resulta da “probabilidade de danos e perdas” (LAVELL, 1999, p. 3).

Por vez, o IPT (2007, p. 26), coloca que o risco consiste na “relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências econômicas e/ou sociais sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco”. Assim, o IPT destaca que a área de risco constitui-se em uma:

Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam

essas áreas estão sujeitas a danos a integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários) (IPT, 2007, p. 26).

Com relação à terminologia de risco, o glossário da Defesa Civil apresenta o entendimento de que risco significa:

1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. 2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. 3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais. 4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre. 5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos. (Glossário Defesa Civil).

Para Veyret (2007, p.23), o risco é uma construção social e, a percepção que os atores tem de algo que representa um perigo para eles próprios, para os outros e seus bens, contribui para construir o risco que não depende unicamente de fatos ou processos objetivos, ou seja, o risco corresponde a “percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele” (VEYRET, 2007, p.24).

De acordo com Wisner et al. (2003, p. 49), o risco é a combinação entre a vulnerabilidade e o perigo, ou seja, não pode haver um desastre se há perigo mas não existir vulnerabilidade (teoricamente), assim como não há desastre se houver vulnerabilidade mas ausência de perigo. O autor ainda complementa que o risco “é uma função composta dos desastres naturais e o número de pessoas caracterizadas por seus diversos graus de vulnerabilidade para um perigo específico, os quais ocupam espaço e tempo de exposição em um evento perigoso” (WISNER, 2003, p. 49). Por desastre, o autor entende que este ocorre quando “um número significativo de pessoas vulneráveis experimentarem um perigo e sofrem danos graves e/ou interrupção de seu sistema de meio de subsistência de tal forma que a recuperação é improvável sem ajuda externa” (WISNER, 2003, p. 50).

A partir dos vários enfoques pelos quais os termos perigo, vulnerabilidade e risco são conceituados, podemos perceber que estes são variáveis não lineares, mas que se relacionam diretamente.

Os resultados de um desastre são, em grande parte, reflexo das condições físicas e sociais de cada lugar. Mais especificamente, o risco constitui-se na representação quantitativa de um conjunto formado pelo grau de perigo e da vulnerabilidade de um determinado lugar. Kobiyama coloca que:

Neste sentido, quando se trata de risco, deve-se considerar o perigo e a vulnerabilidade (densidade demográfica, infraestrutura, pobreza, etc.) do sistema que está prestes a ser impactado. Além disso, dois tipos de perigo geram situações de risco completamente distintas para uma mesma área, devido à época de ocorrência (estação do ano), a tipologia do fenômeno (inundação ou escorregamento), a intensidade e abrangência dos mesmos (estiagem e tornado). Desta forma, nota-se que a grandeza do perigo não acompanha a do risco. Em outras palavras, o valor do perigo não tem uma relação linear com o do risco. (KOBİYAMA, 2006, p.18).

A partir desta discussão optamos, nesta pesquisa, em trabalhar considerando o termo perigo como sendo um evento adverso natural com potencial para causar danos à sociedade ou a um grupo de indivíduos. Como vulnerabilidade, entendemos a fragilidade da estrutura física, social e cultural das comunidades de sofrer danos em função da exposição ao perigo, assim como seu poder de resiliência diante do desastre. Com relação ao risco, este consiste na probabilidade de danos e perdas estimados através da análise da extensão de um evento perigoso já ocorrido e da vulnerabilidade da comunidade com propensão de ser atingida.

2. 1. 3. 1 Classificação Geral dos Riscos

Os riscos podem ser classificados de várias formas sendo que a classificação, geralmente, relaciona os riscos com o evento desencadeador, isso em função da forte relação entre um evento adverso, o perigo, e os riscos desenvolvidos.

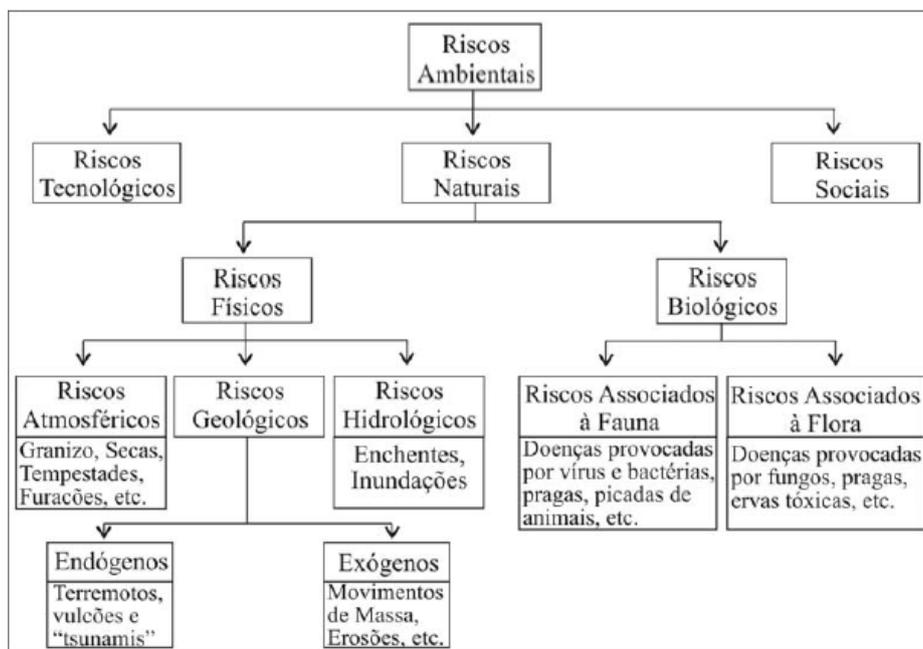
Augusto Filho (1990, apud RECKZIEGEL, 2007, p. 24), apresenta uma classificação dos riscos baseada em duas principais modalidades: os

fenômenos atmosféricos e os fenômenos geológicos, como mostra o quadro abaixo:

CLASSIFICAÇÃO		PROCESSOS
Atmosféricos		- Tufões - Ciclones - Tempestades - Secas
Geológicos	Endógenos	- Terremotos - Vulcanismo - Tsunamis
	Exógenos	- Escorregamentos - Enchentes - Erosão - Subsidência - Solos expansivos

Quadro 01: Classificação dos riscos segundo Augusto Filho, 1990.
Fonte: Reckziegel (2007, p.24).

Outra classificação, abordada por Cerri e Amaral (1998, p. 302) como mostra o quadro abaixo, considera os riscos ambientais como sendo a classe de maior abrangência dos riscos, a qual subdivide-se em classes mais específicas de acordo com os tipos de eventos relacionados. Esta classificação destaca-se pelo alto grau de complexidade, por abranger além dos riscos naturais, também, os riscos tecnológicos e sociais.



Quadro 02: Classificação dos Riscos Ambientais.
Fonte: Cerri e Amaral (1998, p.302).

Para Veyret (2007, p.63), os riscos ambientais resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território. A autora também faz uma ressalva com relação ao termo 'risco natural', pois o risco é necessariamente construído pela sociedade ao ocupar uma área propensa ao evento adverso. Ao utilizar o termo 'natural', enfatiza-se o processo (inundação), que está na origem da construção do risco.

2. 2 Conceito e Classificação de Inundação

O grau do perigo oferecido pela inundação é classificado, geralmente, de acordo com a magnitude e intensidade do evento adverso. Assim, torna-se relevante abordar a forma como diferentes autores entendem o conceito de alguns termos, em especial, com relação à enchente e inundação.

2.2.1 Conceito e Classificação dos Termos: Inundação, Enchente, Enxurrada e Alagamento

A enchente é um fenômeno natural que consiste, segundo Pinheiro (2007, p. 96), "na elevação dos níveis de um curso de água, seja esse de pequena (córrego, riacho, arroio, ribeirão) ou de grande (rio) dimensão, podendo causar inundações, ou seja, o transbordamento de água do canal principal". Não existe rio sem ocorrência de enchente. Todos têm sua área natural de inundação e esse fenômeno não é, necessariamente, sinônimo de catástrofe. O autor também destaca que "quando o homem ultrapassa os limites das condições naturais do meio em que vive então as inundações passam a ser um problema social, econômico e/ou ambiental" (PINHEIRO, 2007, p. 96).

De acordo com Veyret (2007, p. 64), a cheia é definida pela alta das águas, as quais podem permanecer no leito menor do curso de água, sem haver extravasamento. A partir do momento em que o canal não é mais capaz de conter o escoamento, a água transborda e se espalha pelo leito maior,

provocando uma inundação. Nesse sentido, pode haver, portanto, uma cheia sem inundação.

A enchente também pode ser considerada como sinônimo de cheia, significando a “elevação temporária do nível d’água em um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga” (IPT, 2007, p.90). Por vez, as inundações condizem ao “processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio” (IPT, 2007, p.9). Já, o termo enxurrada está ligado à intensidade do evento, sendo considerado pelo IPT (2007, p.94), o “escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte”.

De outra parte, Castro (2007, p. 34) considera o termo enchente e inundação gradual como sinônimos, situação em que as “águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente”. O autor ainda acrescenta que, normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais, relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas, caracterizando-se por sua abrangência e grande extensão.

Também, considera como sinônimos os termos enxurrada e inundações bruscas, situações que “são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam de forma rápida e intensa” (CASTRO, 2007, p. 45). Ressalta-se que a inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribui para intensificar a torrente e causar danos, pois as enxurradas são típicas de regiões acidentadas e normalmente ocorrem em bacias de médio e de pequeno porte.

Com relação ao termo alagamento, este distingue-se dos demais, por estar relacionado com a estrutura de drenagem urbana. Assim, o alagamento pode ser considerado como sendo “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” (IPT, 2007, p.93).

Também, Castro (2007, p. 46) coloca que os alagamentos “são águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes”. O fenômeno do alagamento relaciona-se com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, a qual é provocada, principalmente, por:

Compactação e impermeabilização do solo; pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração; construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas; desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano; acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água; insuficiência na rede de galerias pluviais (CASTRO, 2007, p.46).

Mais direcionado ao escoamento pluvial em áreas urbanas, Tucci (2005) considera dois processos em especial, os quais podem ocorrer isoladamente ou combinados. Assim, têm-se as inundações de áreas ribeirinhas e inundações devido à urbanização. Sob este ponto de vista, as inundações de áreas ribeirinhas “são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica” (TUCCI, 2005, p.29), ou seja, é quando o rio escoar no seu leito maior. O autor também considera o termo cheia e enchente como sinônimo das inundações ribeirinhas.

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” (TUCCI, 2005, p.29).

A par das definições já citadas, Kobiyama (2006, p. 48) expõem alguns conceitos em relação às inundações graduais e bruscas, segundo o ponto de vista de instituições e autores internacionais, conforme os quadros 03 e 04.

Termo	Autor	Definição
<i>Inundação gradual</i>	<i>NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM (2005)</i>	Uma condição geral ou temporária, de parcial ou completa inundação, de dois ou mais acres de uma terra normalmente seca, ou duas ou mais propriedades, proveniente da inundação de águas continentais ou oceânicas.
<i>Inundação gradual</i>	<i>NATIONAL OCEANIC AND</i>	A inundação de uma área normalmente seca causado pelo aumento do nível das águas em um

	<i>ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (2005)</i>	curso d'água estabelecido, como um rio, um córrego, ou um canal de drenagem ou um dique, perto ou no local onde a chuvas precipitaram.
<i>Inundação gradual</i>	<i>MEDIONDO (2005)</i>	O transbordamento do curso do rio normalmente é o resultado de prolongada e copiosa precipitação sobre uma grande área. Inundações de rio acontecem associadas a sistemas de grandes rios em trópicos úmidos.

Quadro 03: Algumas definições de inundação gradual.

Fonte: adaptado de Goerl e Kobiyama (2005) *apud* Kobiyama *et al.*, 2006, p. 48.

Termo	Autor	Definição
<i>Inundação brusca</i>	<i>NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM (2005)</i>	Uma inundação causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também, as vezes uma quebra de barragem pode causar inundação brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo que ocorre a quebra.
<i>Inundação brusca</i>	CHOUDHURY <i>et al.</i> (2004)	Inundações bruscas são inundações de curta vida e que duram de algumas horas a poucos dias e originam-se de pesadas chuvas.
<i>Inundação brusca</i>	KÖMÜŞÇÜ <i>et al.</i> (1998)	Inundações bruscas são normalmente produzidas por intensas tempestades convectivas, a qual causa rápido escoamento, e o dano da inundação geralmente ocorre dentro de horas da chuva que a causa e afeta uma área muito limitada.
<i>Inundação brusca</i>	MEDIONDO (2005)	É um evento de inundação de curta duração com uma rápida elevação da onda de inundação e rápida elevação do nível das águas. São causadas por pesadas, geralmente curtas precipitações, como uma chuva torrencial, em uma área que freqüentemente é pequena.
<i>Inundação brusca</i>	WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1994)	Em bacias pequenas, de rápida resposta, com tempo de concentração menor de seis horas, intensa precipitação pode criar uma inundação brusca.

Quadro 04: Algumas definições de inundação brusca.

Fonte: adaptado de Goerl e Kobiyama (2005) *apud* Kobiyama *et al.*, 2006, p. 48.

Tendo em vista a diversidade dos conceitos utilizados para o processo de inundação e levando em consideração que Itaqui localiza-se no médio curso do rio Uruguai onde a topografia é suave, com predomínio de ocorrência de precipitações associadas a fenômenos meteorológicos de grande abrangência espacial, assim sendo, para o desenvolvimento deste trabalho será considerada a definição utilizada por Castro em que o termo enchente e

inundação gradual são sinônimos, bem como, os termos enxurrada e inundação brusca, conforme já citado acima.

2.2.2 As Drenagens e o Meio Urbano

De acordo com o IPT (2007, p.100), o crescimento acelerado da ocupação urbana nas grandes cidades, com o aumento da área impermeabilizada, diminui o tempo de concentração, aumentando a velocidade do escoamento das águas superficiais em direção às calhas de drenagem principal. A carência de obras de drenagem e outros serviços de infraestrutura urbana contribuem para o incremento de problemas de inundação e alagamentos.

Nas cidades, a questão da drenagem urbana envolve, além dos processos hidrológicos de enchentes e inundações diretamente ligadas aos cursos d'água naturais, processos de alagamentos e enxurradas, decorrentes de deficiências no sistema de drenagem urbana e que podem ou não ter relação com os processos de natureza fluvial (IPT, 2007, p. 97).

Existem, basicamente, dois sistemas distintos de drenagem urbana: o de macro e de micro drenagens. Esses dois sistemas têm por objetivo drenar as águas urbanas, para garantir o funcionamento adequado do sistema de transporte urbano e dos serviços essenciais da cidade durante a chuva.

De acordo com Zuffo (2007, p.109) o “sistema de micro-drenagem é composto pelas ruas, sarjetas, bocas de lobo, poços de visita, e pequenas galerias. Suas funções são de deixar as ruas e avenidas em condições de funcionalidade, livres do obstáculo da “água”, ou melhor, dos alagamentos”.

Já, o sistema de macro-drenagem compreende:

Os fundos de vale, que fazem a drenagem das áreas maiores, onde chegam os afluxos dos escoamentos das ruas e pequenas galerias. São constituídos, comumente, por cursos d'água naturais que escoam pequenas vazões mesmo em períodos secos, porém são responsáveis pela transferência de grandes vazões durante as chuvas. São constituídos pelos córregos, ribeirões ou rios que cortam as cidades, recolhendo as águas provenientes de todo o sistema de micro-drenagem das bacias urbanas (ZUFFO, 2007, p.110).

Também no sistema de macro-drenagens os resíduos jogados pela população representam um grande problema. De forma comum, são lançados em tal quantidade que costumam represar as águas. A limpeza e monitoramento do lixo são fundamentais para garantir a máxima eficiência do sistema de drenagem (Zuffo, 2007, p. 111).

O sistema de macro-drenagem urbana também é constituído pelos canais e galerias. As canalizações a céu aberto são chamadas de canais, e as fechadas de galerias. Estas são responsáveis pelo escoamento de um volume muito grande de água, pois recebem os ramais da micro-drenagem.

2.2.3 Relação entre Barragens, Controle das Inundações e os Impactos sobre os Cursos D'água

O rio Uruguai percorre 938 km até a foz do rio Peperi-Guaçú, sendo esse trecho a referencia geográfica da divisa entre o Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A partir do rio Peperi-Guaçu até a foz do rio Quaraí, segue outros 689 km, agora estabelecendo a fronteira entre Brasil e Argentina. (Paim e Ortiz, 2006, p. 65)

Existem vários projetos de barragens ao longo do rio Uruguai, algumas já em funcionamento como Itá, Machadinho, Barra Grande, Foz do Chapecó e outras barragens ainda encontram-se em fase de estudos.

A relação que surge entre as barragens e os fenômenos de inundações ainda é bastante discutida, não havendo um consenso comum entre os pesquisadores. Entretanto, considera-se que o grande lago que surge em função do barramento, muitas vezes, tem capacidade de controlar a vazão natural do rio, assim, um evento de precipitação pode ficar armazenado no lago e ser liberado para jusante de forma controlada para, justamente, se evitar eventos de inundações, ou ainda, proporcionar um sistema de alerta de possível inundação devido à abertura de comportas, por exemplo. Contudo, para um longo período de precipitação as barragens podem apresentar-se não tão eficientes.

De acordo com Ramos e Reis (2001, p.67), no último século, em especial nos anos de 1950/60, o rio Tejo sofreu grande intervenção humana a

qual modificou o comportamento hidrológico através da construção de mais de 140 barragens, tanto em território espanhol quanto português. Estudos apontaram uma tendência para a redução dos caudais mais elevados e da frequência das cheias. Contudo, conforme relata Ramos e Reis (2001, p.70), nos anos de 1978/79 as cheias do rio Tejo foram catastróficas e os picos das cheias foram acentuados pelas descargas contínuas das barragens, situação que levou ao rompimento de diques de proteção os quais deveriam proteger campos e populações. O autor também ressalta a importância de coordenação que deve existir entre uma barragem e outra.

Também, Coelho (2008, p.19), em seu artigo “Geomorfologia Fluvial de Rios Impactados por Barragens”, apresenta a organização no quadro 05 em que são abordados três setores principais de impactos, sendo eles a montante da barragem; o reservatório e periferia; e a jusante da barragem:

SETOR DA BACIA	PRINCIPAIS IMPACTOS HIDROLÓGICOS	PRINCIPAIS IMPACTOS GEOMORFOLÓGICOS
Montante da Barragem	Deposição de carga sólida; Mudança térmica das águas; Redução da velocidade das águas; Subida do nível das águas.	Assoreamento na desembocadura dos rios principais; Assoreamento no fundo dos vales principais; Assoreamento na desembocadura e no fundo dos vales afluentes; Formação de novas áreas de inundação.
No Reservatório e Periferia	Armazenamento de carga líquida; Armazenamento de carga sólida; Modificação no conteúdo de gases dissolvidos; Elevação do nível piezométrico (compressibilidade dos líquidos); Alteração na taxas de infiltração; Maior disponibilidade de água subterrânea; Ocorrência de Inundações; Assoreamento no reservatório; Redução da vida útil da barragem; Alteração na transparência da água; Alteração na estrutura térmica da água.	Submersão das formas de relevo; Processos de abrasão lacustre; Recuo das margens ou das falésias lacustres; Formação de praias e depósitos de abrasão; Processos de assoreamento; Formação de bancos arenosos emersos ou imersos; Formação de lagoas fechadas; Colmatação da desembocadura dos rios principais; Formação de novas áreas de inundação.
A Jusante da Barragem	Controle da regularização das descargas; Redução da carga sólida (sedimentos); Sanilização da água; Alteração na estrutura térmica; Redução do nível piezométrico; Alteração nas taxas de infiltração; Menor disponibilidade de água subterrânea.	Entalhe no leito do rio, com conseqüente descida do nível de base local; Descida do nível de base dos afluentes com retomada erosiva (entalhe) dos seus leitos; Processos de erosão nas margens; Alteração nos sedimentos de fundo e das margens; Reajustamento na morfologia do canal pela migração dos setores de erosão e sedimentação; Processos de deposição nas margens e fundo do leito; Modificações na dinâmica da foz.

Quadro 05: Alterações hidrológicas e geomorfológicas em diferentes setores de um rio represado.

Fonte: COELHO (2008, p.19).

Em geral, as barragens construídas para o desenvolvimento de usinas hidrelétricas, são sinônimo, em sua maioria, de grandes obras de engenharia as quais causam muitos impactos à flora, fauna e a população ribeirinha. Paim e Ortiz (2006, p. 66), chamam a atenção para os elevados níveis de “eutrofização, descontrole do nível de assoreamento dos rios represados, alterações ecossistêmicas graves com eliminação de espécies e proliferação excessiva de outras”, sendo esses apenas alguns exemplos dos problemas enfrentados pelos projetos implantados.

Assim, apesar das barragens teoricamente conseguirem reduzir o número de inundações ao longo de um período de anos, o mais saudável e seguro é preservar as margens dos rios, em especial, evitando-se a expansão urbana sobre as áreas de inundação.

2.3 Gestão, Planejamento e Zoneamento

O evento não cria o risco, é necessário que o indivíduo ou um grupo social esteja vulnerável ao evento para a existência do perigo e, perceber o espaço como perigoso ou a situação econômica, geopolítica, como pouco segura para caracterizar o risco. Esse indivíduo ou o grupo social se inscreve, portanto, em um dado contexto social, econômico, cultural e apresenta uma grande dose de subjetividade que se traduz em diferentes limites de sua aceitabilidade para com o risco, “não é possível, portanto, examinar as representações dos riscos sem considerar as práticas de gestão” (VEYRET, 2007, p.47).

Assim, adentra-se basicamente em uma discussão de cunho político em que a gestão e o planejamento encontram-se como importantes pilares de sustentação de toda uma cidade, muitas vezes, de milhares de pessoas. A gestão e o planejamento são traçados e desenvolvidos por uma série de atores, dentre eles, conforme Veyret (2007, p.52) destacam-se os políticos, os cientistas e os técnicos, os juristas, as ONGs e a própria população.

Planejamento e gestão urbana são atividades diferentes, mas segundo Souza (2004, p.15), elas devem ser trabalhadas juntas, como complementares uma da outra. A diferença básica entre essas atividades encontra-se na

temporalidade, enquanto o planejamento remete ao futuro, a gestão trata do presente, assim:

Planejar significa tentar prever a evolução de um fenômeno ou, para dizê-lo de modo menos comprometido com o pensamento convencional, tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios. De sua parte, gestão remete ao presente: gerir significa administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas. (SOUSA, 2008, p. 46).

O planejamento busca estabelecer a preparação para a gestão futura, procurando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens para melhor administrar, portanto, “longe de serem recorrentes ou intercambiáveis, planejamento e gestão são distintos e complementares” (SOUZA, 2008, p. 46).

A par dessas colocações, Souza (2004, p.24) também destaca que o “planejamento e a gestão não são, nunca, “neutros”, uma vez que são a expressão de interesses e de pressões de grupos sociais”. O planejamento e a gestão são ações de cunho fortemente político em que os interesses das classes ou grupos sociais, além de empresas e instituições, são traçados pelos seus representantes. De acordo com Veyret, (2007, p.12), a gestão dos riscos, sejam eles ambientais, industriais, econômicos (na verdade, sociais), traduz as escolhas políticas e as decisões finais de organização dos territórios.

Por vez, a prática de zoneamento é recorrente dentro do planejamento, em teoria, o zoneamento é um “instrumento que pode ajudar a organizar e planejar o desenvolvimento da cidade, assegurando conforto e bem-estar e a boa aplicação dos recursos públicos” (SOUZA, 2004, p. 73).

Dentre os vários tipos de zoneamento, o mais utilizado é o de zoneamento de uso do solo, mas também, o zoneamento de densidade e o de prioridades. De acordo com Souza (2004, p. 73), o zoneamento do uso do solo consiste em dividir a cidade em zonas de acordo com o tipo de atividade ou uso que se faz desse espaço, organizando-se, assim, as diferentes atividades de acordo com as diferentes regiões no espaço urbano.

O zoneamento de densidade procura ordenar o crescimento físico da cidade e o adensamento demográfico, para evitar a sobrecarga e a saturação

da infraestrutura urbana em uma área. Já, o zoneamento de prioridades, como diz o nome, se refere mais diretamente a uma reformulação urbana, este tipo de zoneamento acaba por complementar os demais. “A idéia do zoneamento de prioridades é criar zonas que sejam prioritárias para o investimento de recursos públicos, dando ênfase às favelas e loteamentos irregulares, que demandam regularização de sua situação jurídica e infraestrutura” (SOUZA, 2004, p. 73).

2.3.1 Zoneamento de Áreas de Risco a Inundação

O planejamento está inserido dentro de um conjunto de práticas ou medidas consideradas não estruturais. As práticas não estruturais são aquelas onde se aplicam um conjunto de medidas relacionadas às políticas urbanas, legislação, planos da defesa civil, pesquisa e educação, capacitação e, inclusive, o planejamento urbano. Estas medidas são consideradas tecnologias brandas e, normalmente, tem custo muito mais baixo que as medidas estruturais (tecnologias duras), além de apresentar bons resultados, principalmente na prevenção dos desastres. Tratam-se, portanto, de medidas sem a intervenção de obras de engenharia (IPT, 2007, p. 135).

Dentro das medidas não estruturais os planejamentos apresentam grande destaque, tanto por sua eficiência quanto por sua versatilidade, podendo apresentar-se como medidas de planejamento, mas também, uma medida preventiva, tanto para as áreas urbanas como também para a área de uma bacia hidrográfica.

Para Kobiyama (2006, p.32), o “zoneamento é uma setorização territorial, de acordo com as diversas vocações e finalidades de uma determinada área, com o objetivo de potencializar o seu uso sem comprometer o meio ambiente, promovendo a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável”. Nesse sentido, pode-se considerar, como uma situação ideal, que cada município apresente seu zoneamento de acordo com as características físicas, sociais, econômicas e culturais inerentes a sua condição particular.

Assim, um mapa de zoneamento de risco pode representar um bom instrumento para a administração de uma cidade com relação à sua

manutenção e preservação de sua estrutura, tanto com relação às questões físicas quanto sociais.

Veyret (2007, p. 60), observa que o mapa do zoneamento confere ao risco um caráter objetivo, visto que, expõem os espaços em que há risco elevado e com necessidade de regulamentação ou, até mesmo, a proibição de moradias, e outros espaços em que o risco é menor ou ausente. A autora, também ressalta que “a cartografia permite, ao mesmo tempo, a objetivação do risco e sua designação como problema público” (VEYRET, 2007, p. 60).

Mais especificamente, Tucci (2005, p. 77) considera o zoneamento como sendo “a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco de inundação, visando à minimização futura de perdas materiais e humanas em face das grandes cheias”, ainda, acrescenta que o zoneamento urbano é um instrumento que permite fazer o uso racional das áreas ribeirinhas.

Por vez, Castro (2007, p.45) ressalta, também, a necessidade da prática de minuciosos estudos, planejamento integrado com intensa participação da comunidade no planejamento e na execução de medidas de previsão, prevenção e controle de inundações, pois “microbacias bem manejadas preservam a flora e a fauna silvestres, garantem a biodiversidade, facilitam o controle de pragas e reduzem as inundações e as secas ou estiagens” (CASTRO, 2007, p. 37).

2.3.2 Áreas de Risco e a Divisão do Espaço Urbano

No Brasil, grande parte das áreas de risco estão associadas à divisão do espaço urbano por interesses especulativos, estes geram um processo de segregação onde, principalmente, as camadas menos favorecidas economicamente ocupam espaços inadequados. Esse fenômeno é resultado de ações políticas, econômicas, sociais e culturais as quais se intensificaram, principalmente, a partir de meados do século XX.

Conforme Rolnik (1994, p.41), a segregação espacial consiste no movimento de separação das classes sociais e funções no espaço urbano. Ainda de acordo com a autora, nas grandes cidades hoje, é fácil identificar

territórios diferenciados como o bairro das mansões, o bairro boêmio, o centro de negócios, o distrito industrial, ou ainda o bairro proletário.

De acordo com Corrêa (2003, p. 74), a origem da segregação residencial remonta ao próprio aparecimento das classes sociais e da cidade, as quais se verificaram ao mesmo tempo, sendo anteriores à emergência do capitalismo, contudo, é no capitalismo que a segregação residencial torna-se mais complexa, à medida que se amplia o processo de estruturação das classes sociais e seu fracionamento, pois:

Novos modelos espaciais de segregação aparecem impulsionados pelos diferentes agentes da organização espacial urbana: proprietários fundiários, incorporadores imobiliários, industriais, articulados em maior ou menor grau aos bancos, e o Estado. São criadas, assim, periferias de autoconstrução, favelas em áreas alagadiças ou de morros, cortiços, bairros dos diferentes segmentos da classe média e as habitações suntuosas e seletivas dos capitalistas e executivos do capital: os condomínios exclusivos, cercados e sob vigilância de uma polícia particular, são a expressão acabada de uma elite que se impõe (CORRÊA, 2003, p.74).

Através de uma análise histórica, Rolnik (1994, p. 47), coloca que é possível perceber que a segregação espacial começa a ficar mais evidente à medida que avança a mercantilização da sociedade e se organiza o Estado Moderno. Na Europa, este quadro emerge no século XVII. No Brasil, este movimento é aparente no Rio de Janeiro, na primeira metade do século XIX.

Esse movimento de segregação torna-se tremendamente impulsionado pela disseminação do trabalho assalariado. Rolnik (1994, p. 48), coloca que na relação mestre/aprendiz ou senhor/escravo a convivência era um elemento essencial, a hierarquização das classes se dava pelos hábitos e vestimentas, principalmente. Agora, na relação patrão/empregado esta é definida pelo salário. Com ele, o trabalhador paga seu sustento, seu teto, sua comida, formando-se, assim, a condição para que o espaço das pessoas com menor poder aquisitivo se separe fisicamente do território daquelas mais abastadas. “Isso se dá porque se rompe um vínculo e porque cada qual comprará no mercado imobiliário a localização que for possível com a quantidade de moeda que possuir” (ROLNIK, 1994, p. 48).

De acordo com Souza (2004, p.43), em meados do século XX, as principais cidades brasileiras, especialmente o Rio de Janeiro e São Paulo, passaram a receber um grande número de migrantes em função do processo conhecido como êxodo rural. Agricultores que deixavam o campo em razão da modernização da agricultura, da seca, de estruturas agrárias injustas, entre outras circunstâncias. Nessas condições os agricultores vão tentar melhorar suas vidas e as de suas famílias na cidade grande. Ao chegar às cidades, esses migrantes, já expulsos do meio rural, vão instalar-se, principalmente, nas favelas e nos loteamentos de periferia, local que seu poder aquisitivo permite.

Atualmente a segregação é manifesta por formas variadas, através de muros de verdade como, por exemplo, os muros dos condomínios fechados, ou também, pode ser representada de forma mais subjetiva, a fronteira entre um bairro popular e um bairro de elite pode ser uma rua, uma ponte, ou simplesmente não ser nada muito aparente, mas somente uma imagem, uma esquina (ROLNIK, 1994, p. 41).

Rolnik (1994, p. 42) também salienta que, além de um recorte de classe, raça ou faixa etária, a segregação também se expressa através da separação dos locais de trabalho em relação aos locais de moradia.

A par da dinâmica econômica, o Estado contribui fortemente para o avanço dessa separação espacial. Conforme Rolnik (1994, p. 42), “além dos territórios específicos e separados para cada grupo social, além da separação das funções morar e trabalhar, a segregação é patente na visibilidade da desigualdade de tratamento por parte das administrações locais”. A autora destaca alguns exemplos desse tratamento diferenciado, como os setores da cidade onde o lixo é recolhido duas ou mais vezes por semana, outros uma vez por semana, outros, ainda, onde o lixo, ao invés de recolhido, é despejado. As imensas periferias sem água, luz ou esgoto são evidências claras desta política discriminatória por parte do poder público, um dos fortes elementos produtores da segregação.

Essa reorganização espacial, introduzida pela necessidade da segregação na cidade, tem uma base econômica e uma base política para sustentá-la (ROLNIK, 1994, p. 52).

Encarregado de prover os equipamentos de consumo coletivo para todo o espaço urbano, o Estado é também o elemento de legitimação da classe dominante. De acordo com Corrêa (2003, p. 83), a atuação do Estado enquanto provedor tende, por um lado, a reforçar as áreas residenciais nobres, e por outro, a viabilizar o sucesso de novas implantações produtivas do grande capital, através, por exemplo, da criação de distritos industriais. Isto significa que a sua atuação não se realiza de modo uniforme no espaço urbano.

Essa atuação se traduz em investimentos em água e esgoto, na criação de uma completa infraestrutura para implantações industriais, na produção de novos espaços urbanizáveis, na abertura de vias de grande densidade de tráfego, na instalação de áreas de lazer, na renovação urbana, na construção de conjuntos habitacionais, mas também na expulsão de moradores e permissividade na proliferação de loteamentos populares sem infraestrutura.

A forte intervenção do poder público na diferenciação espacial, através de espaços equipados com o que há de mais moderno em matéria de serviços urbanos e espaços onde o Estado investe pouquíssimo na implantação destes mesmos equipamentos, permite a constatação de que “há em todos estes casos, a ação do Estado na cidade, produzindo ou gerindo segregação” (ROLNIK, 1994, p. 53).

Corroborando, Corrêa (2003, p. 67), também salienta que o Estado age espacialmente de modo desigual à semelhança da grande corporação, isto por ter a sua ação vinculada, sobretudo às necessidades de acumulação do capital e à conseqüente reprodução social. O autor coloca como exemplos desse agir desigual a abertura de estradas, o seu asfaltamento, a cobrança e a transferência espacialmente desigual de impostos, as leis de uso do solo geradoras do zoneamento urbano, entre outros, além de um conjunto de aparelhos repressivos e ideológicos como, entre outros, o aparato militar e policial, os distritos educacionais e suas jurisdições e a localização periférica das universidades federais fazem parte dela.

Assim, o autor ressalta que dentro da organização espacial existe uma dimensão econômica extremamente complexa, uma jurídico-política e uma ideológica. A organização espacial, conforme Corrêa (2003, p. 67), “é um reflexo e uma condição da sociedade”.

Assim percebe-se, também, que a valorização ou desvalorização de uma região depende dos investimentos públicos e privados naquele espaço. A definição do investimento público em infraestrutura (água, luz, asfalto, telefone, esgoto, guias e sarjetas) e equipamentos (escolas, hospitais, creches, parques) também é decisiva na lógica do mercado imobiliário, na medida em que estes investimentos produzem localizações valorizadas (ROLNIK, 1994, p. 64).

O espaço urbano passa a ser uma mercadoria cujo preço é estabelecido em função de atributos físicos, tais como declividade de um terreno ou a qualidade de uma construção, e também atributos locacionais como acessibilidade a centros de serviços ou negócios e/ou proximidade a áreas valorizadas da cidade (ROLNIK, 1994, p. 63).

Atualmente, entende-se facilmente que a diferença entre o preço de um terreno e outro está vinculado ao superequipamento e infraestrutura que estes terrenos dispõem ou não. Segundo Rolnik (1994, p. 64), esta dinâmica fundamenta a existência da chamada “especulação imobiliária”.

Por vez, Peloggia (1998, p. 219), ressalta que “não se deve esquecer que ocupações inadequadas não ocorrem por falta de informação, mas por obrigatoriedade diante de um quadro de miséria e impossibilidade de acesso à terra”. Ou seja, a ocupação de áreas impróprias não se dá por acaso. A valorização da terra joga na expulsão das famílias para as áreas públicas, áreas essas localizadas principalmente à beira de córregos e encostas de altas declividades, justamente porque se faz impossível sua comercialização, e destinadas, portanto a preencher os requisitos legais de “áreas verdes” ou “áreas de preservação”, em suas diversas modalidades. O autor também destaca que a “expulsão das classes populares se dá por efeito da pressão das incorporadoras imobiliárias e empreiteiras, engrossando assim o contingente migratório, por assim dizer “intra-urbano”, para as áreas de risco” (PELOGGIA, 1998, p. 219).

Souza (2004, p.70), também chama a atenção para outra situação, a qual denomina de “expulsão branca”. Este fenômeno pode ocorrer quando:

Uma área pobre (como uma favela) recebe melhorias de infraestrutura ou passa por um processo de regularização fundiária, há uma valorização imobiliária e existe, muitas vezes, um aumento da

carga tributária para essas pessoas (IPTU, por exemplo). Quando a carga tributária aumenta e quando o valor médio dos imóveis do local sobe, sem que a renda das pessoas também aumente, é comum que uma parte dessa população não consiga arcar com as novas despesas e acabe se mudando para um lugar onde o custo de vida seja menor. (SOUZA, 2004, p.70).

Dessa forma, as pessoas que, teoricamente, deveriam ser beneficiadas pelas obras de infraestrutura e pela regularização fundiária são “expelidas” e vão se favelizar em outro lugar, algumas em áreas de risco. Ainda segundo Souza (2004, p.70), aumentar a renda da população pobre pode servir, entre outras coisas, para protegê-la desse processo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A planície de inundação corresponde a um espaço integrante, pertencente ao rio, isto porque todo rio em algum determinado momento ocupará a planície de inundação, como o próprio nome já sugere.

O fenômeno de uma inundação é reflexo de um sistema aberto, complexo, integrado, em que as partes do todo se complementam e, nada está isolado. Romero e Jiménez (2002, p.60) colocam que os fluxos de energia e matéria gerados por um processo saem de um determinado subsistema – climático – e se distribuem em todas as direções, gerando uma cadeia de processos, situações e respostas em muitos outros subsistemas, a exemplo, na hidrografia, no relevo, no meio antrópico. Nesse sentido, percebe-se que esse movimento de fluxo, de matéria e energia percolam por diferentes subsistemas em diferentes níveis de escalas.

Este trabalho permeia por diferentes escalas, partindo de um nível regional, quando nos referimos a Região Hidrográfica do Uruguai, chegando também, a um nível de escala bastante grande quando nos referimos às inundações que ocorrem na área urbana de Itaquí. Essa relação se faz necessária para o entendimento do processo de inundação local, nosso fim maior, pois, entendemos que isso ocorre, justamente, porque este trabalho insere-se em um sistema aberto, integrado e complexo.

Assim sendo, nessa etapa do trabalho são apresentadas as técnicas e procedimentos adotados na elaboração do zoneamento da área de risco a inundação para a área urbana de Itaqui. Para um melhor entendimento do procedimento metodológico adotado, optou-se por uma estruturação em quatro fases, conforme mostra o organograma abaixo.

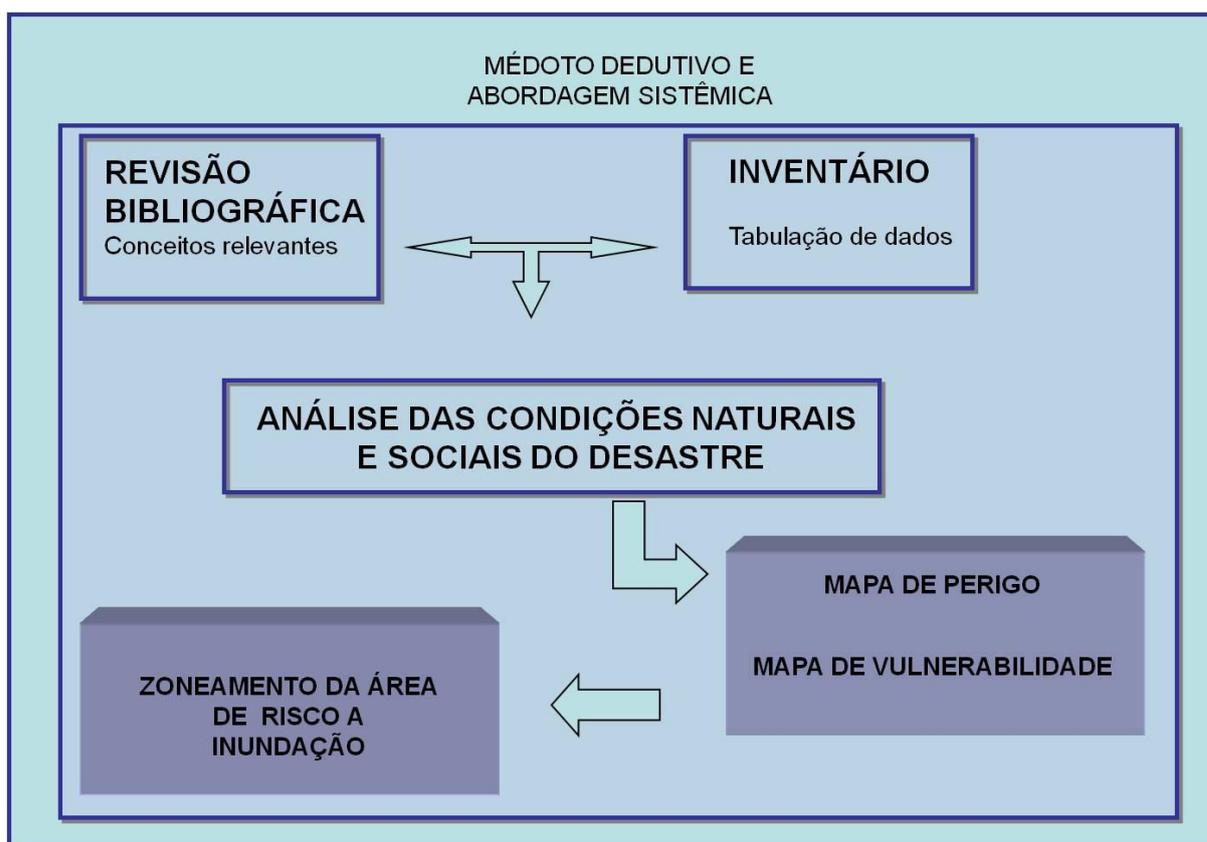


Figura 03: Organograma da organização esquemática do procedimento metodológico.
Fonte: Elaboração própria.

Assim, tem-se para a primeira fase a revisão bibliográfica ou fundamentação teórica e o levantamento de dados para a caracterização da área de estudo; na segunda fase ocorre a análise das condições naturais e sociais do desastre; a terceira fase, concomitantemente a segunda, consiste na elaboração do zoneamento e dos mapas base do perigo e da vulnerabilidade; por fim, a quarta fase consiste na análise dos resultados da fase anterior, construção do zoneamento e elaboração do mapa de risco de inundação.

3.1 Levantamento de Dados para a Caracterização da Área de Estudo

Os dados levantados seguem uma metodologia adaptada de um modelo para levantamento científico de desastre natural sugerida por Kobiyama (2006, p.98). Para o autor, diagnosticar e conhecer os mecanismos dos desastres naturais através do monitoramento e modelagem é fundamental, entendendo-se que assim, será possível prever onde, quando e como os desastres naturais ocorrem, bem como estabelecer medidas científicas de prevenção.

Essa metodologia foi direcionada para o caso de Itaquí e procura mostrar a relação entre os processos de ocorrência do desastre e os dados necessários a serem levantados (Figura 04).

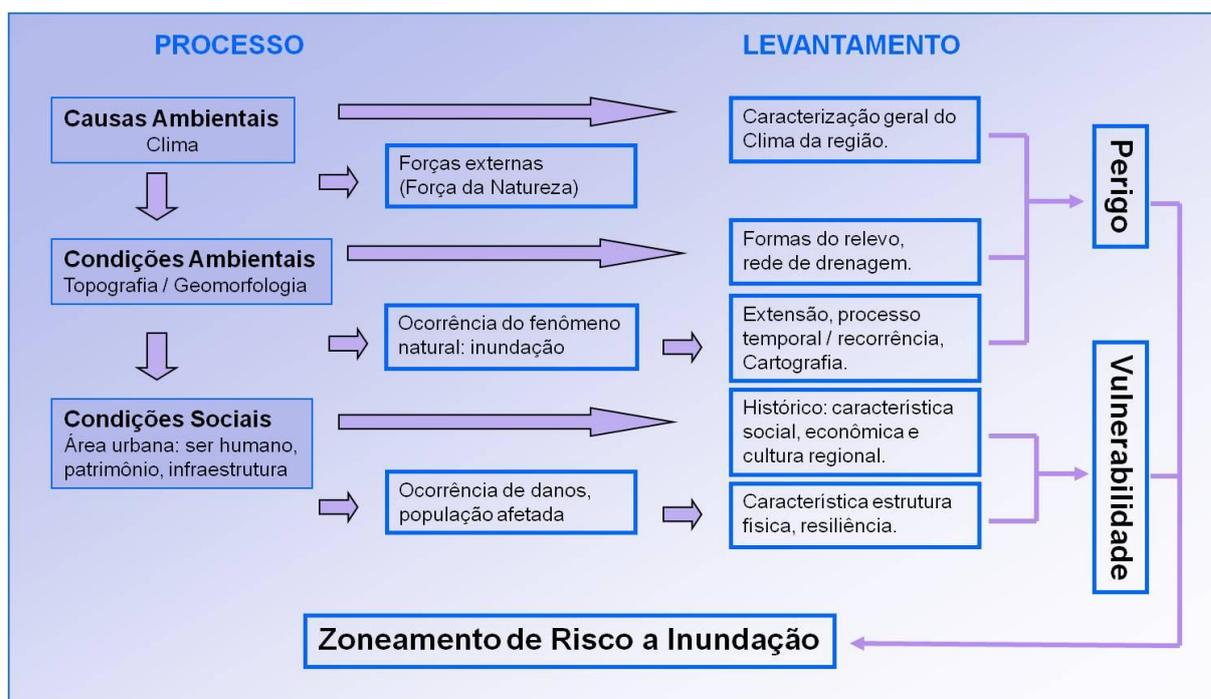


Figura 04: Organograma do levantamento de dados para análise das condições naturais e sociais.

Fonte: Adaptado de KOBİYAMA, 2006.

Nesse sentido, os trabalhos desenvolvidos partem da caracterização dos aspectos físicos da área e de um levantamento histórico/cultural. Trabalhos de detalhe, em campo, permitem determinar a infraestrutura física/pública e social da área.

Dentro de uma perspectiva complexa, Cardona (2001) propõem alguns fatores, importantes a serem considerados no levantamento de dados para a

elaboração do inventário da vulnerabilidade, esses fatores estão organizados no quadro abaixo:

Fragilidade física ou exposição	É a condição de suscetibilidade que tem o assentamento humano de ser afetado por estar em área de influência dos fenômenos perigosos e por sua falta de resistência física perante os mesmos;
Fragilidade social	Refere-se à predisposição que surge como resultado do nível de marginalidade e segregação social do assentamento humano e suas condições de desvantagem e fraqueza relativa a fatores socioeconômicos;
A falta de resiliência	Expressa as limitações de acesso e levantamento de recursos para o assentamento humano, a incapacidade de resposta e as deficiências para absorver o impacto.

Quadro 06: Quadro com alguns fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade.
Fonte: Adaptado de Cardona (2001).

3.1.1 Dados e Material Cartográfico

O levantamento dos dados referentes à ocorrência de inundações no município de Itaqui foi embasado nos trabalhos realizados por Reckziegel (2007), a qual realizou levantamentos entre 1980 a 2005, utilizando duas fontes de dados para o período analisado: Diário Oficial e informações na imprensa escrita. Para o período de 2006 a 2010 foram consultados os arquivos da Defesa Civil e levantadas as notificações e os decretos de situação de emergência para o município.

Os dados hidrológicos do rio Uruguai para Itaqui, utilizados neste trabalho correspondem às cotas fluviométricas da régua linimétrica operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Os dados hidrológicos foram obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional das Águas (ANA) no endereço eletrônico: <http://hidroweb.ana.gov.br/>.

Também, foi levantado junto à Prefeitura de Itaqui o Plano Diretor da cidade. Fez-se uso, ainda, de fotos disponibilizadas por antigos moradores que vivenciaram diversas inundações.

O material cartográfico utilizado para o desenvolvimento do trabalho consiste na Carta Topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército na escala 1:50.000. Além disso, recortes de imagens de 30 de dezembro de 2007, do satélite *QUICKBIRD*, sensor pancromático com resolução espacial de 61 cm, adquiridas através do software Google Earth™. Os dados foram referenciados utilizando o software SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas), desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o software Arc GIS 9.3.

Os limites estabelecidos para as áreas de risco foram realizados através do mapa base com curvas de nível de um metro de equidistância na área urbana através de levantamento cartográfico, levantados a partir de perfis em campo utilizando-se de equipamento de posicionamento global (GPS).

3.2 Análise das condições naturais e sociais do desastre para a determinação dos diferentes graus de risco

O livro intitulado “Mapeamento de áreas de risco em encostas e margem de rios”, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 2007), norteou este trabalho para a determinação do grau de perigo, vulnerabilidade e risco, sendo adaptado para o caso da área urbana de Itaqui.

Também, foram importantes os trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Geologia Ambiental – LAGEOLAM, em especial os trabalhos de BAZZAN, T. (2011); OLIVEIRA, E. L. de A. (2004) e; RIGHI, E. (2011).

3.2.1 Determinação do Grau de Perigo

De acordo com o IPT (2007, p. 107), o “primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada”. O cenário hidrológico consiste na tipologia das inundações as

quais podem ser: inundação lenta de planície, inundação de alta energia cinética ou inundação de alta energia cinética e capacidade de transporte de material sólido.

Outro critério de análise que o IPT sugere, consiste na distância das moradias ao eixo de drenagem. Esse critério abrange o critério anterior que se refere à tipologia do evento e considera ainda a análise da frequência de ocorrência de eventos, “fenômenos com maior raio de alcance estão associados a eventos de maior magnitude e de menor tempo de retorno em termos estatísticos tendo as chuvas como agente deflagrador do processo” (IPT, 2007, p. 108).

Nesse sentido, partindo do que nos fornece os materiais pesquisados, como as notificações de inundações registradas na Defesa Civil (com suas respectivas datas), as cotas altimétricas e as fotos que registram os limites das inundações, foi possível classificar o grau de perigo para Itaquí analisando a extensão e frequência das inundações e, nesse sentido temos:

Baixo Grau de Perigo (B): inundações extraordinárias;

Alto Grau de Perigo (A): inundações recorrentes.

As áreas atingidas por inundações extraordinárias foram definidas como sendo de baixo Perigo, isso em função da baixa ocorrência de eventos com esta magnitude; enquanto que, as áreas atingidas por inundações recorrentes, ou seja, as áreas atingidas com maior frequência pelas inundações, foram definidas como sendo de alto grau de Perigo (A).

3.2.2 Determinação da Vulnerabilidade

A vulnerabilidade da ocupação urbana é outro critério importante a ser analisado para se determinar o risco.

Conforme sugere o IPT, a avaliação da vulnerabilidade compreende a análise do padrão construtivo considerando-se, basicamente duas tipologias construtivas:

a) alta vulnerabilidade de acidentes (V1): baixo padrão construtivo onde predominam moradias construídas com madeira ou restos de material com baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos; b) baixa vulnerabilidade de acidentes (V2): médio a bom padrão construtivo onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos. IPT (2007, p. 108).

Os dados do padrão construtivo das residências e a infraestrutura pública disponível foram apurados através de levantamento em campo, por avaliação empírica, estabelecendo-se características que predominavam por determinadas áreas ou zonas.

Em função da grande extensão da área urbana atingida pelas inundações e, pelo alto número de elementos que caracterizam a vulnerabilidade, esta foi avaliada apenas nas áreas de alto grau de perigo.

Para a avaliação do padrão construtivo habitacional foi considerado o material utilizado nas construções e o estado de conservação das mesmas: casas construídas em alvenaria, em madeira ou com outro material; casas aparentando serem construídas de acordo com normas técnicas de engenharia ou aparentando serem autoconstruídas por seus moradores (OLIVEIRA, 2004, p. 87). Nesse sentido, procurou-se avaliar a capacidade de resistência das unidades habitacionais ao impacto dos processos hidrológicos.

Ainda, como fator de fragilidade social, foi também considerada a infraestrutura pública disponível, assim, foi avaliado a estrutura das vias com relação a existência ou não de calçamento, pavimento ou apenas chão, iluminação pública e água encanada. O esgotamento não foi avaliado.

Assim, em função do alto grau de heterogeneidade das moradias, para se estabelecer o grau de vulnerabilidade com relação ao padrão construtivo e a infraestrutura pública disponível, utilizamos três tipologias e, nesse sentido temos:

Baixo Grau de Vulnerabilidade (B): bom padrão construtivo, onde predominam casas de alvenaria, em bom estado de conservação, ruas calçadas ou pavimentadas;

Médio Grau de Vulnerabilidade (M): médio padrão construtivo, onde predominam casas de madeira e casas antigas pouco conservadas, casas de alvenaria inacabadas, alternância entre ruas calçadas e de chão;

Alto Grau de Vulnerabilidade (A): padrão construtivo precário, com predomínio de casas pequenas, de alvenaria ou de madeira aparentando autoconstrução, casa com material alternativo e, casas “volantes”, casas sem conservação ou manutenção, ruas de chão.

3.2.3 Determinação do Grau de Risco

A definição dos graus relativos ao risco, considerando os critérios e parâmetros de perigo e vulnerabilidade, foi desenvolvida através dos diferentes arranjos possíveis entre o perigo e a vulnerabilidade. São definidos nessa análise quatro graus de risco: risco muito alto (MA); risco alto (A); risco médio (M); e risco baixo (B).

Vale salientar que a vulnerabilidade só foi analisada na área com predomínio do alto grau de perigo, ou seja, aquelas áreas que são atingidas pelas inundações recorrentes.

Assim, o quadro 07 mostra os possíveis arranjos para se obter os diferentes graus do risco:

Perigo Baixo	RISCO BAIXO	
Perigo Alto	Vulnerabilidade Baixa	RISCO MÉDIO
	Vulnerabilidade Média	RISCO ALTO
	Vulnerabilidade Alta	RISCO MUITO ALTO

Quadro 07: Estabelecimento do grau de risco.

Fonte: Adaptado de IPT, 2007, p. 109.

Por fim, considerando os critérios dos arranjos estabelecidos no quadro 07, temos:

Cenário de Risco Baixo: inundações extraordinárias, com padrão construtivo variado.

Cenário de Risco Médio: área atingida por inundação ordinária com predomínio de bom padrão construtivo;

Cenário de Risco Alto: área atingida por inundações ordinárias, com predomínio de médio padrão construtivo;

Cenário de Risco Muito Alto: área atingida por inundações ordinárias, com predomínio de baixo padrão construtivo;

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta etapa apresenta-se a caracterização da área de estudo, tanto o ambiente social no que tange ao surgimento e desenvolvimento da cidade de Itaquí, quanto, ao ambiente físico em especial, a geomorfologia e o clima da região.

4.1 Ambiente Social

A formação do Município de Itaquí está repleta de fatos históricos. Seu desenvolvimento foi marcado por muitos conflitos e disputas de ordem político/territorial. Contudo, abordaremos alguns fatos, procurando sempre focar aqueles que podem nos ajudar a entender a formação e desenvolvimento desta cidade em uma área de risco a inundação, pois o risco e a percepção que se tem dele, conforme Veyret, (2007, p.26), não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que os produziu e, especialmente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época.

4.1.1 Ocupação e Desenvolvimento de Itaquí

A região onde hoje está situado o município de Itaquí foi território de indígenas e de longas disputas para estabelecimento de fronteiras entre

Portugal e Espanha. Segundo Pahim (2003, p. 05), em 1810 a localidade já existia e era conhecida apenas como “Passo da Cruz”.

Devido às ameaças de invasões uruguaias do governo de Andrés Artigas, em 1821 foi montada uma guarnição militar, composta por 150 homens. Esse acampamento militar foi instalado as margens do rio Cambai. No entanto, em razão de uma grande enchente do rio Uruguai esse acampamento foi deslocado para um lugar mais seguro. Conforme Pahim (2003, p.06), “escolheu-se, então, uma pequena coxilha onde já haviam algumas casas – “ranchos” cobertos de capim”. Neste lugar começava a se formar a Vila de Itaqui.

Ainda em 1821, o povoado recebeu algumas pessoas vindas da Argentina em função de conflitos territoriais, em torno de 50 famílias. Após esse incremento populacional “foram traçados ruas, construídas algumas casas melhores que as existentes, uma ou duas casas de comércio e uma sala de aula” (PAHIM, 2003, p.06).

Em 1833, já se tem registros de problemas com inundações. Através do naturalista frances *Arsène Isabèlle*, o qual descreve que os habitantes do povoado sofriam os efeitos de uma cheia prolongada, ele ainda descreve alguns aspectos da vila:

Uns vinte ranchos cobertos de capim, mal construídos, sem nenhuma ordem, muito próximos entre si, num solo pedregoso, cheio de lagartos e cobras, lodoso e árido em outros pontos. Já havia, entretanto, uma pequena força militar (*Arsène Isabèlle*, 1833 apud Pahim, 2003, p.07).

Até 1859 a Vila de Itaqui era distrito de São Borja, quando se emancipa em 22 de abril de 1859. Segundo o relatório do Presidente da Província Conselheiro Ângelo Muniz da Silva, lavrado em 22 de abril de 1859, documento citado por Pahim (2003, p.09), em que o autor do documento destaca que naquela data “a vila contava com apenas 400 casas e o município com 6.031 habitantes, sendo 5.554 livres, 63 libertos e 1.014 escravos”.

Um dos principais pilares para a emancipação do município de Itaqui em 1859 foi o comércio da erva-mate. Segundo Pahim (2003, p.12), se carregavam de Itaqui, via fluvial, grande quantidade desse produto com destino aos países

do Prata e Províncias vizinhas, a matéria prima, no entanto, não era produzida no município. A navegação pelo rio Uruguai já existia bem antes de 1860/1861, mas foi a partir desses anos que esse meio de transporte ganhou grande incremento com embarcações mais apropriadas para o transporte de erva-mate.

Com a emancipação, foi contratado um arruador para fazer a organização oficial do traçado das ruas da vila. Conforme Santos (2008, p.82), existiam oito ruas traçadas, sendo quatro no sentido Leste/Oeste e outras quatro no sentido Norte/Sul, algumas delas remanescentes de 1821 com a formação do povoado. A figura 05 mostra uma projeção provável da evolução do traçado das ruas de Itaqui para os anos de 1859, 1868 e 1893 com os nomes atuais das ruas, visto que, ao longo dos anos algumas ruas sofreram alterações nos nomes (Santos, 2008, p.86).

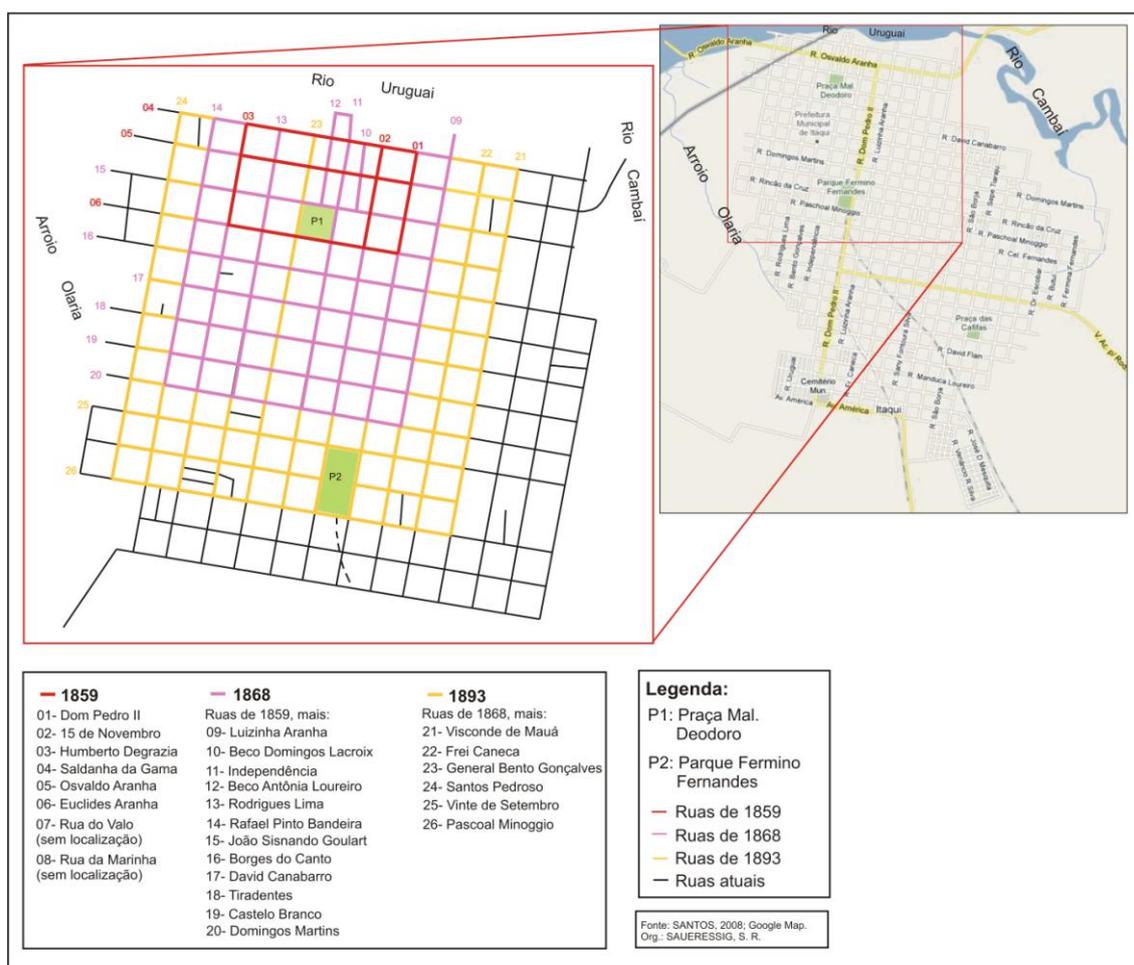


Figura 05: Provável evolução do traçado das ruas de Itaqui desde 1859.

Fonte: SANTOS, 2008; Google Map.

Org.: SAUERESSIG, S. R.

Para oferecer maior proteção à fronteira, em vista de invasões castelhanas e paraguaias, por volta de 1866 foi instalada uma flotilha da Marinha de Guerra às margens do rio Uruguai, próximo à barra do rio Cambai – Flotilha do Alto Uruguai. Cabe ressaltar que em 1864 havia sido deflagrada a Guerra do Paraguai a qual se estendera até 1870, com repercussões de conflitos no país e no estado.

Por influencia de profissionais que atuavam na flotilha e outros munícipes, fundou-se posteriormente, em 1884, o teatro - Theatro Prezewoodowski - (Figura 06), e a Santa Casa de Caridade em 1885. A Flotilha foi extinta de Itaqui em 1906. De acordo com Santos (2008, p.37) os navios de guerra foram para o Rio de Janeiro e o Estabelecimento entregue ao Ministério de Guerra.

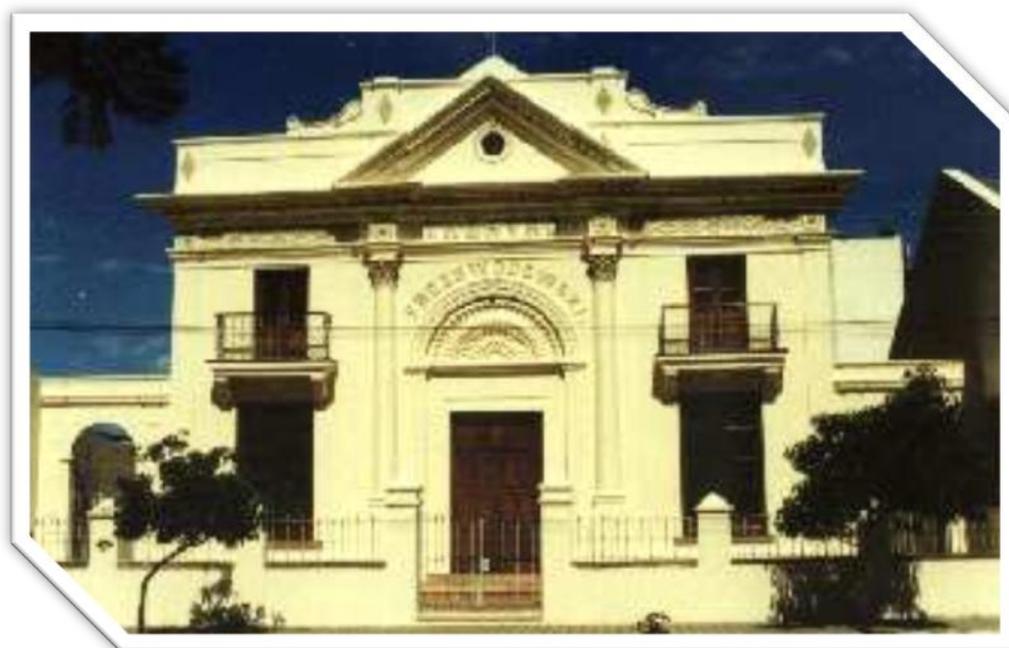


Figura 06: Foto do Teatro Prezewoodowski.
Fonte: BOEIRA, J.

A Vila de Itaqui foi elevada a categoria de cidade em 1879, de acordo com a lei estadual nº1207.

Em 1881 é inaugurado, na cidade de Itaqui, o serviço telegráfico. Essa tecnologia facilitou a comunicação com outros municípios e estados, pois, até então qualquer correspondência seguia por embarcações via rio Uruguai, ou através de estafetas – correio a cavalo (PAHIM, 2003, p. 22).

Em 07 de setembro de 1909 é inaugurado o Mercado Público Municipal (Figura 07), que apresentou seu auge econômico e social logo após sua inauguração, entretanto, com o passar do tempo o intercâmbio comercial via rio Uruguai foi se desarticulando e o Mercado Público deixando de ser uma referência para os comerciantes do período. A partir de então, Santos (2008, p.62) coloca que a cidade foi “avançando e fugindo das margens do rio, assumindo outras formas de transação comercial com grandes casas de manufaturados e empórios mais sortidos, de preços mais compatíveis”. Em 2002 o prédio foi tombado como patrimônio histórico e artístico do município e patrimônio cultural do Estado do Rio Grande do Sul.



Figura 07: Foto do Mercado Público de Itaqui, inaugurado em 1909.
Fonte: BOEIRA, J.

Outro empreendimento de grande importância ao município foi o Saladeiro Itaqui. Construído por volta de 1910, o Saladeiro da família inglesa Dickinson, foi uma grande empresa a qual não explorava apenas o ramo das charqueadas, mas também, a criação de bovinos, ovinos e equinos.

O mercado desses produtos, além da América do Sul, era comercializado com a Europa, Estados Unidos e Japão. Para tanto eram utilizados os portos de Buenos Aires e Montevideú. O saladeiro operou por volta de 27 anos, sendo a crise dos anos 30 o grande estopim de sua ruína.

Ao longo da história de Itaquí, houveram esforços para produção e diversificação de outros produtos, dentre eles pode-se citar a tentativa de inserção de sementes de algodão e tabaco por volta de 1864 (sem resultados), da produção de laranja por volta de 1915/1916, e a do trigo em 1913, por vez, a pecuária sempre ocupou um lugar de destaque no município. Atualmente, Itaquí destaca-se tanto pela pecuária como também pela produção de arroz. De acordo com o IBGE, a produção de arroz para o ano de 2009 alcançou a cifra de 496.280 toneladas, elevando Itaquí a categoria de segundo maior produtor de arroz no estado, sendo o município de Uruguaiana o maior produtor com 680.621 toneladas de arroz.

Itaquí também contou com um ramal ferroviário, a linha São Borja - Barra do Quaraí, administrado pela empresa BGS (The Brazil Great Southern Railway Co. Ltd), durante o período de 1888 a 1924. Segundo Giesbrecht (2007), o trecho Uruguaiana – Itaquí foi inaugurado já em 1888, chegando a São Borja somente em 1913. O trajeto entre Itaquí e Uruguaiana, de grande utilidade ao Saladeiro Itaquí (PAHIM, 2003, p.85), foi extinguido em 1974.

Segundo consta, em 1924 a ferrovia foi encampada pela União e repassada, em 1933, à Viação Férrea do Rio Grande do Sul – VFRGS (1933-1996). A linha Itaquí-São Borja, justamente a mais nova, durou até 1980 transportando passageiros, e, de acordo com Giesbrecht (2007), parece nunca ter sido oficialmente suprimida, apesar de não estar sendo utilizada. O antigo prédio da estação e o parque ferroviário hoje servem como parque público da cidade - Parque Fermínio Fernandes (Figura 08).



Figura 08: Foto da antiga estação férrea de Itaqui, Parque Fermino Fernandes.
Fonte: BOEIRA, J.

Embora a linha São Borja – Barra do Quaraí tenha sido instalada “mais por motivos estratégicos do que econômicos, visto que acompanhava a fronteira com a Argentina ao longo do rio Uruguai” (GIESBRECHT, 2007), ela demonstra a evolução nos meios de transportes apontando para um novo direcionamento territorial, deixando o caminho do rio cada vez mais as costas da cidade. Atualmente, já não mais as ferrovias mas, as rodovias traçam os caminhos e são, praticamente, unânimes.

Com relação à população de Itaqui, esta foi ascendente até a década de 1990, quando passa a apresentar um pequeno declínio, como mostra o gráfico abaixo (figura 09). Conforme já citado, em 1859 quando o município emancipou-se contava com uma população total de 6.031 habitantes (hab.), em 1901 o município contava com 9.917 hab. e, em 1929 eram 16.587 hab. (PAHIM, 2003, p.61).

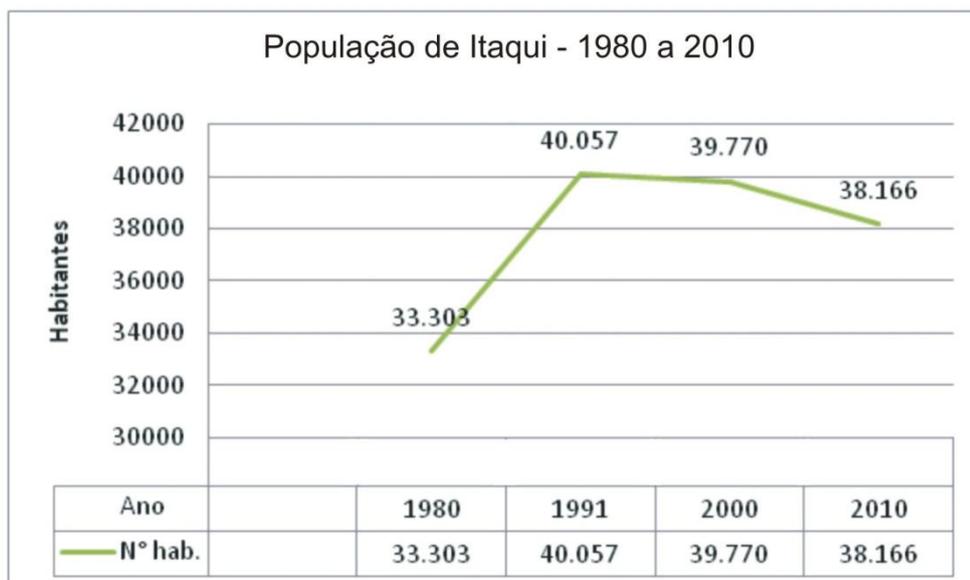


Figura 09: Gráfico da população de Itaqui para o período de 1980 a 2010.
Fonte: IBGE.

Atualmente, de acordo com censo do IBGE de 2010, o município conta com uma população de 38.166 habitantes para uma área territorial de 3.404 Km², sendo que 33.301 habitantes residem no meio urbano, ou seja, em torno de 87% da população está concentrada na área urbana de Itaqui.

4.1.2 Plano Diretor

O plano diretor pode ser considerado como um importante instrumento do planejamento e, uma vez que for definido, deve ser observado pelos gestores municipais. Torna-se importante construir um plano diretor com olhar multidisciplinar, buscando assim, contemplar todas as necessidades e direcionamentos de que cada município necessita, tanto com relação às questões econômicas como também para as questões sociais e ambientais.

Em 2007 foi instituído, pela Lei nº 3243, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Itaqui (PDDI). Assim, destacamos alguns pontos que fazem parte dos princípios e objetivos deste Plano.

De acordo com o art. 6º, constituem-se como parte dos princípios do PDDI o direito a cidade para todos, compreendendo desde questões como o direito à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura, ao transporte, aos serviços públicos, como ao trabalho e ao lazer. Também fazem parte dos

princípios do PDDI à preservação e recuperação do ambiente natural, assim como a participação da população nos processos de decisão, planejamento e gestão.

Constitui-se como objetivo do PDDI (2007, p. 09), o desenvolvimento das funções sociais da propriedade e o uso socialmente justo e ecologicamente equilibrado e diversificado do território, a fim de se assegurar o bem-estar dos habitantes. Para tanto, o município almeja, dentre outros, fazer a utilização racional dos recursos naturais de modo a garantir uma cidade sustentável, também, o planejamento do desenvolvimento da cidade, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, além de ordenar e controlar o uso do solo a fim de se evitar, dentre outros, a especulação imobiliária, a poluição e a degradação ambiental e a excessiva ou inadequada impermeabilização do solo.

Do Plano das Ações do Meio Ambiente destacam-se as diretrizes para se ampliar a questão da arborização urbana, do reflorestamento e produção de mudas específicas. Busca de sensibilização da população sobre os problemas ambientais, assim como, a recuperação das nascentes dos rios, sangas e riachos, a preservação da vegetação ciliar, além da promoção de estratégias ambientais de intervenção, ações, programas e projetos que permitam o tratamento dos efluentes líquidos (PDDI, 2007, p.18).

Igualmente, fica estabelecido pelo PDDI, Art.183 (2007, p.77), que serão consideradas áreas de preservação permanente, em área urbana, todas as áreas atingidas pelas enchentes do rio Uruguai, já estabelecendo que estas áreas serão consideradas como áreas de alto, médio e baixo risco de acordo com os níveis mais baixos e mais altos do leito do rio. Contudo, o PDDI não estabelece quais são as cotas dos níveis da água para o estabelecimento dos graus do risco.

Por vez, o PDDI entra em conformidade com o previsto na Lei nº 6.766, a qual dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. Assim, dentre outros, salienta que não pode ser parceladas áreas alagadiças ou sujeitas a inundações, também, florestas e demais formas de vegetação natural situada ao longo de rio ou qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura

mínima deverá ser igual à metade da largura do mesmo, não podendo esta faixa ser menor que 30m (trinta metros), até o máximo de 100m (cem metros), e ainda, florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas nascentes, mesmos nos chamados “olhos d’água”, seja qual for a situação topográfica, num diâmetro de 50m (cinquenta metros) (PDDI, 2007, p. 70).

Com relação às Ações de Desenvolvimento Social, o PDDI prevê o atendimento a famílias em situação de vulnerabilidade, destinando recursos para a construção de pequenas casas, bem como o acompanhamento da família através de apoio e articulação de práticas públicas, com a participação do Conselho Municipal de Assistência Social (PDDI, 2007, p. 22). Também, buscando a inclusão de famílias de baixa renda, adquirir terrenos, construir e ampliar centros para informações, orientação e capacitação profissional destinados à famílias vulneráveis, em situação de pobreza e em situação de risco. O PDDI ainda prevê execução de plano de construção de rede de esgoto de especificações adequadas nos bairros para assegurar o esgoto pluvial (PDDI, 2007, p.20).

Por fim, destacamos sobre a estruturação urbana estabelecida pelo PDDI, a qual setoriza a área urbana em zonas e categorias de uso, dentre as quais institui a Zona de Proteção e a Zona Especial.

A Zona de Proteção corresponde ao espaço entre a Rua Saldanha da Gama e a margem do Rio Uruguai. Neste espaço o poder público pretende oficializar um parque, para que esta Zona de Proteção venha atingir sua finalidade. Até o momento esta área continua ocupada por algumas habitações.

Já, a Zona Especial corresponde às áreas urbanas alagáveis (PDDI, 2007, p.26), conforme ilustra a figura 10.

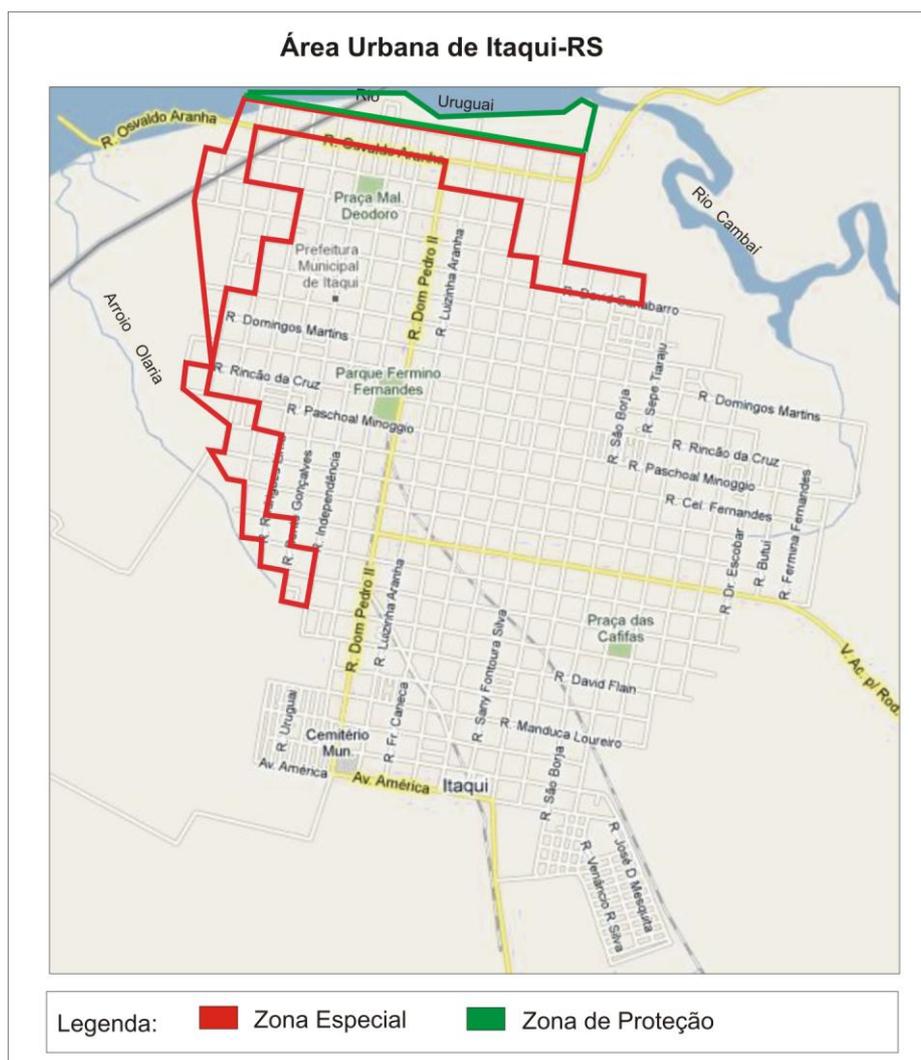


Figura 10: Zona Especial e Zona de Proteção da área urbana de Itaqui.

Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Itaqui, 2007; Imagem Google Maps.
Org.: SAUERESSIG, S.R.

O PDDI avança na gestão e planejamento do risco, ao delimitar uma Zona Especial, a qual corresponde às áreas urbanas alagáveis, mas não apresenta uma classificação das inundações nem apresenta uma diferenciação do grau de risco para esta área.

4. 2 Ambiente Físico

Para a caracterização do ambiente físico abordaremos alguns aspectos referentes à Região Hidrográfica do Uruguai como, suas principais características geomorfológicas e climáticas.

4. 2. 1 Região Hidrográfica do Uruguai

A Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai abrange parte do território de três países, sendo eles: Brasil, Argentina e Uruguai. No Brasil, abrange parte sul do Estado de Santa Catarina e a porção norte, noroeste e oeste do Estado do Rio Grande do Sul, conforme mostra o mapa da figura 11. De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), a bacia abrange, em território brasileiro, uma área de 174.612 km².

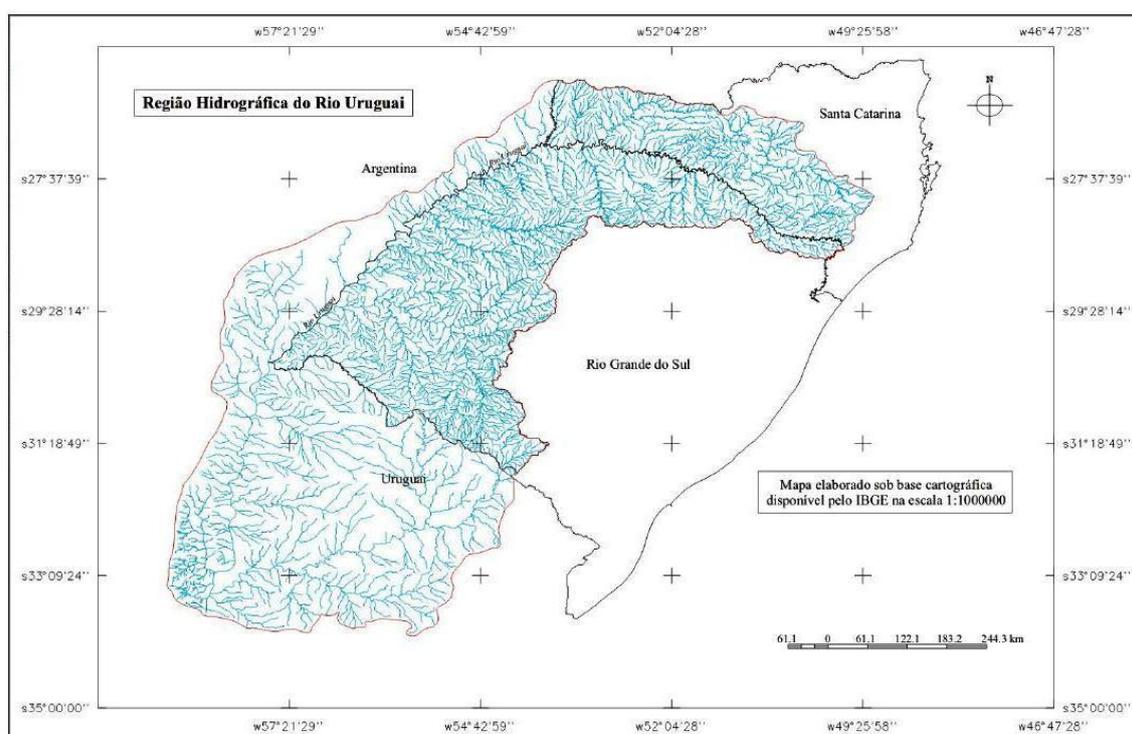


Figura 11: Região Hidrográfica do Uruguai.

Fonte: IBGE.

Org.: RIGHI, E. 2008, p.49.

O rio Uruguai, principal rio dessa Região Hidrográfica, possui 2.200 quilômetros de extensão e se origina da confluência dos rios Pelotas e Canoas (ANA, 2010). Nesse trecho, o rio assume a direção Leste-Oeste, dividindo os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

De acordo com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA/RS, a Região Hidrográfica do Uruguai está dividida em onze sub-bacias conforme mostra o mapa da figura 12. O município de Itaqui está localizado na sub-bacia do rio Ibicui.

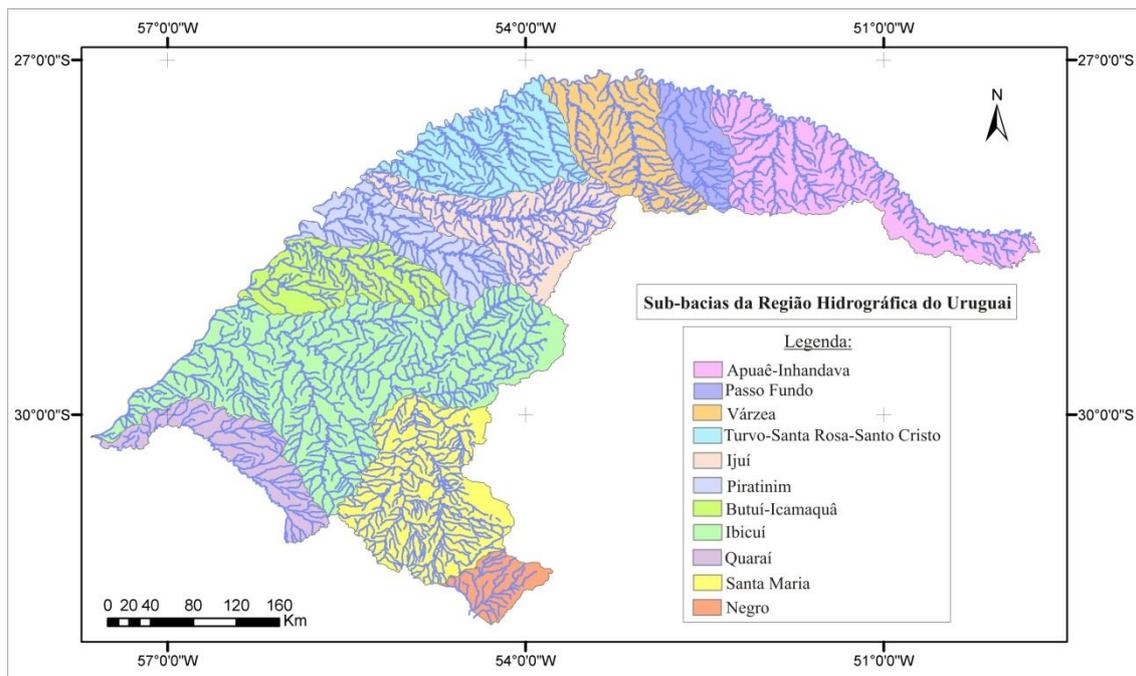


Figura 12: Sub-bacias Hidrográficas do Rio Uruguai.
 Fonte: Secretaria do Meio Ambiente – SEMA.
 Org.: SAUERESSIG, S. R.

4. 2. 2 Principais Características Geomorfológicas da Região Hidrográfica do Uruguai

Geomorfologicamente a Região Hidrográfica do Uruguai está incluída, predominantemente, na Depressão Central e no Planalto Meridional conforme mostra a figura 13.

O Planalto Meridional é formado por uma litologia predominantemente basáltica da Formação Serra Geral. Na região sudoeste do Planalto Meridional a geomorfologia caracteriza-se por apresentar um relevo de aplanamento, associado a restos de derrames basálticos, com situações topográficas em rampas que descem em direção aos terraços fluviais do rio Uruguai.

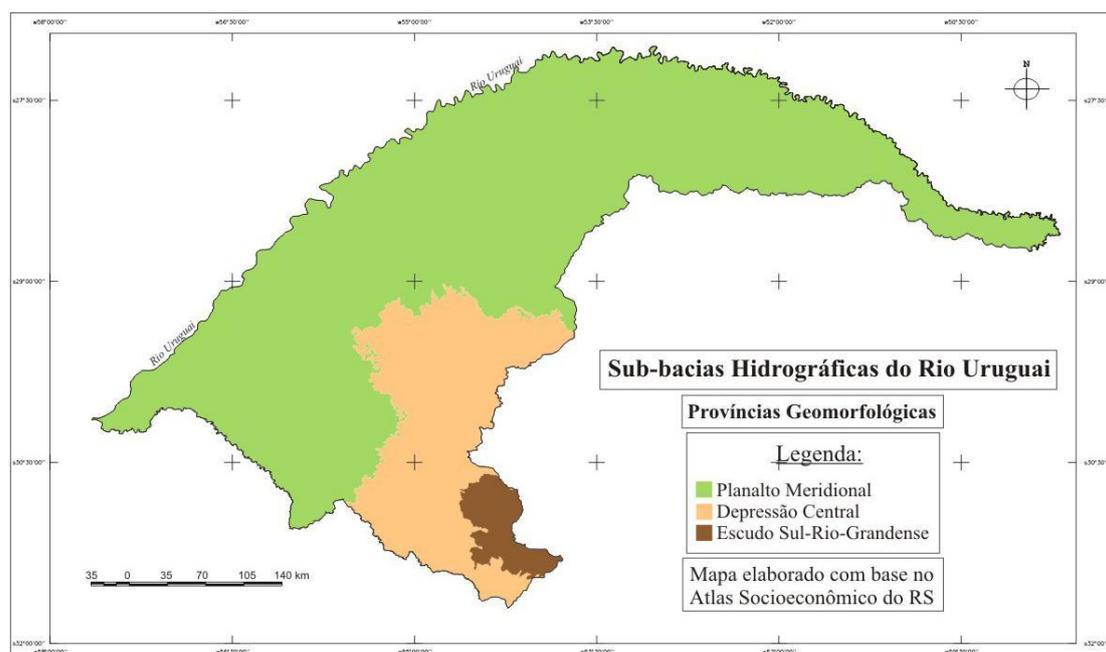


Figura 13: Mapa das unidades geomorfológicas da Região Hidrográfica do Uruguai.

Fonte: Atlas Socioeconômico do RS.

Org.: RIGHI, E. 2008, p.58.

A região onde se localiza o município de Itaqui apresenta, predominantemente, relevo de coxilhas e planícies de inundação. Müller Filho (1970, p. 10) caracteriza as coxilhas como sendo colinas de vertentes suaves, de perfil em geral muito alongado, que se unem por depressões amplas, sem ruptura brusca de declive em relação às colinas vizinhas. Contudo, grande parte do território do município situa-se sobre planície de inundação do rio Uruguai, sobretudo a área urbana.

As planícies de inundação, de acordo com Christofletti (1988, p. 75), também conhecidas como várzeas, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas. Durante as enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio. Ainda, segundo o autor, a planície de inundação pode ser considerada como a “faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, bordejando o curso d’água, e periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio” (CHRISTOFLETTI, 1988, p. 76).

Bigarella (1979, p. 110), detalha que as planícies de inundação “abrange as bacias de inundação e uma série de depósitos ligados ao transbordamento do canal durante as cheias”, sendo que, as bacias de inundação são consideradas as partes mais baixas da planície.

Muitos dos problemas advindos das inundações estão relacionados, sobretudo, com a ocupação ou expansão urbana sobre as planícies de inundações dos rios.

4. 2. 3 Principais Características Climáticas da Região Hidrográfica do Uruguai

De acordo com o Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai (2006, p. 30) o clima desta Região Hidrográfica, seguindo a classificação climática de Köeppen, pode ser considerado como Clima Temperado, variando entre -3°C e 18°C nos meses de maior frio e, apresentando chuvas em todas as estações e, Clima Subtropical para as áreas em que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C , em geral, correspondem às áreas de relevo mais baixo, próximas do rio Uruguai.

Conforme Sartori (2003, p. 28), o Estado do Rio Grande do Sul (RS), situa-se em zona climaticamente de transição e, por isso, as principais características climáticas do RS remetem a participação tanto dos Sistemas Atmosféricos Extratropicais (massas e frentes polares) quanto dos Intertropicais (massas tropicais e Correntes Perturbadas), embora os primeiros exerçam o controle dos tipos de tempo. Assim, a posição subtropical faz com que a região seja área de confronto periódico entre forças opostas, proporcionando a distribuição das chuvas durante todo o ano, em razão das sucessivas passagens frontais.

Entretanto, Sartori (2003, p. 28) ressalta que existe variabilidade têmporo-espacial das precipitações, ocasionando episódios de longas estiagens ou de enchentes, que podem acontecer em qualquer época do ano e que remetem a alterações na habitualidade da circulação atmosférica nas escalas regional e zonal, em parte provocadas pelo, hoje conhecido, fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS).

O Fenômeno ENOS corresponde ao El Niño e a La Niña, fases opostas do fenômeno climático. A anomalia do sistema climático mundialmente conhecido como El Niño é “caracterizado pelo aquecimento anormal da temperatura das águas do Oceano Pacífico Equatorial, e sua fase oposta, a La

Niña se caracteriza pelo resfriamento anormal da temperatura das águas do Oceano Pacífico Equatorial” (NOAA/PMEL/TAO).

O ENOS representa uma alteração do sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico, e que tem consequências no tempo e no clima em todo o planeta. Conforme o CPTEC considera-se para o fenômeno El Niño:

Não somente a presença das águas quentes da Corrente El Niño, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial. Com esse aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade e, portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Em algumas regiões do globo também são observados aumento ou queda de temperatura (CPTEC).

A partir dessas mudanças no comportamento da circulação atmosférica destacam-se algumas consequências graves em regiões habitualmente isentas de tais eventos como, secas anormais ou, ao contrário, ciclones e chuvas com totais pluviométricos extremamente elevados em relação às normais locais e regionais.

Para o RS observa-se que o fenômeno El Niño provoca eventos prolongados de precipitação, causando situações de inundações em diversos municípios, enquanto que o fenômeno La Niña provoca períodos prolongados de estiagens causando danos, em especial, na economia do Estado.

Por conseguinte, são os condicionantes climáticos de origem dinâmica que determinam a gênese do clima da região e controlam a sucessão e a definição dos tipos de tempo, este por sinal, pouca interferência sofre em função dos fatores geográficos regionais, representados principalmente pela altitude, relevo, continentalidade e vegetação, responsáveis apenas por variações dos valores dos elementos climáticos como temperatura, pressão atmosférica, vento, umidade, entre outros (SARTORI, 2003, p. 28).

Pela latitude, o ritmo das estações do ano determina o ciclo das temperaturas médias mensais e anuais. De acordo com Sartori (2003, p. 29), o comportamento das temperaturas remete o domínio dos Sistemas Atmosféricos, apenas variando de valor em função, principalmente, da altitude e da continentalidade. Os valores mais baixos de temperatura são sempre

registrados no topo do Planalto e os mais altos normalmente ocorrem na depressão ou vale do rio Uruguai. Da mesma maneira, a variação espacial da chuva sofre, em parte, a influência do relevo, já que o RS possui a Serra Geral no seu setor central, com alinhamento perpendicular à direção geral de deslocamento das frentes polares, que é principalmente de sudoeste para nordeste (SW => NE) desde o extremo sul do Oceano Pacífico até as latitudes tropicais do Oceano Atlântico, o que determina alterações no volume pluviométrico registrado nas regiões climáticas do estado.

Recentemente, Rossato (2011, p. 253) apresentou um novo estudo do clima no Rio Grande do Sul (RS) com foco na variabilidade espaço-temporal dos elementos climáticos-meteorológicos, considerando uma escala regional, para um período analisado de 1931 a 2007.

Segundo Rossato (2011, p.206), a gênese das precipitações no RS está ligada aos sistemas frontais, sendo a atuação dos sistemas atmosféricos que caracterizam o clima no RS, isto é, os sistemas polares são os grandes dinamizadores do clima no estado em interação com os sistemas tropicais.

Através de seus estudos a autora também apresenta uma nova classificação com maior detalhamento na diferenciação climática do estado, o que vem a ser a expressão de dados para uma escala regional. Assim, Rossato (2011, p.206) coloca que o RS apresenta clima subtropical dividido em quatro tipos climáticos principais, conforme o quadro 08 que, também, apresenta uma síntese da gênese e características dos tipos climáticos referidos.

Tipo de clima		Gênese	Características
Subtropical I: pouco úmido	Subtropical Ia: pouco úmido com inverno frio e verão fresco	Área com maior influência dos sistemas polares e com menor participação dos sistemas tropicais conjugados com a influência do relevo (Escudo Sul-riograndense e Planície Costeira) e da corrente fria das Malvinas (Falklands). Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.	Chove entre 1200-1500 mm anuais, distribuídos em 80-100 dias de chuva. São os menores valores de precipitação pluvial do RS que se distribuem mensalmente em cerca de 6-9 dias de chuva. A temperatura média anual varia entre 17-20°C. A temperatura média do mês mais quente varia entre 20-26°C.
	Subtropical Ib: pouco úmido com inverno frio e verão quente	Área com maior influência dos sistemas polares e com maior participação dos sistemas tropicais continentais em associação com o efeito da continentalidade e do relevo (Cuesta de Haedo). Os sistemas frontais são responsáveis pela	Chove entre 1400-1700 mm ao ano, porém de forma concentrada em 70-90 dias de chuva. Esta chuva concentra-se em poucos dias ao mês – entre 6 e 9 – e nos meses de outono e primavera. A temperatura média anual varia entre 20-23°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11-

		maior parte das precipitações.	14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23-29°C.
Subtropical II: medianamente úmido com variação longitudinal de temperaturas médias.		Área com maior influência dos sistemas polares e tropicais continentais, porém com interferência crescente dos sistemas tropicais marítimos. Influenciam também o relevo (Depressão Central), a continentalidade e a maritimidade. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.	As chuvas oscilam entre 1500-1700 mm anuais distribuídos em 90-110 dias de chuva. Mensalmente a chuva cai em 6-9 dias. A temperatura média anual varia entre 17-20°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11-14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23-26°C.
Subtropical III: úmido com variação longitudinal de temperaturas médias.		Área com menor influência dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com o efeito 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.	Chovem entre 1700-1800 mm ao ano em 100-120 dias de chuva. Há um leve aumento nos dias de chuvas mensais que nesta região são normalmente de 9-12 dias. A temperatura média anual varia entre 17-20°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11-14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23-26°C. As temperaturas aumentam em direção ao oeste desta região, mas também nos grandes centros urbanos do RS.
Subtropical IV: muito úmido	Subtropical IVa: muito úmido com inverno fresco e verão quente.	Área com menor influência dos sistemas polares, com maior atuação dos sistemas tropicais, marítimos e continentais na primavera e verão em associação com o efeito do relevo (Planalto Basáltico e Vale do rio Uruguai) e da continentalidade. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.	Chove entre 1700-1900 mm ao ano em 110-140 dias de chuva. São, portanto, chuvas mais bem distribuídas (9-12 dias ao mês), ainda que se perceba uma redução dos totais de precipitação nos meses de inverno. A temperatura média anual varia entre 20-23°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 14-17°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23-19°C. É a região com o conjunto de medidas de temperatura mais alto do estado.
	Subtropical IVb: muito úmido com inverno frio e verão fresco.	Área com menor influência dos sistemas polares, porém com maior atuação dos sistemas tropicais marítimos conjugados com efeito do relevo-altitude (Planalto Basáltico). Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.	Chuvas abundantes que oscilam entre 1700-2000 mm anuais bem distribuídas entre 130-150 dias. Mensalmente é a região com maior quantidade de dias de chuva, totalizando 12-15 dias. A temperatura média anual varia entre 14-17°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 8-14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 17-23°C. É a região com o conjunto de médias de temperatura mais baixas do RS.

Quadro 08: Síntese dos tipos climáticos para o RS.

Fonte: Rossato (2011, p. 200).

De acordo com Rossato (2011, p.193) podemos considerar que os tipos climáticos se distribuem nas unidades geomorfológicas da seguinte maneira: Subtropical Ia na região sul do litoral e na totalidade do Escudo Sul-riograndense; Subtropical Ib no reverso da Cuesta do Haedo; Subtropical II na região mediana do litoral e na totalidade da Depressão Central; Subtropical III na região norte do litoral e na escarpa do Planalto Basáltico; Subtropical IVa nas regiões norte e noroeste do Planalto Basáltico, vale do rio Uruguai e; Subtropical IVb a região leste do Planalto Basáltico.

Assim, o mapa da figura 14, mostra os tipos climáticos e sua distribuição no estado do RS:

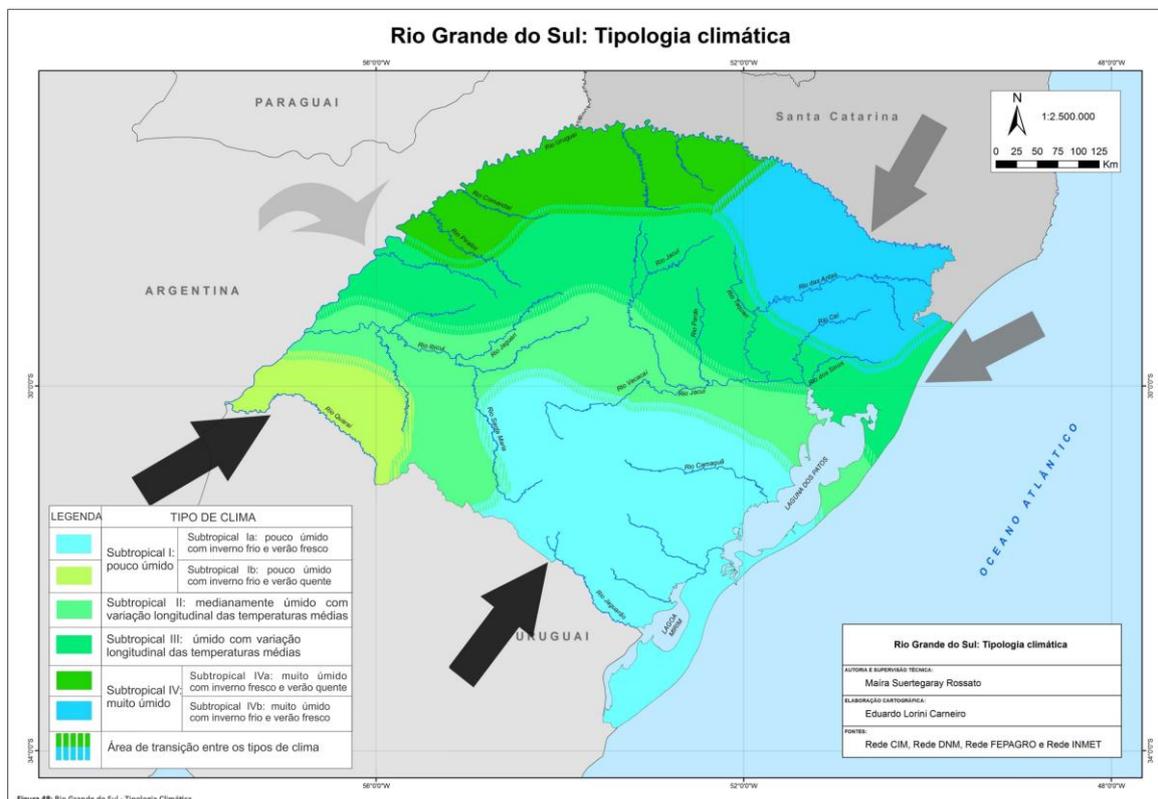


Figura 14: Tipos de clima e sua distribuição no estado do RS.
Fonte: Adaptado de Rossato (2011, p.191).

Por vez, se considerarmos a Região Hidrográfica do Uruguai podemos perceber que esta Região sofre influência de, praticamente, todos os tipos climáticos, sendo que o município de Itaqui encontra-se na região com clima Subtropical III úmido com variação longitudinal das temperaturas médias, com expectativa de chuva entre 1700-1800 mm ao ano e temperatura média anual variando entre 17 – 20°C.

5 RESULTADOS

Nesta etapa do trabalho faremos a análise dos dados levantados, bem como a correlação das informações. A partir destes resultados serão estabelecidas as áreas de perigo, vulnerabilidade e risco.

5.1 Análise dos Dados Levantados

O inventário dos eventos adversos identificou, como mostra o quadro 09, que foram registrados para o período de 30 anos 28 notificações de eventos adversos por inundações sendo que, para 14 foram decretados situação de emergência.

Inundações ocorridas em Itaqui para o período de 1980 a 2010			
	Ano	Eventos Adversos	Decretos
1	1980	1/Out	
2	1982	2/Nov	
3	1983	2	2/Maio/Jul
4	1984	2/Ago/Out	
5	1986	1/Abr	
6	1987	1	1/Abr
7	1989	1	1/Set
8	1990	2	2/Jun/Out
9	1992	1	1/Jun
10	1993	1	1/Jul
11	1994	2/Jul/Out	
12	1997	1	1/Out
13	1998	3/Fev/Ago	1/Abr
14	2002	2/Out	1/Out
15	2003	1	1/Dez
16	2005	2/Maio	1/Jun
17	2008	2/Nov	1/Nov
18	2009	1/Nov	
Total		28	14

Quadro 09: Inundações ocorridas em Itaqui para o período de 1980 a 2010.
Fonte: RECKZIEGEL, B. W. 2007; Defesa Civil, 2011.

O gráfico da figura 15 mostra a distribuição das inundações para o período analisado. Consta-se que as inundações ocorreram em 18 dos 30 anos avaliados, caracterizando uma significativa recorrência dos eventos.

Também, cabe destaque o ano de 1998, quando ocorreram três eventos de inundação nesse único ano.



Figura 15: Distribuição anual das inundações no período de 1980 a 2010.
Fonte: RECKZIEGEL, B. W. 2007; Defesa Civil, 2011.

O Gráfico da figura 16 apresenta a relação entre os meses do ano e os eventos de inundação registrados. A ocorrência de inundações é significativa entre os meses de abril e julho e, muito significativa, entre os meses de outubro e novembro. Dado a recorrência do evento o mês de outubro deve ser definido como de alerta máximo.



Figura 16: Distribuição mensal das inundações no período de 1980 a 2010.
Fonte: RECKZIEGEL, B. W. 2007; Defesa Civil, 2011.

As inundações estão relacionadas com precipitações que tem como característica longa duração e grande abrangência espacial, e que podem estar associadas a fenômenos meteorológicos de maior amplitude, como o fenômeno El Niño, por exemplo (Caderno RH Uruguai, 2006, p.51).

O fenômeno El Niño causa alterações na circulação atmosférica em escalas regional e zonal com fortes impactos, são exemplos períodos de secas na região norte e nordeste e inundações na região sul do país. Assim sendo, através do *Climate Prediction Center*, foi possível apurar para todo o período analisado, tanto os anos quanto os meses em que o fenômeno se manifestou. O quadro 10 mostra, em destaque, a elevação da temperatura da água do Oceano Pacífico indicando, assim, a manifestação do fenômeno ao longo dos meses.

Mês Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1980	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
1981	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
1982	0.0	0.1	0.1	0.3	0.6	0.7	0.7	1.0	1.5	1.9	2.2	2.3
1983	2.3	2.0	1.5	1.2	1.0	0.6	0.2	-0.2	-0.6	-0.8	-0.9	-0.7
1984	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.7	0.5	0.1	-0.2	-0.7	-1.2	-1.3	-1.2	-1.3	-1.6	-1.9	-1.9
1989	-0.1	-1.5	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
1991	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.4	1.6
1992	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	0.8	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.2
1993	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
1994	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.2	1.3
1995	1.2	0.9	0.7	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
1996	-0.7	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4
1997	-0.4	0.3	0.0	0.4	0.8	1.3	1.7	2.0	2.2	2.4	2.5	2.5
1998	2.3	1.9	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.0	-1.1	-1.3	-1.4
1999	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-1.1	-1.3	-1.6
2000	-1.6	-1.4	-1.0	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
2001	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1
2002	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.4
2003	1.2	0.9	0.5	0.1	-0.1	0.1	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8
2005	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	-0.1	-0.4	-0.7
2006	-0.7	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.9	1.1	1.1
2007	0.8	0.4	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-1.0	-1.1	-1.3
2008	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.6
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.1	0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8
2010	1.7	1.5	1.2	0.8	0.3	-0.2	-0.6	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	

Quadro 10: Relação de ocorrência do El Niño (em vermelho) para os últimos 30 anos.
Fonte: *National Weather Service. Climate Prediction Center.*

Ao observar o quadro 09, que mostra os eventos de inundações registrados, e o quadro 10, que mostra as manifestações de El Niño, podemos

constatar que os eventos de inundações são correspondentes em 12 anos com a manifestação do fenômeno El Niño, como segue: 1982; 1983; 1986; 1987; 1992; 1994; 1997; 1998; 2002; 2003; 2005 e 2009. Dessa forma, pode-se considerar uma relação próxima de 70% entre eventos de inundações e fenômenos de El Niño, evidenciando a importância deste evento para o estabelecimento de sistemas de alerta para a região.

Reforça esta interpretação o fato que, de acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), as manifestações mais intensas do El Niño, desde a existência das observações, ocorreram nos anos de 1982/83 e 1997/98. Nestes anos o município de Itaqui registrou grande número de eventos. De acordo com o quadro 09, foram registradas duas inundações em 1982 e, outras duas em 1983 estas com decreto de situação de emergência. Para o ano de 1997 foi registrado um evento, e para o ano de 1998 três eventos de inundação, sendo que para um evento foi decretado situação de emergência.

A inundação de 1983 foi o evento que atingiu a maior cota fluviométrica para o período dos 30 anos estudados, quando o rio chegou a marca de 14,52m acima do leito normal. Em 1997 também atingiu uma das maiores cotas fluviométricas, chegando a 13,30m acima do leito normal. As maiores cotas fluviométricas registradas para o período analisado estão dispostas no gráfico da figura 17:

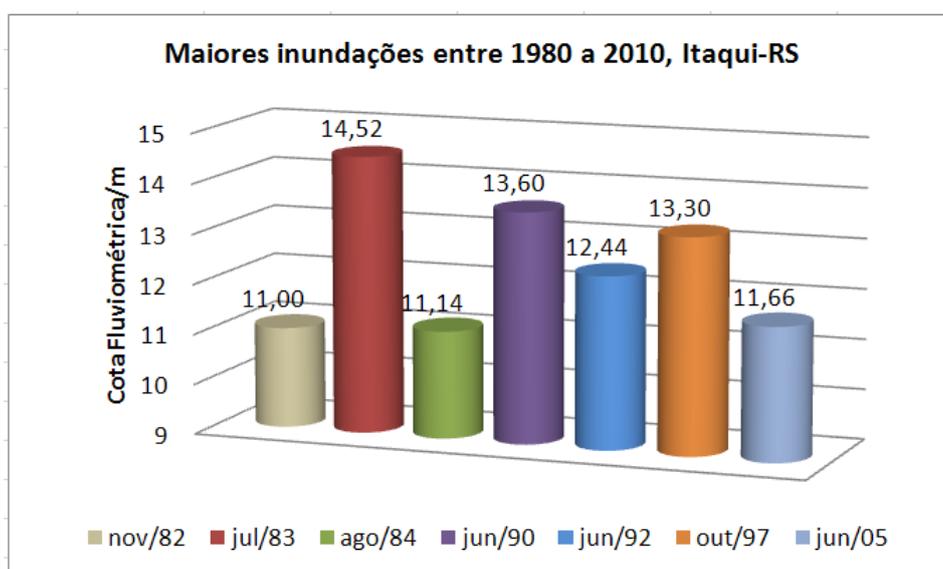


Figura 17: Gráfico das maiores inundações ocorridas em Itaqui no período de 1980 a 2010.
Fonte: Agência Nacional das Águas, 2010.

5.1.1 As Barragens e os eventos de Inundação em Itaqui

Com relação às barragens, o grande lago que surge em função do barramento, tem capacidade de controlar a vazão natural do rio, assim, um evento de precipitação pode ficar armazenado no lago e ser liberado para jusante de forma controlada e, assim, evitar eventos de inundações ou proporcionar um sistema de alerta de possível inundação devido à abertura de comportas.

Para o município de Itaqui o barramento das hidrelétricas em funcionamento na Região Hidrográfica do Uruguai não foram significativas com relação ao controle de inundações, visto que, mesmo após o início da operação das quatro Usinas Hidrelétricas destacadas no quadro 11, houveram eventos de inundação no município.

O gráfico da figura 15 permite observar que entre os anos de 1980 até 1994 ocorriam, aproximadamente, dois anos com registros de eventos de inundação para um ano sem registro de inundação, a partir de 1995 as inundações passam a ser mais espaçadas, ocorrendo, em média, um ano com evento adverso de inundação para, também, um ano sem evento adverso. Esse espaçamento pode ter relação com a atuação das barragens associado, também, a estiagens registradas no RS, visto que, os anos de 1996, 1997, 1999, 2000, 2002, 2004 e 2005 foram anos marcados por estiagens no Estado (RECKZIEGEL, 2007, p. 83).

Barragem	Início de Operação	Localização/Municípios	Rio	Área Inundada
Itá	Nov 2000	Aratiba (RS) e Itá (SC)	Uruguai	100 a 200 Km ²
Machadinho	Fev 2002	Maximiliano de Almeida (RS) e Piratuba (SC)	Pelotas	56,7 Km ²
Barra Grande	Nov 2005	Esmeralda (RS) e Anita Garibaldi (SC)	Pelotas	50 a 100 Km ²
Foz do Chapecó	Ago 2010	Alpestre (RS) e Águas de Chapecó (SC)	Uruguai	30 a 50 Km ²

Quadro 11: Barragens em funcionamento no Vale do Rio Uruguai.

Fonte: <http://www.observabarragem.ippur.ufrj.br/>

As barragens do rio Pelotas são consideradas porque o rio Uruguai é formado da confluência do rio Pelotas-RS com o rio Canoas-SC.

Existem vários projetos de barragens para hidrelétricas ao longo da calha do rio Uruguai, algumas já em funcionamento mas, a grande maioria ainda encontra-se em fase de estudos, como a de Garabi, Pai-Querê, entre outros projetos (figura 18).

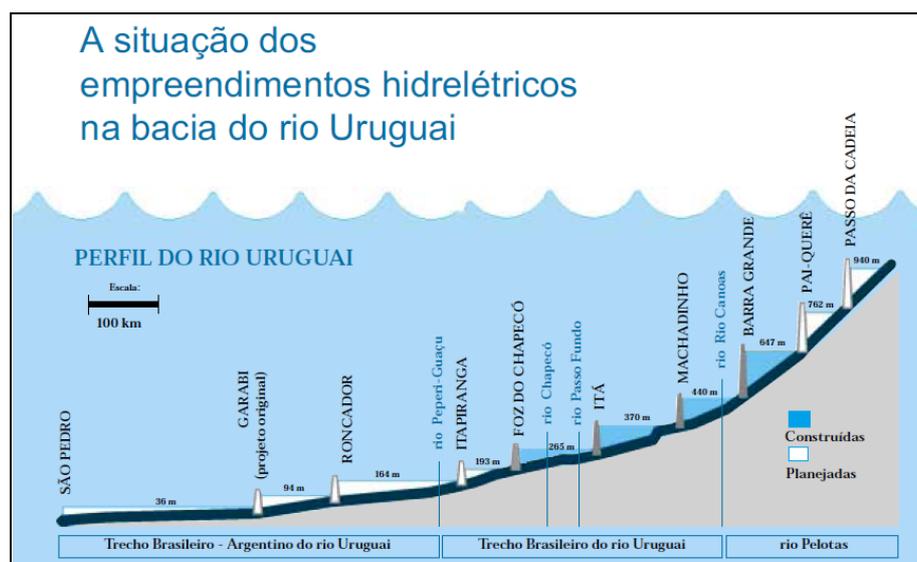


Figura 18: Barragens projetadas ao longo do perfil do rio Uruguai.
Fonte: adaptado de Paim e Ortiz (2006, p. 20).

Caso as usinas sejam implementadas conforme os projetos atuais, o município de Itaqui se localizará entre a Usina de Garabi e o lago da Usina de São Pedro.

Dessa forma, precisarão ocorrer estudos que relacionem a construção destas barragens e os fenômenos de inundação na área urbana de Itaqui.

5. 2 Análise do Perigo

A análise das áreas atingidas por inundações na cidade de Itaqui permite definir que, a partir da cota fluviométrica de 10m as cheias começam a atingir as áreas urbanizadas, especialmente, os bairros localizados nas áreas ribeirinhas. As fotos 19, 20 e 21 mostram as áreas afetadas pela cheia quando o rio atinge cota fluviométrica entre 10,5m e 11m de elevação na Aduana do Porto de Itaqui.

Os trabalhos de campo permitiram determinar a área atingida pelas inundações recorrentes na área urbana de Itaqui, mostradas no mapa da figura 22.



Figura 19: Inundação de novembro de 2008, Rua Independência com Saldanha da Gama. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 10,80m. Na foto, do centro para a esquerda observa-se a Aduana e o porto, respectivamente. Mais a direita, predomina área comercial.
Fonte: MEYER, C., 2008.



Figura 20: Foto da régua linimétrica no Porto de Itaquí. Inundação de novembro de 2008 atingindo cota fluviométrica de 10,81m.

Fonte: MEYER, C., 2008.



Figura 21: Foto da inundação de novembro de 2009, Rua Independência com Saldanha da Gama. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 10,80m.

Fonte: MEYER, C., 2009.



Figura 22: Área atingida pelas inundações recorrentes, Itaqui-RS.

Através dos dados levantados, pode-se constatar que a maior inundação ocorrida para o período em análise foi no ano de 1983, quando a inundação alcançou a cota fluviométrica de 14,52m. Através de fotos e pontos marcados no ano da inundação e, com o auxílio das curvas topográficas pode-se constatar que este evento de inundação alcançou entre as cotas 59m a 62m de altitude, dependendo da área.

Essa amplitude altimétrica é função de um conjunto de fatores como, o relevo suave que faz com que o aumento de poucos centímetros do nível da água atinja áreas extensas, o represamento em função da baixa vazão do rio Cambaí, do arroio Olaria, e de outros pequenos cursos intermitentes que passam pela área urbana de Itaqui. O conjunto destes fatores possibilita o alagamento de alguns pontos com cotas mais elevadas como as de 62m de altitude.

Nessas condições, a água chegou a atingir a Praça Marechal Deodoro, o pátio do Presídio de Itaqui e grande parte dos bairros margeados pelo arroio Olaria, conforme mostram as figuras 23, 24 e 25:



Figura 23: Foto da Praça Marechal Deodoro, inundação extraordinária de 1983. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 14,52m.
Fonte: FLORES, A. E., FLORES, A. M., 1983.



Figura 24: Foto da quadra do Presídio de Itaqui, inundação extraordinária de 1983. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 14,52m.
Fonte: FLORES, A. E., FLORES, A. M., 1983.



Figura 25: Foto do Bairro Vinte e Quatro de Maio, inundação extraordinária de 1983. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 14,52m.
Fonte: BOEIRA, J. 1983.

A inundação de 1983 foi o único evento que atingiu, praticamente, toda a extensão dos bairros Ponte Seca, Centro, Cerrinho Dois Umbus, Várzea, Enio Sayago e, Vinte e Quatro de Maio, conforme mostra o mapa da figura 26.

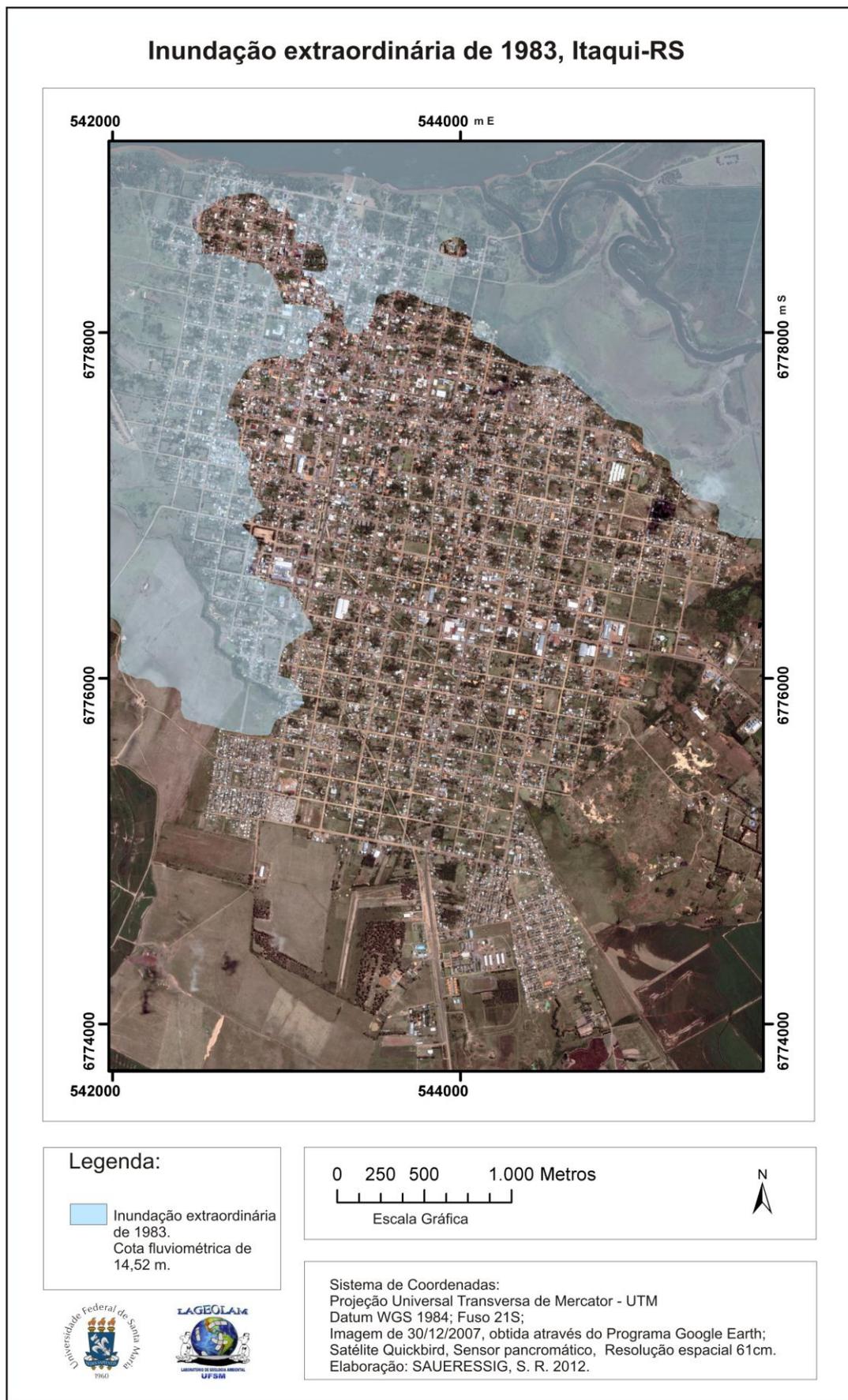


Figura 26: Área atingida pela inundação extraordinária de 1983, Itaqui-RS.

A área urbana definida pelo Plano Diretor de Itaqui como “Zona Especial” abrange a área que sofre com as inundações recorrentes, que ocorrem em função da proximidade da área urbana com o rio Uruguai e seus afluentes locais, em especial, o rio Cambaí e o arroio Olaria. O que torna essa área “especial” é a proximidade entre as residências e essas drenagens aliada ainda a topografia, que por apresentar relevo suave, em tempos de cheia, as águas atingem extensas áreas causando transtornos a cidade e perdas materiais significativas.

A área de inundação recorrente foi definida e delimitada através dos dados levantados e através dos trabalhos em campo. Esta área se aproxima da área definida no Plano Diretor de Itaqui com “Zona Especial”. Por ser a área urbana inundada com maior frequência, com cota fluviométrica entre 10,5m e 11m, ela foi classificada como sendo de alto grau de perigo e corresponde, aproximadamente, a uma área de 1,2km² de extensão.

Também, com os trabalhos de campo, através da análise das cotas fluviométricas, de fotografias que registram os eventos e das curvas topográficas, foi possível estimar a área de baixo grau de perigo. Esta área foi delimitada pela inundação extraordinária de 1983 a qual foi o maior evento registrado para o período estudado, atingindo cota fluviométrica de 14,52m. Em extensão, essa área corresponde aproximadamente a 2,56km² da área urbana de Itaqui.

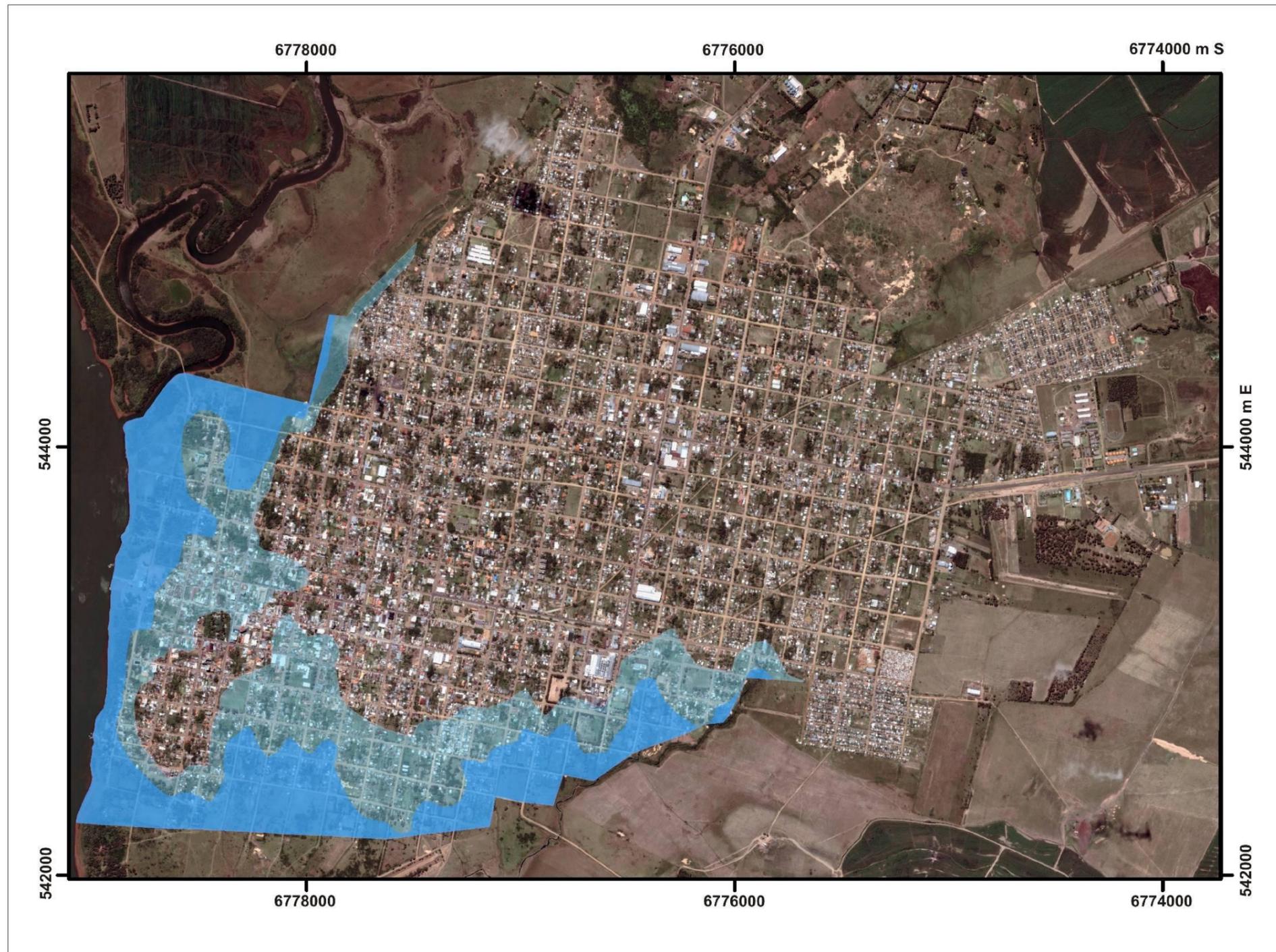
Assim, foi estabelecido dois graus de perigo:

a) área com alto grau de perigo que corresponde à área que sofre com as inundações recorrentes e que são as áreas mais próximas do rio Uruguai, do rio Cambaí e do arroio Olaria;

b) área com baixo grau de perigo, que corresponde à área urbana atingida por um único evento de inundação para o período dos 30 anos analisados.

O mapa da figura 27 apresenta como ficou distribuída e classificada a avaliação do perigo para a área urbana de Itaqui.

Avaliação do perigo, Itaqui-RS



Legenda:

- Perigo Alto
- Perigo Baixo



0 250 500 1.000 Metros

Escala Gráfica

Sistema de Coordenadas:
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum WGS 1984; Fuso 21S;
 Imagem de 30/12/2007, obtida através do Programa Google Earth;
 Satélite Quickbird, Sensor pancromático, Resolução espacial 61cm.
 Elaboração: SAUERESSIG, S. R. 2012.

Figura 27: Mapa da avaliação do grau de perigo para a área urbana de Itaqui-RS.

5.3 Análise da Vulnerabilidade

O município de Itaqui conta atualmente com aproximadamente 38.166 habitantes, sendo que 33.301 destes residem no meio urbano. Apesar de ter um extenso território, a área urbana da cidade se desenvolveu na margem esquerda do rio Uruguai, aproveitando os benefícios deste grande curso d'água, mas tendo que conviver com processos de inundação.

Através dos dados do censo do IBGE de 2010 é possível o levantamento do número de pessoas residentes por bairros e, também, o número de domicílios que cada bairro possui. O quadro 12 mostra essa relação e, também, destaca os bairros que já foram atingidos pelas inundações.

BAIRROS	Nº TOTAL DE DOMICÍLIO POR BAIRRO	Nº PESSOAS RESIDENTES BAIRRO	MÉDIA (população/domicílio)
1-Ponte Seca	276	800	2,89
2-Centro	874	2.296	2,63
3-Cerrinho Dois Umbus	470	1.427	3,04
4-Varzea	475	1.451	3,05
5-Enio Sayago	361	1.163	3,22
6-Estação	398	1.191	2,99
7-Cidade Alta	875	2.456	2,81
8-Capelinha	1.051	2.944	2,80
9-Cohab	660	2.035	3,08
10-Doutor Ayub	745	2.282	3,06
11-José da Luz	547	1.801	3,29
12-Vinte e Quatro de Maio	529	1.740	3,29
13-Chácara	1.157	3.620	3,13
14-Cafifas	850	2.627	3,09
15-Vila Nova	531	1.700	3,20
16-União	135	427	3,16
17-Pro Morar	960	3.341	3,48

Quadro 12: Relação dos bairros e população da área urbana de Itaqui-RS.

Fonte: IBGE, 2010.

Entre os dezessete bairros, oito são suscetíveis a serem atingidos pelas inundações sendo que destes, os mais propensos são: Ponte Seca, Cerrinho Dois Umbus, Várzea, Enio Sayago e, Vinte e Quatro de Maio. O mapa da figura 28 mostra como as inundações recorrentes se espacializam nestes bairros.

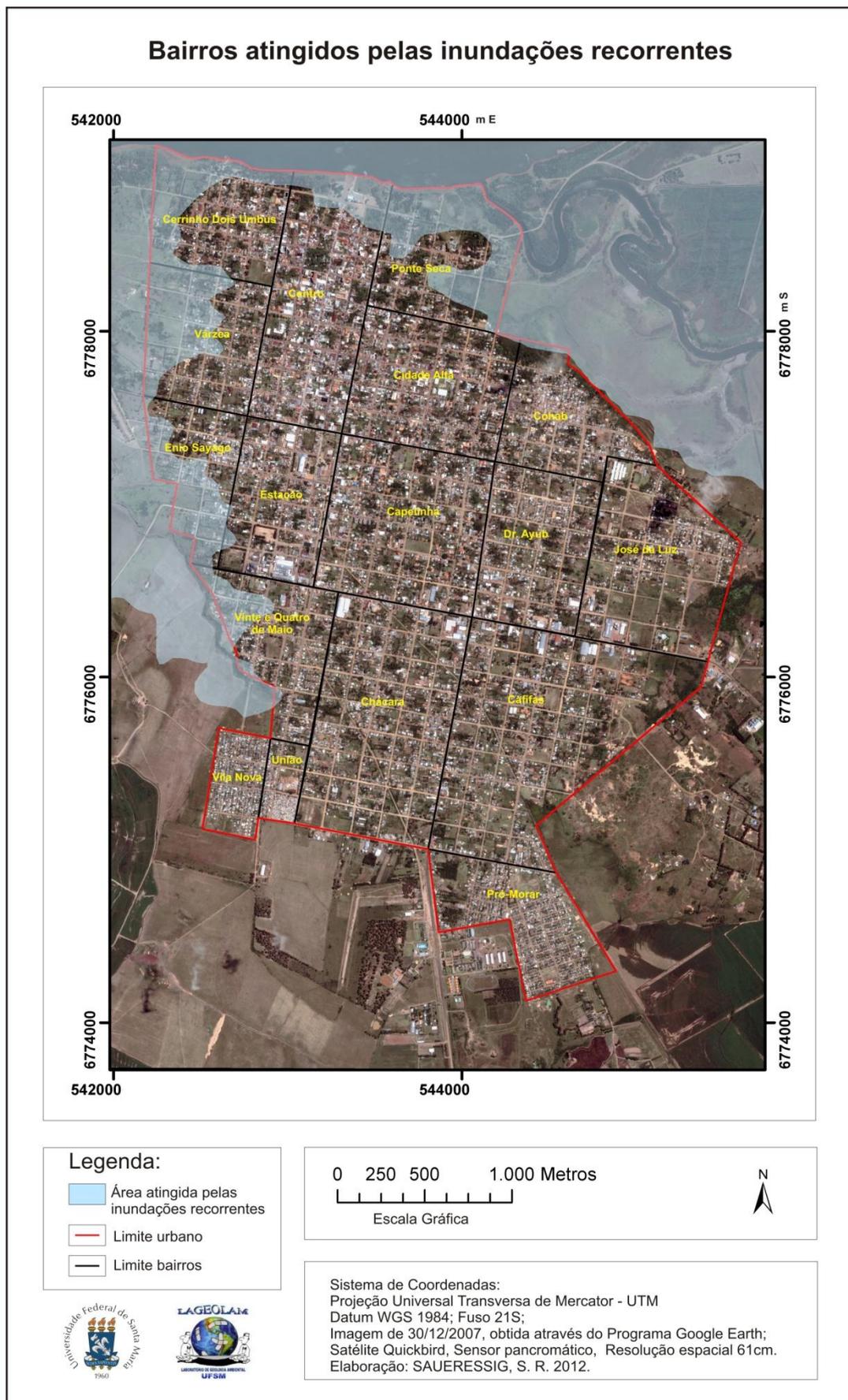


Figura 28: Bairros atingidos pelas inundações recorrentes, Itaquí-RS.

A par desta situação, a avaliação da vulnerabilidade foi desenvolvida nesses bairros mais suscetíveis, nas áreas atingidas pelas inundações recorrentes, classificadas como sendo de alto grau de perigo.

Para a avaliação da vulnerabilidade foi considerado o padrão construtivo habitacional como o material utilizado nas construções e, o estado de conservação das mesmas: casas construídas em alvenaria, em madeira ou com outro material; casas aparentando serem construídas de acordo com normas técnicas de engenharia ou aparentando serem autoconstruídas por seus moradores. Também, a infraestrutura pública disponível com relação à estrutura das vias, quanto à existência ou não de calçamento, pavimento ou apenas chão, iluminação pública e água encanada.

Com relação à iluminação pública e água encanada foi constatada certa homogeneidade na avaliação, visto que, praticamente todas as ruas possuem estes serviços públicos. Já, a estrutura das vias variou bastante, conforme se afasta do centro da cidade as ruas passam da situação de pavimentadas para ruas calçadas e, as mais afastadas de chão.

Assim, com base no padrão construtivo das residências e na infraestrutura urbana, foram definidos três graus de vulnerabilidade: baixa, média e alta vulnerabilidade.

A área considerada de baixa vulnerabilidade apresenta bom padrão construtivo, onde predominam casas de alvenaria, em bom estado de conservação, aparentando serem construídas conforme normas técnicas de construção, ruas calçadas ou pavimentadas, figura 29.

As áreas consideradas com médio grau de vulnerabilidade são bastante heterogêneas e, apresentam padrão construtivo variado, onde predominam casas de madeira, casas antigas e casas de alvenaria aparentando pouca conservação ou, ainda, inacabadas, alternância entre ruas calçadas e de chão, como mostram as figuras 30 e 31.



Figura 29: Rua Bento Gonçalves, Itaqui. Casa com baixo grau de vulnerabilidade.
Fonte: Trabalho de campo, 2011.



Figura 30: Beco Domingos Lacroix com Rua Saldanha da Gama, Itaqui. Casas com médio grau de vulnerabilidade.
Fonte: Trabalho de campo, 2011.



Figura 31: Rua Rafael Pinto Bandeira com Saldanha da Gama, Itaqui. Casas com médio grau de vulnerabilidade.

Fonte: Trabalho de campo, 2011.

Já, as áreas com alta vulnerabilidade apresentam predomínio de residências com baixo padrão construtivo, casas pequenas, de alvenaria ou de madeira com acabamento precário, casas autoconstruídas por seus moradores e ruas de chão. São exemplos as fotos das figuras 32 e 33.

O mapa da figura 34 apresenta como foi distribuída e classificada a avaliação da vulnerabilidade para a área urbana de Itaqui.

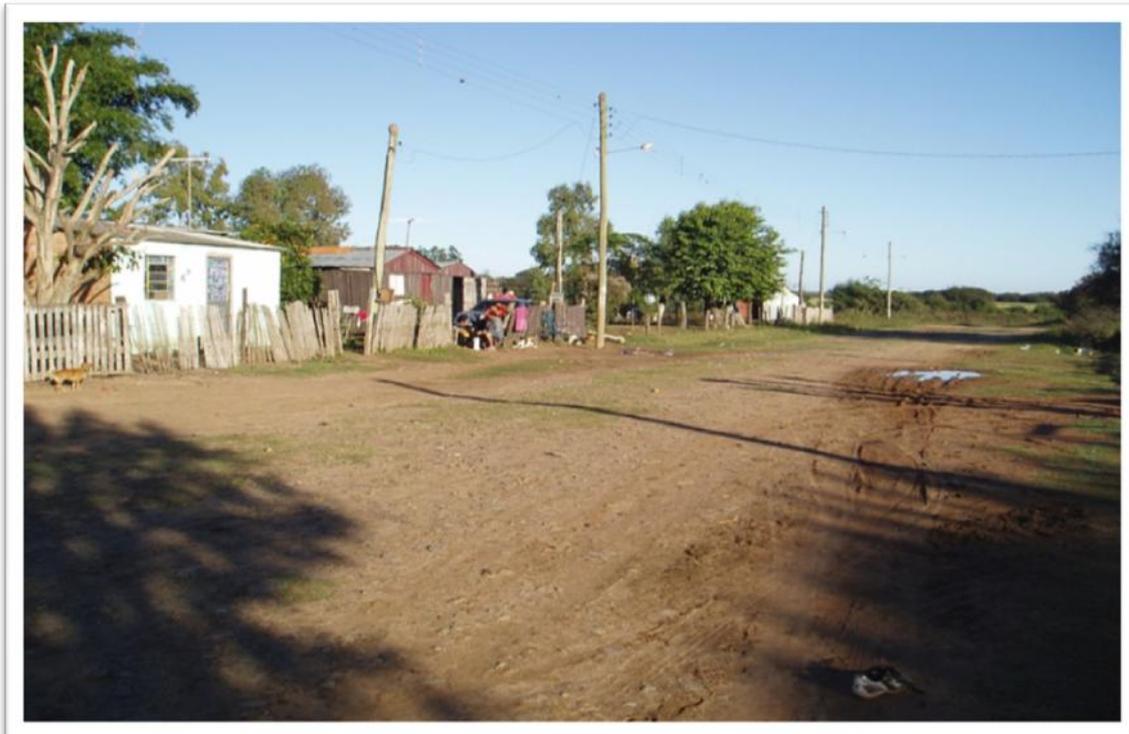
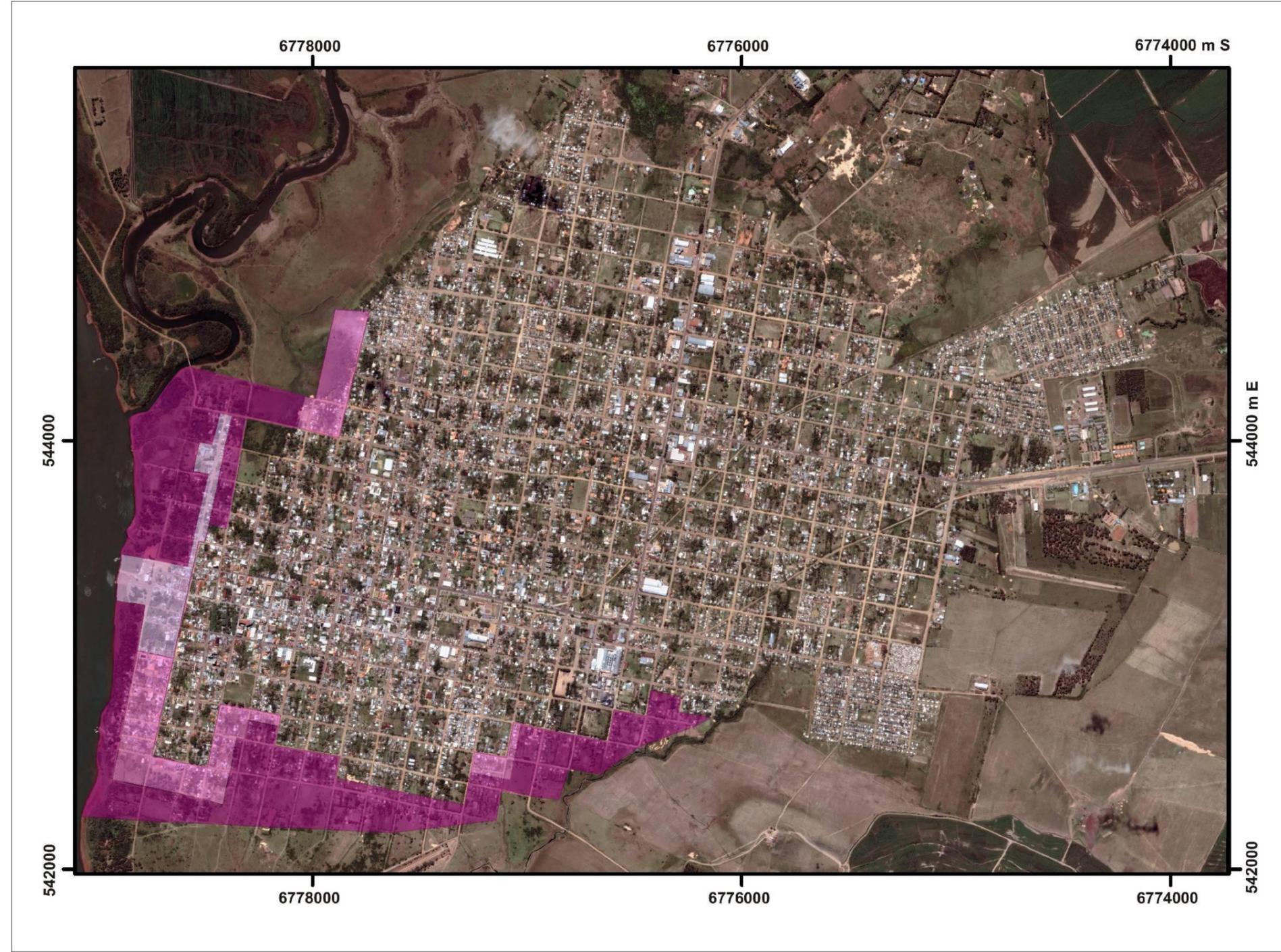


Figura 32: Rua Uruguaiana, Itaqui. Casas com alto grau de vulnerabilidade.
Fonte: Trabalho de campo, 2011.



Figura 33: Rua Bento Gonçalves, Itaqui. Casas com alto grau de vulnerabilidade.
Fonte: Trabalho de campo, 2011.

Avaliação da vulnerabilidade, Itaqui-RS



Legenda:

- Vulnerabilidade Alta
- Vulnerabilidade Média
- Vulnerabilidade Baixa



0 250 500 1.000 Metros
Escala Gráfica



Sistema de Coordenadas:
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum WGS 1984; Fuso 21S;
Imagem de 30/12/2007, obtida através do Programa Google Earth;
Satélite Quickbird, Sensor pancromático, Resolução espacial 61cm.
Elaboração: SAUERESSIG, S. R. 2012.

Figura 34: Mapa da avaliação da vulnerabilidade, Itaqui-RS.

Em função das inundações recorrentes, muitas das famílias que moram nas áreas de alto grau de perigo possuem casas “volantes” como são conhecidas. São casas pequenas, de madeira apoiadas sobre pedaços de troncos de árvores, geralmente cada família possui uma, duas, três ou mais destas casas. Quando a água em um evento de inundação se aproxima, essas casas são removidas com o auxílio de tratores e, assim, é possível evitar grandes perdas de bens materiais. A figura 35 mostra uma situação de inundação em que, ao fundo, a rua Saldanha da Gama já está ocupada pela água e, as casas volantes foram removidas para a rua Rodrigues de Lima.



Figura 35: Rua Rodrigues Lima, Itaqui. Casas volantes removidas em uma situação de inundação.

Fonte: RODRIGUES, F. [199_].

A função a que se propõem as casas volantes, que é a possibilidade da remoção, é um fator que diminui a vulnerabilidade diante de um evento de inundação, contudo, a maioria dessas casas se apresentam com características de alta vulnerabilidade com relação a estrutura física. São casas pequenas, de madeira e, principalmente, a grande maioria muito pouco conservada, algumas autoconstruídas com materiais alternativos, ou seja, pedaços de madeira, chapas de lata, folhas de zinco, entre outros (figura 36).



Figura 36: Casas volantes com alto grau de vulnerabilidade.
Fonte: Trabalho de campo, 2011.

5.4 Zoneamento das áreas de Risco

O zoneamento do risco, com o estabelecimento de diferentes graus, é uma integração dos dados obtidos a respeito do perigo e, da avaliação da situação de vulnerabilidade.

A inundação de 1983 atingiu a cota fluviométrica de 14,52m acima do leito normal do rio Uruguai. No período em estudo, ou seja, entre os anos de 1980 a 2010, esse evento foi o que atingiu maior extensão territorial e que causou maiores transtornos a cidade. Neste sentido, tomamos este evento, a inundação de 1983, como o evento delimitador máximo para a inundação,

considerando-se que para os últimos 30 anos esta cota fluviométrica foi atingida uma única vez.

As inundações recorrentes são aquelas que no período em estudo atingiram a área urbana, causando transtorno às famílias ribeirinhas do rio Uruguai, Cambaí e do arroio Olaria. As inundações recorrentes começam a atingir a área urbana quando a água chega à cota fluviométrica entre 10 e 11m de elevação da água acima do leito normal do rio. Assim, em função da alta frequência desses eventos, as áreas atingidas pelas inundações recorrentes são consideradas como delimitadoras para as condições de início do processo de inundação.

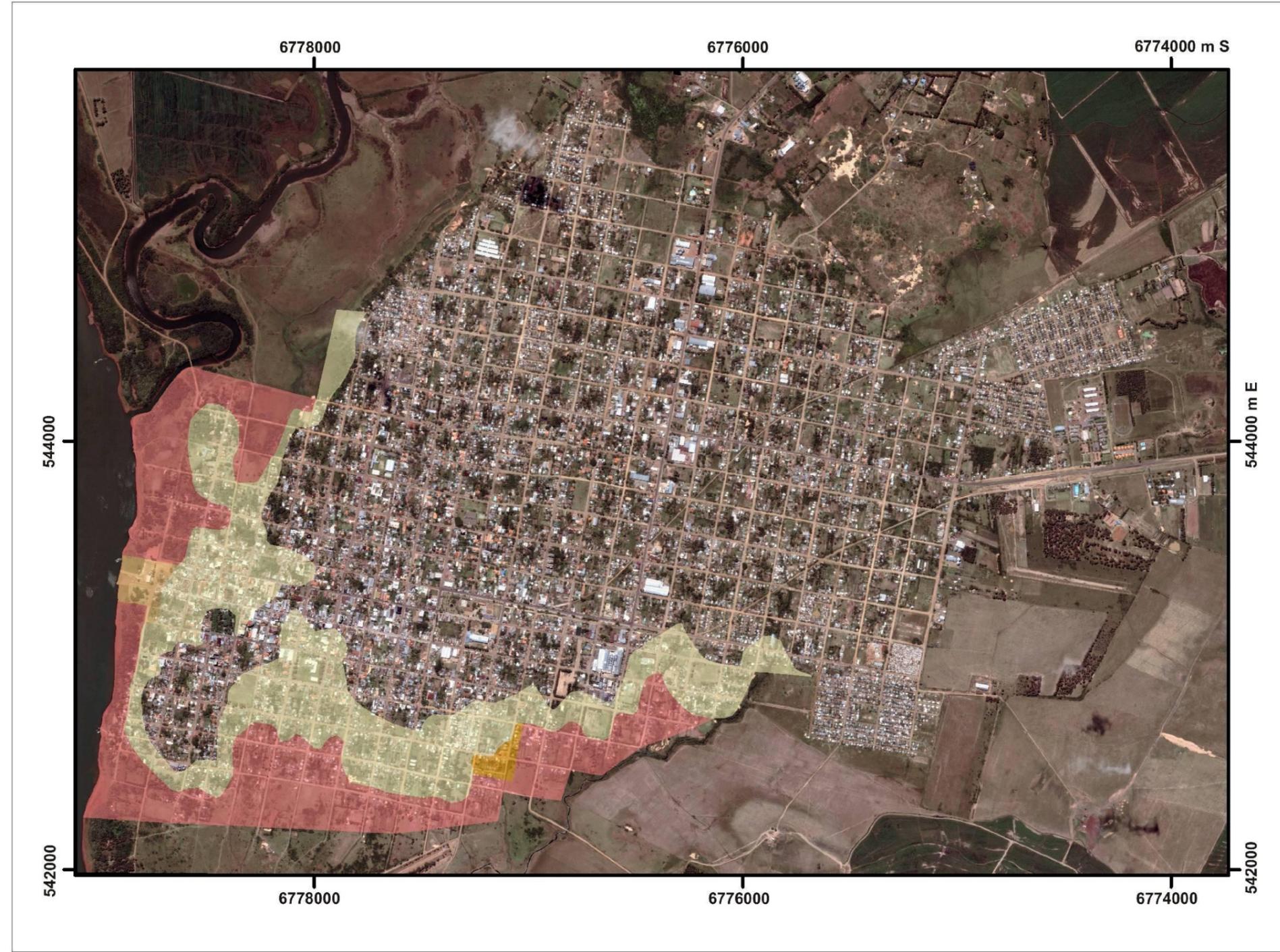
As inundações recorrentes definiram as áreas de alto perigo que, posteriormente, foram analisadas com base em quem sofre o evento, definido por vulnerabilidade.

Assim sendo, após analisar os dados levantados e correlacionar as informações, tanto com relação ao perigo como da vulnerabilidade, foi definido o zoneamento do risco a inundação em quatro graus: Risco baixo; Risco médio, Risco alto e; Risco muito alto, conforme estão espacializados no mapa abaixo (figura 37).

Através deste zoneamento constatou-se que a área de baixo risco ocupa um espaço de 1,30 Km², equivalendo a 12,85% da área urbana e, se caracteriza pelas áreas limitadas pela inundação máxima de 1983, com cota fluviométrica de 14,52m.

A área de médio risco ocupa um espaço de 0,05 Km², equivalendo a 0,50% da área urbana, se caracterizando pelo alto grau de perigo, mas apresentando vulnerabilidade baixa. Isto, em função da existência do Porto de Itaqui, da praça do porto e, da Aduana, visto que, a Aduana consiste em um prédio bem estruturado, com boa capacidade de resistência ao perigo (figura 39).

Zoneamento da área de risco a inundação de Itaqui-RS



Legenda:

- Risco Muito Alto
- Risco Alto
- Risco Médio
- Risco Baixo



0 250 500 1.000 Metros
Escala Gráfica

Sistema de Coordenadas:
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum WGS 1984; Fuso 21S;
Imagem de 30/12/2007, obtida através do Programa Google Earth;
Satélite Quickbird, Sensor pancromático, Resolução espacial 61cm.
Elaboração: SAUERESSIG, S. R. 2012.

Figura 37: Mapa do zoneamento da área de risco a inundação de Itaqui-RS.

Já, a área com alto grau de risco ocupa um espaço de 0,03 Km², equivalendo a 0,30% da área urbana, se caracterizando pelo alto grau de perigo somado a uma situação de médio grau de vulnerabilidade.

Por fim, a área de risco muito alto que ocupa um espaço de 1,20 Km², equivalendo a 11,87% da área urbana, se caracterizando pelo alto grau de perigo e vulnerabilidade. Equivale as áreas ribeirinhas que começam a ser afetadas pelas águas quando o rio atinge cota fluviométrica entre 10 e 11m.

A foto da figura 38 mostra a magnitude do que foi a inundação de 1983, a área urbana de Itaqui fica totalmente cercada pelas águas do rio Uruguai. Abaixo, o mosaico da figura 39 caracteriza as zonas de risco com seus diferentes graus.



Figura 38: Foto da área urbana de Itaqui, inundação de 1983.
Fonte: BOEIRA, J. 2011.

Grau de Risco Muito Alto



Bairro Ponte Seca,
Rua Osvaldo Aranha.



Bairro Vinte e Quatro de Maio,
Rua Bento Gonçalves.



Bairro Várzea, Rua Santos Pedroso.

Grau de Risco Alto



Bairro Enio Sayago, Travessa Otávio dos
S. Boeira.

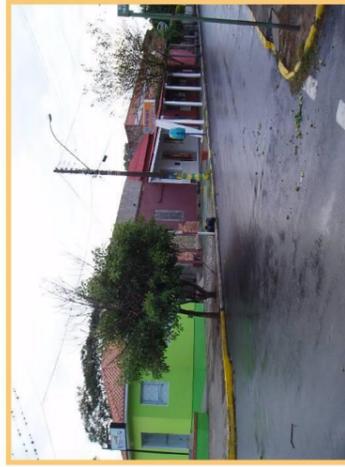


Bairro Enio Sayago, Rua Humberto Paim
de Grazia.



Bairro Enio Sayago, Rua Cel. Fernandes.

Grau de Risco Médio



Bairro Centro, Rua Saldanha da Gama,
esquina com a Rua Independência,
próximo ao Porto.



Porto e Aduana de Itaqui. Bairro Centro.



Praça do Porto e Aduana (prédio a direita).
Bairro Centro, Rua Saldanha da Gama.

Grau de Risco Baixo



Bairro Centro, Rua Independência.
Próximo a Praça Mai. Deodoro.



Bairro Cerrinho Dois Umbus, Rua Santos
Pedroso.



Bairro Vinte e Quatro de Maio, Rua
Independência.

Figura 39: Mosaico de fotos das áreas de risco.
Fonte: Trabalho de campo, 2011.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inundações sempre estiveram presentes na história da cidade de Itaquí, que se desenvolveu as margens do rio Uruguai por razões práticas. Nos anos de 1800 até início de 1900, o leito do rio Uruguai constituía-se na via principal para todos os tipos de trocas, sejam elas comerciais, de subsistência ou mesmo de lazer.

Atualmente percebe-se outra realidade, o caminho do rio foi substituído pelas rodovias, mesmo assim, muitas pessoas continuam ocupando, com habitações, as margens ao longo do rio Uruguai e de seus afluentes, ficando expostas aos processos de inundações.

Através da organização do inventário de ocorrência de eventos adversos de inundação para o período entre os anos de 1980 a 2010, foi possível apurar a ocorrência de 28 notificações de eventos adversos por inundações, sendo que destes eventos adversos 14 foram decretados como situação de emergência, mostrando a importância da adoção de medidas que minimizem as consequências dos eventos.

Um dos principais instrumentos de medidas não estruturais utilizados para os trabalhos de prevenção é a construção de zoneamentos do perigo e do risco. Dessa forma, a partir da análise dos dados levantados foram estabelecidas as áreas de perigo, vulnerabilidade e, por fim, o zoneamento do risco.

Para o perigo foram estabelecidas duas áreas, uma corresponde à área de alto grau de perigo, que são as áreas ribeirinhas do rio Uruguai, do rio Cambaí e do arroio Olaria. Estas áreas são atingidas por inundações recorrentes com cotas fluviométricas entre 10 e 11m. A outra corresponde à área de baixo grau de perigo, são áreas inundadas com menor frequência, sendo que o limite da área de baixo perigo foi estabelecido pela área atingida pelas águas da inundação extraordinária de 1983, a qual atingiu cota fluviométrica de 14,52m.

Também, foram estabelecidos três graus para a vulnerabilidade: baixa, média e alta, considerando o padrão construtivo das residências e a infraestrutura pública disponível. Foi possível constatar uma grande área com

alta vulnerabilidade estas, localizadas nas áreas periféricas da cidade, ou seja, famílias ribeirinhas que moram nas proximidades dos eixos dos rios e afluentes que cercam a área urbana de Itaquí.

Por fim, o zoneamento do risco é resultado da correlação da variação do perigo com os diferentes graus de vulnerabilidade. Assim, foram estabelecidos quatro graus de risco: baixo, médio, alto e muito alto. A área de risco muito alto corresponde a 1,20 km² ou 11,87% da área urbana, contudo, se considerarmos a área total do risco esta chega a 2,58 km² ou 25,52% da área urbana de Itaquí, um espaço bastante significativo.

O trabalho cumpriu seus objetivos e utilizou uma metodologia adequada para as necessidades do estudo, sendo que pode servir de base para outros trabalhos. Cabe ressaltar, que este zoneamento estima o mais próximo possível, que os dados levantados permitiram, as áreas de risco.

Além disso, disponibiliza para o poder municipal um banco de dados e de cartas temáticas, que podem ser utilizados em trabalhos de planejamento e gestão do risco.

Este trabalho também demonstra a importância de se estabelecer a inter-relação entre o poder público e a comunidade. Além de medidas de acesso ao espaço urbanizado com infraestrutura adequada, ações no sentido da compreensão, por parte da comunidade, da importância da prevenção e mitigação da vulnerabilidade ao perigo, englobando ações mais amplas que a assistência e a recuperação pós-desastre.

Este trabalho contempla as etapas iniciais da gestão e permite o avanço do processo com bases fundamentadas.

Dessa forma, acredita-se que cumprimos um papel importante da universidade pública com a sociedade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas - ANA. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br>>. Acesso em: 26 set de 2010.

Agência Nacional de Águas - ANA. Sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=4100>> . Acesso em: 29 set de 2010.

BAZZAN, T. **Identificação e mapeamento das áreas com risco a inundação do rio dos Sinos no município de São Leopoldo-RS**. 2011. 125f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BIGARELLA, J. J. Ambientes de sedimentação sua interpretação e importância: ambiente fluvial. Curitiba: Ed. da Universidade Federal do Paraná, 1979. 183p.

CARDONA, O. D. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo**. International work-Conference on vulnerability in Disaster Theory and Practice. Holanda, 29 y 30 de jun. 2001. Não paginado. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf>. Acesso em: 27.05.2010.

CASTRO, A. L. C.de. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Desastres Naturais Relacionados com o Incremento das Precipitações Hídricas e com as Inundações**, 2007. p. 34-48.

CASTRO, A, L. C. de. (Coord). Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de Planejamento em Defesa Civil**. [Brasília]: Imprensa nacional, 1999, não paginado. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/planejamento.asp>>. Acesso em: 04 maio 2010.

CASTRO, S. D. A. de. Riesgos y peligros : una visión desde la geografía. Scripta Nova, Barcelona, n. 60, mar. 2000. Não paginado. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>>. Acesso em: 28 maio de 2010.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). El Niño e La Niña. Disponível em: < <http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 22 jan 2011.

CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C. P. do. Riscos Geológicos. In.: **_Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. v1. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 313 p.

COELHO, A. L. N. Geomorfologia Fluvial de Rios Impactados por Barragens. Revista on-line CAMINHOS DE GEOGRAFIA. Uberlândia. v.9, n26, jun 2008, p. 16-32
Disponível em:
<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/10535/6279>>Acesso em: 21 jan 2011.

CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. 7 ed. São Paulo:Ed. Ática, 2003. p.89.

Defesa Civil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil.
Glossario.
Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/glossario/index1.asp>>
Acesso em: 28 maio 2010.

Defesa Civil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil.
Notificações e Decretos. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br>>.
Acesso em: 25 ago 2010.

GIESBRECHT, R. M. Estações Ferroviárias do Brasil. 2007. Disponível em:
http://www.estacoesferroviarias.com.br/rs_sborja/itaqui.htm>. Acesso em: 30 nov 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Sinopse do censo demográfico de 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Malha municipal do RS de 2007. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul de 2010.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Ministério das Cidades. **Mapeamento de áreas de risco em encostas e margem de rios**. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176p.

ITAQUI (RS). Prefeitura. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado**: Lei nº 3243. Itaquí, 2007.

KOBIYAMA, M. [et. al.]. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Orgnanic Trading, 2006. p.109.

LAVELL, A. **Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos**. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina-LA RED*, 1999. 13p. Disponível em:
<<http://www.desenredando.org/public/articulos/1999/grau/index.html>>. Acesso em: 15 jun 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai**. Brasília, 2006. 132p.

MÜLLER FILHO, I. L. **Notas para o Estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul**. UFSM, Santa Maria, 1970.

National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA'S El Niño Page. Disponível em: < <http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html> >. Acesso em: 22 jan 2011.

National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service. Climate Prediction Center. Disponível em: < <http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html> >. Acesso em: 22 jan 2011.

OLIVEIRA, E. L. de A. **Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria-RS**: zoneamento e hierarquização. 2004. 147f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PAHIM, J. **Itaquí**: o portal do rio grande. Itaquí: Novigraf, 2003.

PAIM, S; ORTIZ, L.S. **Hidrelétricas na bacia do rio Uruguai**: guia para ONGs e movimentos sociais. Porto Alegre : Núcleo Amigos da Terra/Brasil, 2006. 80p.

PELOGGIA, A. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998. p. 271.

PINHEIRO, A. Enchente e inundação. In.:_ **Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 96-104 p.

RAMOS, C.; REIS, E. **As cheias no sul de Portugal em diferentes tipos de bacias hidrográficas**. Finisterra, XXXVI, 71, 2001, pp. 61-82. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2001-71/71_05.pdf> . Acesso em: 21 jan 2011.

RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento dos Desastres Desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005**. 2007. 284f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, v.1. Santa Maria, 2007.

RIGHI, E. **Risco a inundação em médio curso do rio Uruguai**: um estudo de caso nos municípios de Porto Lucena e São Borja. 2011. 222f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente - SEMA. **Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 18 fev 2011.

ROLNIK, R. **O que é cidade**. 3 ed., São Paulo:Ed Brasiliense. 1994. 85p.

ROMERO, A. G.; JIMÉNEZ, J. M. **El Paisaje en el Ámbito de la Geografía**. Cidade do México: UNAM, 2002.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul**: variabilidades, tendências e tipologia. 2011. 253f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANTOS, R. F. dos (org). **Vulnerabilidade Ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 192p.

SARTORI, M. da G. B. A dinâmica do Clima do Rio Grande do Sul: Indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**, São Paulo, v.1 n. 20, 2003. pg. 27-49. Disponível em: <http://www.agb.org.br/files/TL_N20.pdf>. Acesso em: 08 fev de 2011.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 556p.

SOUZA, M. L. de; RODRIGUES, G. B. **Planejamento urbano e ativismos sociais**. São Paulo: UNESP, 2004. 136p.

TUCCI, C. E. M.; PORTO R. La L.; BARROS, M. T. de. (Org). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade /UFRGS, 1995.

TUCCI, C. E. M. Ministério das Cidades. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das cidades; Global Water Partnership; World Bank-UNESCO, 2005. 276p. Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/Contents/Publicacoes/Downloads/CE_Tucci/GESTAO_INUNDACOES.pdf>. Acesso em: 27 maio 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO-UFRJ. Observatório Sócio-Ambiental de Barragens. Disponível em: <<http://www.observabarragem.ippur.ufrj.br>>. Acesso em: 18 out 2011.

VEYRET, Y. (org). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. 320p.

WISNER, B. [et al]. **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2 ed. 2003. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/eng/library/Literature/7235.pdf>>. Acesso em: 23 nov 2010.

ZUFFO, A. C. Drenagem Urbana. In.:_ **Vulnerabilidade Ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 109-114 p.