

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

**ZONEAMENTO DE RISCO À INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA
DE PORTO XAVIER/RS.**

MARIA ISABEL DA SILVA GALVÃO

Orientador: Prof. Dr. LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2014.

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ZONEAMENTO DE RISCO À INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA
DE PORTO XAVIER/RS.**

MARIA ISABEL DA SILVA GALVÃO

Orientador: Prof. DR. Luis Eduardo de Souza Robaina

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Andrea Valli Nummer (PPGGEO/DG/UFSM)

Prof^a. Dra. Dejanira Luderitz Saldanha (PPGGEA/IG/UFRGS)

Prof. Dr. Laurindo Antonio Guasselli (PPGGEA/IG/UFRGS)

Dissertação de Mestrado apresentado ao
Programa de Pós Graduação em Geografia
da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul como requisito para obtenção do título
de **Mestre em Geografia**

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2014.

CIP - Catalogação na Publicação

da Silva Galvão, Maria Isabel
Zoneamento de Risco à Inundação da Área Urbana de
Porto Xavier/RS / Maria Isabel da Silva Galvão. --
2014.
107 f.

Orientador: Luis Eduardo de Souza Robaina.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências,
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre,
BR-RS, 2014.

1. Inundações. 2. Perigo. 3. Risco . 4.
Zoneamento. 5. Áreas Urbanas. I. de Souza Robaina,
Luis Eduardo, orient. II. Título.

Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida, aos meus pais, Pedro e Maria de Lourdes Galvão, e ao meu irmão e amigo Pedrinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela proteção, por ter me dado força para prosseguir nesta caminhada;

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul por ter me proporcionado um curso de Mestrado público e de qualidade;

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo auxílio financeiro através de bolsa científica;

Em especial aos meus pais, Pedro e Maria de Lourdes, pelo amor, pelo apoio das minhas escolhas, pelas sugestões e pela compreensão durante minhas ausências... pelo auxílio nos campos durante as tardes quentes do verão gaúcho... Amo vocês;

Ao melhor amigo, e claro, irmão, Pedrinho, pelo incentivo, pelo apoio, pelas dicas, pelas varias horas que passamos conversando e acima de tudo pela compreensão durante os últimos meses da dissertação;

Ao meu Orientador, o professor Luis Eduardo de Souza Robaina, por aceitar orientar este trabalho e, acima de tudo, pela amizade, compreensão e dedicação ao longo dos últimos anos da minha formação, desde a graduação;

Aos Professores da banca, Dejanira Luderitz, Andréa Valli Nummer e Laurindo Guasselli por aceitarem compor a banca deste trabalho;

A Prefeitura de Porto Xavier, pela disponibilização das informações;

A minha amiga e colega desde o tempo da graduação, Leticia Celise Ballejo de Oliveira, pelos bons momentos que passamos juntas, alguns um pouco complicados, mas que sempre conseguimos superar. Pela sua amizade, confiança e companhia nas “indiadas geográficas”;

A minha amiga, de infância, Carla Tatiane Cechetto, que apesar da distância sempre esteve presente ao longo desta caminhada;

Aos meus colegas da consultoria ambiental, os quais sempre me apoiaram e me incentivaram, principalmente nos últimos meses da dissertação. Em especial, a minha amiga e colega, Geógrafa Juliana Rodrigues, a qual compartilhou comigo suas experiências e seus conhecimentos geográficos, mas que acima de tudo me incentivou num momento muito difícil da minha vida pessoal.

Em fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para conclusão de mais esta etapa da minha vida... o meu muito obrigada do fundo do coração!!!

"... De tudo ficaram três coisas: a certeza de que estamos sempre começando... a certeza de que precisamos continuar... a certeza de que seremos interrompidos antes de terminar... portanto, devemos fazer da interrupção um caminho novo... da queda, um passo de dança... do medo, uma escada... do sonho, uma ponte... da procura, um encontro."

Fernando Pessoa

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO DA ÁREA URBANA DE PORTO XAVIER/RS

Autora: Maria Isabel da Silva Galvão
Orientador: Luis Eduardo de Souza Robaina
Local e Data da Defesa: Porto Alegre/RS, 07/01/2014

Este trabalho teve objetivo estabelecer o zoneamento das áreas de risco a inundação da área urbana do município de Porto Xavier/RS, localizado na margem esquerda do rio Uruguai, na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. 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; e, 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 estabelecer três 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 Porto Xavier.

Palavras-chave: inundações, perigo, vulnerabilidade, risco, zoneamento e áreas urbanas.

ABSTRACT

Masters dissertation
Post Graduate Program in Geography
Federal University of Rio Grande do Sul

ZONING OF RISK TO FLOOD THE URBAN AREA OF PORTO XAVIER / RS

Author: Maria Isabel da Silva Galvão
Supervisor: Luis Eduardo de Souza Robaina
Porto Alegre/RS, 07/01/2014

This work has the objective to establish the zoning of flood risk areas to the urban area of Porto Xavier / RS, located on the left bank of the Uruguay River, in the northwestern region of the state of Rio Grande do Sul. To achieve this goal was an organized inventory of flooding between the years 1980 to 2010, identified the portion of the urban area susceptible to flooding by determining the degree of hazard and the different degrees of vulnerability through the characteristics of occupations; finally from the correlation between the degree of hazard and vulnerability, we determined the degree of risk of the affected areas. The methodological procedures involve four steps: theoretical basis and data collection, analysis of natural and social conditions of the disaster, preparation of base maps of danger and vulnerability and, analysis of results, preparation of zoning and risk map. The materials used were topographic maps, satellite imagery, GPS, hydrological data and documents. It was possible to estimate two degrees of danger, a related recurrent floods that defined areas of high danger, another related the extraordinary flood of 1983, which delimited the area of low hazard. The vulnerability has been established in three degrees from the constructive pattern of homes and public infrastructure. Finally, it was possible to establish three degrees of risk from the correlation of the data. The results of this study may well help other research papers and proposals to allow the planning and management of urban infrastructure of Porto Xavier/RS.

Key words: flood hazard, vulnerability, risk, zoning and urban areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	19
Figura 2 - Classificação dos Desastres Naturais quanto às Características.....	28
Figura 3 - Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.	30
Figura 4 - Fases de Gerenciamento de Desastres.....	45
Figura 5 - Gráfico da Distribuição Anual das Ocorrências de inundação em Porto Xavier/RS, no período de 1980 à 2010.	66
Figura 6 - Gráfico da Distribuição Sazonal das Inundação em Porto Xavier/RS.....	68
Figura 7 - Mapa Hipsométrico da área urbana de Porto Xavier/RS.....	72
Figura 8 - Mapa Clinográfico da área urbana de Porto Xavier/RS.....	74
Figura 9 - Mapa da Suscetibilidade à inundação na área urbana de Porto Xavier/RS.	76
Figura 10 - Aspectos gerais da inundação do tipo ordinária que ocorre nas margens do Lajeado Laranjeira, situado na porção oeste da área urbana de Porto Xavier/RS.	78
Figura 11 - Vista aérea da inundação que atingiu a área de urbana de Porto Xavier/RS.	79
Figura 12 - Mapa das ocorrências de inundações na área urbana de Porto Xavier/RS.	81
Figura 13 - Mapa das área com perigo à inundações na área urbana de Porto Xavier/RS.	83
Figura 14 - Mapa das Finalidades de Uso do Solo da Área com Perigo à Inundação.	90
Figura 15 - Mapa do Grau de Vulnerabilidade da Área com Perigo à Inundação.	93
Figura 16 - Mapa das Áreas de Risco à Inundação na área urbana de Porto Xavier/RS.	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos Desastres em relação à intensidade.....	25
Quadro 2: Classificação dos Desastres Naturais segundo a Tipologia.....	27
Quadro 3: Classificação de Perigo, segundo a UN-ISDR (2004).....	35
Quadro 4: Classes de Intensidade dos desastres naturais.....	50
Quadro 5: Eventos de Inundação Brusca e Gradual no município de Porto Xavier/RS, no período de 1980 à 2010.....	52
Quadro 6: Matriz de cruzamento para obtenção dos Graus de Suscetibilidade.....	54
Quadro 7: Descrição e Grau de Perigo às Inundações.....	56
Quadro 8: Matriz de cruzamento para obtenção do Grau de Vulnerabilidade.....	58
Quadro 9: Classes de Risco às inundações.....	59
Quadro 10: Eventos de Inundação no município de Porto Xavier,.....	61
Quadro 11: Ocorrência de Eventos de Inundação e do Fenômeno El Niño,.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de Declividade e o grau de suscetibilidade à inundação.	53
Tabela 2: Evolução Populacional do Município de Porto Xavier/RS.....	86

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivo Geral e Específicos	20
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1 Desastres: Conceitos e Classificações	22
2.2 Inundações & Enchentes – definições e classificações	28
2.3 Perigo (Hazards), Vulnerabilidade e Risco (Risk)	31
2.4 Fatores condicionantes das Inundações Urbanas	39
2.5 Gestão Ambiental em Áreas Suscetíveis a Inundações.....	40
2.6 Sistema de Informações Geográficas (SIG's)	46
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
3.1 Levantamento de Materiais e Dados	48
3.1.1 Levantamento Bibliográfico.....	48
3.1.2 Levantamento das Ocorrências de Inundações	49
3.1.3 Levantamento das Bases Cartográficas & SIG	50
3.2 Organização e Processamento de Dados	51
3.2.1 Histórico de Inundações	51
3.2.2 Elaboração dos Produtos Cartográficos	52
3.2.3 Mapeamento das Áreas Inundáveis	54
3.2.4 Mapeamento do Perigo à Inundação	55
3.2.5 Mapeamento da Vulnerabilidade à Inundação	56
3.2.6 Zoneamento de Risco à Inundação.....	58
3.3 Elaboração dos Produtos Finais.....	59
4. RESULTADOS	60
4.1 Histórico das Inundações: distribuição temporal e intensidade dos desastres....	60
4.2 Distribuição Sazonal das Inundações	66
4.3 As Inundações e o Fenômeno El Niño.....	68

4.4 Análise do Perigo à Inundação.....	70
4.4.1 Análise da Suscetibilidade à Inundações.....	70
4.4.2 Cartografia das Inundações.....	77
4.4.3 Mapeamento e Análise do Perigo de Inundações	82
4.5 Análise da Vulnerabilidade à Inundação.....	84
4.5.1 Análise Populacional - Evolução Urbana.....	84
4.5.2 Identificação da Finalidade de Uso das Edificações e Padrão Urbano	87
4.5.3 Vulnerabilidade à Inundação	91
4.6 Zoneamento de Risco à Inundação.....	94
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

1. INTRODUÇÃO

“Ameaças naturais fazem parte da vida. Mas ameaças somente se transformam em desastres quando a vida das pessoas e sua sobrevivência são retiradas.... vamos lembrar a nós mesmos, podemos e devemos reduzir o impacto dos desastres com a construção de comunidades sustentáveis que tenham a capacidade para viverem com risco a longo prazo” (Kofi Annan, Secretário-Geral das Nações Unidas, na mensagem do Dia Internacional para Redução dos Desastres, em 08 de outubro de 2003, traduzida).

O processo histórico da formação dos primeiros núcleos urbanos sempre esteve atrelado às proximidades dos cursos d'água, seja pela dificuldade de meios de transporte da época ou pela necessidade desse recurso para a sobrevivência das pessoas que ali chegavam. Assim, as cidades foram desenvolvendo-se às margens dos rios. Com o passar dos anos, esses moradores foram compreendendo a dinâmica dos cursos d'água e passaram a ocupar áreas mais elevadas, onde possivelmente as cheias do rio não chegariam.

A partir da segunda metade do século XIX, observou-se um crescimento acelerado e desordenado das cidades, as quais se encontravam totalmente desprovidas de infraestruturas e mecanismos básicos a alocação dessa população. O intenso processo de urbanização das cidades, constatado nas últimas décadas, sem o devido acompanhamento de políticas de planejamento do solo urbano, desencadeou a ocupação de áreas desvalorizadas e ambientalmente frágeis a ocupação e suscetíveis a riscos ambientais.

Os efeitos desse problemático processo de uso e ocupação do solo urbano fez-se sentir aos olhos da comunidade global, haja visto, o aumento, a frequência, a intensidade dos desastres e o número cada vez maior de perdas humanas e econômicas ocorridas nas últimas décadas.

Estudos da Comissão Internacional para a Preservação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CIMA, 1991), evidenciaram que as inundações nos anos de 1960 fizeram no mundo 5,2 milhões de vítimas. Na década seguinte (1970) ocorreu um acréscimo com

15,4 milhões, mais que o dobro em 10 anos, gerando também prejuízos aproximados de cinco bilhões de dólares. Verifica-se nas últimas décadas, que o número de ocorrências com desastres e com prejuízos decorrentes vem aumentando assustadoramente. A maioria das vítimas atingidas pelos desastres são as de menor poder aquisitivo, localizadas em áreas suscetíveis ao perigo de inundação, em moradias de baixo padrão construtivo.

Segundo o relatório da *“The Office of U.S. Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters”* (OFDA/CRED, 2008), o Brasil é assinalado como o décimo país do mundo com o maior número de vítimas relacionadas aos desastres.

No Brasil, Santos (2007), aponta que mais de 1,5 milhão de pessoas foram afetadas por algum tipo de desastre, no período de 2000 a 2007. Os desastres, relacionados à dinâmica externa da Terra, são os mais preponderantes sobre o território brasileiro. Destacam-se as inundações e as enchentes, os escorregamentos e as tempestades (SEDEC, 2009), os quais geram inúmeras perdas e danos a população dos municípios atingidos e ao Estado, que necessita de recursos a fim de realizar a realocação da população, bem como a recuperação das infraestruturas atingidas pelo evento. Segundo a Defesa Civil Nacional (Brasil, 2007), a ocorrência de desastres aumenta a dívida social de uma região, em decorrência que a maioria das vítimas são aquelas de baixo poder aquisitivo que ocupam as áreas de risco.

Neste contexto, inúmeros trabalhos vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas, buscando compreender, mapear e propor alternativas a problemática dos desastres.

Para o Estado do Rio Grande do Sul/RS, destaca-se o trabalho da Geógrafa Reckziegel (2007), que a partir de seus estudos sobre a temática evidenciou que no estado os eventos são preponderantemente de origem hidrometeorológicos. Acredita-se, que isso seja influenciado devido a sua posição latitudinal, a qual sofre grande influência de sistemas de latitudes médias, sendo os sistemas frontais os mais freqüentes causadores de chuvas ao longo de todo o ano (OLIVEIRA, 1986).

A posição subtropical coloca o Estado numa área de confronto periódico entre o avanço dos Sistemas Atmosféricos de Origem Polar em direção aos

Sistemas de Origem Tropical, propiciando assim, a distribuição das chuvas frontais durante todo o ano, motivada pelas sucessivas passagens de Sistemas Frontais. De tal modo, observa-se que as condições climáticas do território gaúcho, favorecem a alta pluviosidade, podendo-se, constituir-se em uma circulação atmosférica típica para provocar inundações no Estado.

As alterações recentes no regime de chuvas representam uma combinação instável entre causas naturais e não-naturais (Wang e Schimel 2003), as transformações atuais nas formas de uso e ocupação do solo certamente têm desempenhado um papel importante na aceleração do número de desastres e de população efetivamente atingida.

Segundo estudos de Reckziegel (2007, p.110), no período de 1980 a 2005, no Estado do Rio Grande do Sul foram registradas 1.258 ocorrências de desastres desencadeados por enchentes, sendo que destas, 571 foram classificadas de grande intensidade, com danos importantes, caracterizando-se como Situação de Emergência (SE) e 42, de muito grande intensidade, com impactos muito significativos, necessitando de ajuda externa para superá-los (Estado de Calamidade Pública/CP). Os agravos decorrentes destes eventos nas áreas rurais se referem, em sua maioria, a perdas econômicas e ambientais (destruição de lavouras, de pontes, de acessos, de perdas de solo). Já nas áreas urbanas os danos não envolvem apenas perdas econômicas e/ou materiais, mas também humanas.

A população mais afetada pelos efeitos diretos e indiretos das inundações é aquela de menor poder econômico que ocupa, na maioria das vezes, a planície de inundação, sendo assim, mais suscetível a processos de inundação associados a ocupação desordenada e irregular, desencadeando situações de risco. Esta é uma das características de grande número de municípios do Estado do Rio Grande do Sul que margeiam o Rio Uruguai, os quais não possuem políticas de restrições de uso do solo urbano e ocupação de áreas de risco à inundação.

Com o intuito de prevenir e reduzir os problemas em áreas com situações de risco, a Organização das Nações Unidas (ONU), adotou a década

de 1990 como o “*International Strategy for Disasters Reduction (ISDR)*.”¹, com o objetivo de dar início a uma ação mundial pela busca de alternativas de redução dos riscos de desastres e redução das vulnerabilidades das comunidades.

Através de levantamentos realizados por Reckziegel (2007), constatou-se que dos municípios situados na Bacia Hidrográfica do Uruguai, Porto Xavier é o quarto com maior número de eventos de inundação nos últimos vinte e cinco anos, ficando atrás apenas de São Borja, Itaqui e Uruguaiana, respectivamente.

Costa e Teuber (2001) mencionam que as inundações são inevitáveis, mas por outro lado, pode-se reduzir significativamente os danos e prejuízos decorrentes. Neste sentido, o presente estudo visa analisar os processos de inundação na área urbana de Porto Xavier, no período de 1980 a 2010, a fim de elaborar o zoneamento de risco a inundação da área urbana. Acredita-se, que este trabalho, poderá servir como subsídio a gestão municipal para o planejamento urbano, objetivando a manutenção e a qualidade de vida humana, bem como a prevenção e/ou mitigação dos impactos ambientais, econômicos e sociais, decorrentes dos eventos naturais que tanto atingem a população deste município.

A área de estudo, situada a margem esquerda do rio Uruguai, torna-se notória pela sua importância geográfica como um elo de ligação e de intercâmbio com os *hermanos* argentinos, bem como uma forma de preservar as fronteiras do território gaúcho e brasileiro. A expansão urbana de Porto Xavier/RS inicia-se em meados da década de 1960, nas proximidades de uma sinuosidade do rio. Com o passar dos anos, a área urbana expandiu-se em direção do mesmo, no entanto, esse processo de expansão da mancha urbana, dos últimos anos, deu-se sem qualquer forma de planejamento do uso e ocupação do solo, propiciando assim, a ocupação de áreas suscetíveis a processos de inundação. Entretanto, isso não ocorre na área de estudo, conforme será apresentado a seguir.

¹ Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais (1990-1999).

O município de Porto Xavier situa-se à margem esquerda do Rio Uruguai, no Noroeste Colonial do Estado do Rio Grande do Sul, conforme podemos visualizar na figura 1. Localiza-se nas coordenadas geográficas 28°0'0" de latitude sul (S) e 55°15'0" de longitude oeste (W) do meridiano de Greenwich. Atualmente possui, uma área total de 275 Km² sendo que desta 10 Km² compreendem a área urbana e o restante, 265 Km², pertencem à área rural. Limita-se ao Norte com a República Argentina, ao Sul e a Oeste com o município de Roque Gonzales, a Leste com os municípios de Porto Lucena e São Paulo das Missões.

A origem do atual território do município remonta com a fase inicial das Missões Jesuíticas, com a fundação dos Sete Povos das Missões, fundadas pelo Padre Roque Gonzales na primeira metade do século XVII. Entretanto, é apenas a partir de 1964, que inicia-se o processo de emancipação política de Porto Xavier, e em 1966 o então povoado de Cerro Largo é elevado a categoria de município.

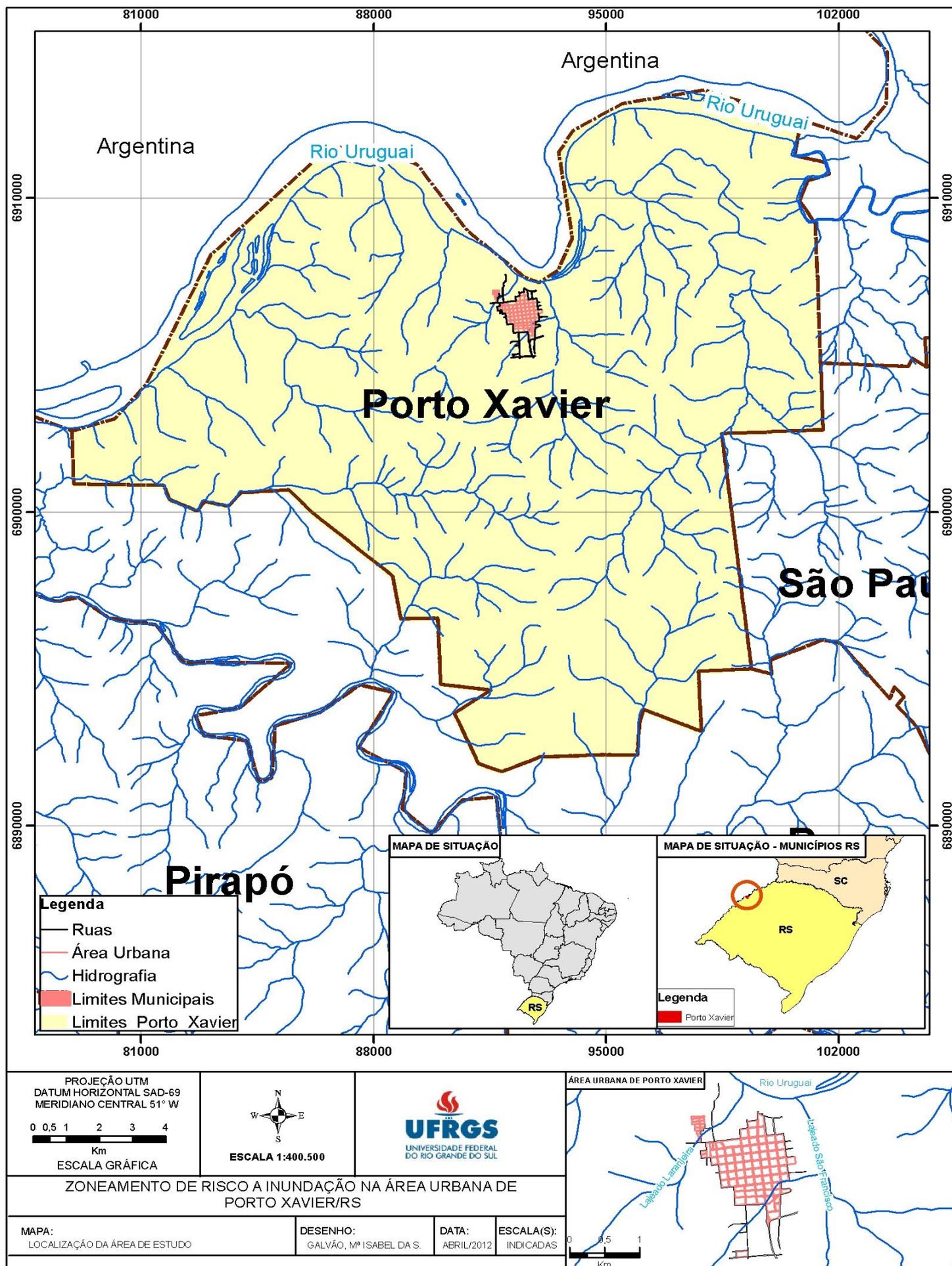


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

O crescimento populacional da área urbana se fez seguindo a porção norte do município, onde concentra boa parte das atividades relacionadas com o Porto Internacional. Atualmente, o município apresenta uma população total de 10.558 habitantes, sendo que destes, 49% residem na área urbana, e 51% na área rural do município (IBGE, 2010)².

A expansão territorial da área de ocupação urbana é determinada por dois Lajeados que interceptam a área urbana do município, são eles; Laranjeira na porção oeste e o São Francisco na leste. Ambos têm suas nascentes no interior do perímetro urbano, efetivamente ocupados. Cortam a cidade, no sentido sul-norte, servindo, na maioria das vezes como canais de drenagem urbana. Cabe ressaltar, que os referidos cursos de água apresentam-se associados a lineamentos estruturais de seus vales fluviais, em decorrência das características geológicas e geomorfológicas regionais.

Porto Xavier, em sua história recente, ganhou importância regional, seja pela presença do Porto Internacional, pela indústria de álcool do Rio Grande do Sul, a ALPOX, e pela agricultura, haja vista, os altos índices de produtividade municipal.

1.1 Objetivo Geral e Específicos

O presente estudo tem por objetivo realizar o zoneamento de risco a inundação na área urbana do município de Porto Xavier/RS. Para isto, desenvolveram-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar o processo de ocupação urbana;
- Identificar as cotas topográficas atingidas pelas inundações;
- Estabelecer o histórico de ocorrências de inundações no período de 1980 a 2010;
- Mapear as áreas de ocupação afetadas pelas inundações;
- Identificar e delimitar as áreas com perigo de inundação;
- Determinar a vulnerabilidade do uso e ocupação do solo urbano.

² Censo Demográfico, 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A partir destes objetivos, o presente trabalho visa produzir o Zoneamento de Risco a Inundações na área urbana do município de Porto Xavier/RS.

O trabalho encontra-se organizado em 05 capítulos. O primeiro capítulo, compreende a introdução da temática da pesquisa, apresentando a justificativa da presente dissertação, bem como os objetivos da mesma e uma breve descrição da área de estudo. Ao longo do segundo capítulo, são apresentados os diferentes conceitos que perpassam a temática aqui abordada, bem como os conceitos que nortearam a pesquisa, esse capítulo é denominado de fundamentação teórica. Após a definição dos conceitos e definições que irão ser seguidas ao longo da dissertação, segue o terceiro capítulo, este apresentando a metodologia adotada para atender os objetivos propostos pela pesquisa. O penúltimo capítulo, o quarto, apresenta os resultados obtidos ao longo do presente trabalho, e por fim, o quinto capítulo que apresenta as considerações finais à cerca do trabalho, apresentando algumas sugestões para área de estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A temática dos desastres, nos últimos anos, vem sendo a pauta de inúmeras reportagens na mídia, bem como objeto de estudo de inúmeros cientistas. Contudo, observa-se que a temática acaba sendo apropriada por diversas áreas do conhecimento, as quais acabam definindo seus próprios termos e produzindo a partir daí suas reflexões e a escolha de método de estudo, alguns, de enfoques mais práticos, outros mais teóricos.

Baker (1994) corrobora com as afirmações acima, constatando a existência de uma grande divergência entre os cientistas sobre as definições a serem adotadas nos estudos de desastres. Referindo-se a esta discussão, Nogueira (1994, p. 41) afirma que "... este turbulento movimento de construção de um campo conceitual é característico e essencial para a configuração de um campo multidisciplinar do conhecimento técnico - científico...". Entretanto, o que observa-se é a falta de diálogo entre os diversos estudos, poderíamos chamar também de correntes, os quais mutuamente poderiam vir a enriquecer e aprofundar os estudos da temática em questão.

Diante do exposto, identificou-se uma gama de definições e denominações para temática dos desastres. A seguir, são expostas as concepções e conceituações de pesquisadores, de várias áreas do conhecimento, que tem dedicado seus trabalhos a questão dos desastres, e com ela a problemática em torno de traduções e entendimento de termos da literatura internacional.

2.1 Desastres: Conceitos e Classificações

A natureza é composta por diferentes fenômenos naturais, com dinâmica e características próprias que lhe confere as especificidades dos mesmos. As inundações, secas, furacões, movimentos de massa, entre outros,

compreendem os fenômenos naturais, fortemente influenciados pelas características regionais de cada lugar.

Alcantara-Ayala (2002) afirma que a presença humana transformou os eventos geofísicos em desastres, visto que inundações, terremotos, escorregamentos, secas, tornados sempre ocorreram na natureza. Porém, quando uma dada sociedade é atingida por esses fenômenos, caracteriza-se como um desastre natural. Lavell (2000, p.5) complementa a definição acima, dizendo que “o ‘desastre’ é socialmente construído, condicionado pela segregação social e espacial existente”.

Diante do aumento e da intensidade de ocorrências de desastre, a preocupação com a temática se ampliou até à órgãos internacionais. Nesse contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU) decreta os anos 90, como a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (*International Decade for Natural Disaster Reduction – IDNRD*). Surge nesse período, uma nova definição de desastre natural estabelecida pela IDNRD, a qual compreende o desastre natural como uma grave perturbação no funcionamento de uma dada comunidade ou sociedade, gerando significativas perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais, estas, excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida de responder com seus próprios recursos, exigindo assim, ajuda externa para se estabelecer novamente.

A Defesa Civil Nacional, compreende o desastre como o resultado de diferentes eventos, estes podem ser adversos, naturais ou também provocados pelo homem, sobre um dado ecossistema que se encontra vulnerável, causando diversos danos humanos, materiais e/ou ambientais, e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais (Castro, 1999).

Marcelino (2007) afirma que na natureza ocorrem diversos tipos de fenômenos que fazem parte da geodinâmica terrestre. Porém se estes ocorrerem ou se deslocarem sobre um sistema social, gera-se uma situação potencial de danos a pessoas e a bens (desastre natural). Caso ocorra um impacto, só se poderá considerar como desastre quando, este gerar danos e prejuízos extensivos e de difícil superação pelas comunidades afetadas. Caso as conseqüências sejam mínimas ou não haja dano, este será considerado como um evento natural.

Quando os fenômenos naturais não atingem sistemas sociais e logo, não provocam danos e prejuízos significativos a população, estes são considerados como eventos naturais. Em suma, o desastre natural caracteriza-se por um dado fenômeno natural (terremotos, tempestades, movimentos de massa, secas...) o qual intercepta determinado sistema receptor, agrupamento humano, gerando danos e perdas humanas, econômicas, materiais ou ambientais, estas, na maioria das vezes incapazes de serem superadas pela sociedade atingida.

O Manual de Planejamento em Defesa Civil (Brasil, 1999) quantificam os desastres naturais segundo os danos e prejuízos em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. Segundo o mesmo, a intensidade de um desastre esta fortemente condicionada pela magnitude do evento adverso e, preponderantemente, pelo grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Na literatura, observa-se diferentes propostas de classificação dos desastres naturais. Castro (1999) classifica os desastres quanto: à origem, à intensidade e à evolução dos mesmos. Quanto à origem, os desastres podem ser classificados em: naturais, humano ou antropogênicos e mistos. Os desastres naturais são aqueles causados por fenômenos ou desequilíbrios da natureza, que independem da ação humana. Já os desastres humanos ou antropogênicos são aqueles resultantes da ação direta ou indireta da ação humana, na qual as atividades do homem são os agentes do processo. Os mistos, caracterizam-se por desastres associados as ações ou omissões humanas, que contribuem para intensificar ou agravar os desastres naturais.

Castro (1998) destaca que desastres de origem natural são muito difíceis de ocorrer. Isso se deve, principalmente, as crescentes ações insustentáveis que a sociedade vem adotando com a natureza, no intuito de satisfazer seus anseios e suas necessidades.

Marcelino (2008) assevera a classificação proposta por Castro (1999), quanto a origem dos desastres naturais, o autor observa, que essa classificação esta calcada no nível de intervenção humana com os sistemas naturais, e a partir desse critério, os desastres seriam, em sua maioria, do tipo mistos. Entretanto, complementa, afirmando que é difícil encontrarmos casos

que se poderiam enquadrar nesta classificação. Para o autor, tornar-se-ia mais prático e menos conflituoso, optar por classificar os desastres, quanto à origem, em naturais e humanos, tendo como referencial o fenômeno que desencadeia o processo. Desse modo, os desastres naturais seriam aqueles ocasionados por um fenômeno natural de grande intensidade e os humanos pelas ações ou omissões de caráter antrópico.

Já a classificação dos desastres quanto a intensidade dos mesmos, possibilita, o planejamento da resposta e da recuperação da área atingida, haja visto, que as ações e os recursos ao socorro as vítimas estão relacionadas com a intensidade dos danos e prejuízos causados ao sistema receptor. O Quadro 1 apresenta de forma sintetizada a classificação proposta por Castro (1998), em quatro níveis de intensidade dos desastres:

Quadro 1: Classificação dos Desastres em relação à intensidade.

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo menor que 5% PIB municipal)	Facilmente superável com recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (Prejuízos entre 5 e 10% do PIB municipal)	Superável pelo município, desde que haja uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (Prejuízos que varia entre 10 e 30% do PIB municipal)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. Decretado Situação de Emergência (SE)
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos vultosos. (Prejuízos maiores que 30% do PIB municipal)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. É decretado estado de Calamidade Pública (ECP)

Fonte: adaptado de Kobiyama et al., 2006.

A evolução dos desastres naturais pode ser de três tipos: graduais, súbitos e somatório. Os desastres graduais compreendem aqueles que se caracterizam por evoluírem em etapas de agravamento progressivo. Já os desastres súbitos, são caracterizados pela rápida velocidade com que o processo evolui. O outro tipo é o somatório de efeitos parciais, que se

caracteriza pela ocorrência de inúmeros acidentes semelhantes, cujos impactos, quando somados, definem o desastre de grande proporção.

Outra classificação para os desastres naturais é proposta por Sidle *et al.* (2004), esta é baseada na duração dos mesmos. Segundo estes autores, os desastres podem ser de dois tipos: episódicos e crônicos. Normalmente, os desastres classificados como episódicos, como terremotos, tsunamis, inundações, ganham mais destaque na sociedade, principalmente em decorrência de sua magnitude. Entretanto, os desastres crônicos, aqueles que ocorrem por um longo período geram prejuízos ambientais a longo prazo, e, podem vir a propiciar o aparecimento dos desastres episódicos.

Tobin e Montz (1997) *apud* Marcelino (2008), afirmam que para a implantação de gestão de risco, torna-se necessária uma classificação baseada na tipologia dos eventos e nas suas características comportamentais. Os autores, explicam que “... enquanto uma visa detectar as semelhanças entre os fenômenos, categorizando-os, a outra visa diferenciá-los dentro de uma mesma categoria” (Marcelino, 2008).

A classificação baseada na tipologia dos eventos, tem como premissa o evento geofísico que desencadeou o desastre natural (Quadro 2). Nesta classificação, os eventos são divididos em 3 categorias: meteorológicos, hidrológicos e geológicos. Os eventos de inundações são classificados como hidrológicos (Marcelino, 2008).

Quadro 2: Classificação dos Desastres Naturais segundo a Tipologia.

Categoria	Tipos de Desastres
Meteorológicos	Furações, ciclones e tufões Vendaval Granizos Tornados Nevascas Geadas Ondas de Frio Ondas de Calor
Hidrológicos	Inundações Seca/Estiagem Incêndio Florestal
Geológicos	Terremotos Vulcanismos Tsunamis Escorregamentos Subsidências

Fonte: adaptado de Tobin e Montz (1997) *apud* Marcelino (2008).

Uma nova classificação diária oficial, fundamenta-se em diferenciar os desastres em relação as suas características comportamentais, tais como: frequência, duração, extensão, velocidade, dispersão e comportamento. Na Figura 2, podemos verificar que cada evento natural, possui suas características comportamentais bem definidas, podemos pegar como exemplo, as inundações e as estiagens. No que tange a frequência com que o evento ocorre, observamos que as inundações ocorrem praticamente todos os meses do ano, em contrapartida, as estiagens estão vinculadas a determinados período do ano. Nas características comportamentais, como duração e extensão as estiagens são bem maiores que as inundações, o contrário é registrado com a formação e dissipação. Observa-se também, que enquanto as estiagens cobrem grandes áreas de forma difusa, as inundações estão limitadas as terras planas no entorno das drenagens, planície de inundação.

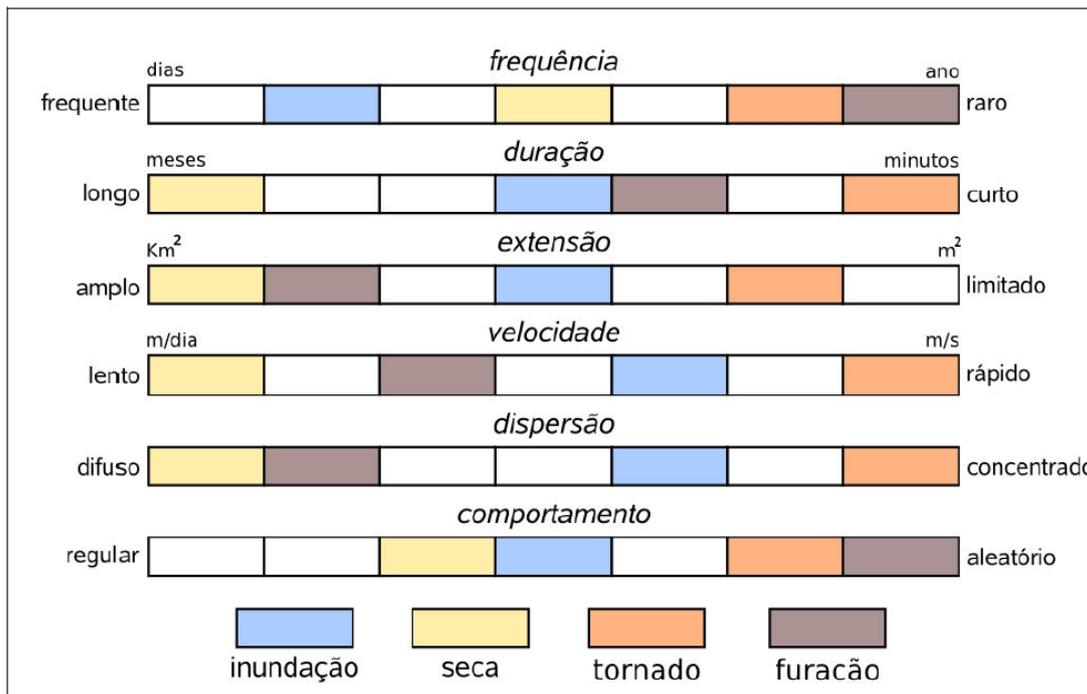


Figura 2 - Classificação dos Desastres Naturais quanto às Características.
Fonte: adaptado de Tobin e Montz (1997) *apud* Marcelino (2008).

Como podemos ver a designação *desastre natural* é adotada por inúmeros pesquisadores (CASTRO, 2005; MARCELINO, 2007; entre outros). Entretanto, compreendemos que o termo *desastre natural*, acaba por enfatizar a componente natural do desastre, embora, não sendo essa a intencionalidade de sua criação e uso, quando na realidade a variável social é tanto ou mais influente que a natural.

Desse modo, acreditamos que a designação desastres socioambientais, atendem de melhor forma a compreensão da análise das ocorrências de inundação, objeto de estudo do presente trabalho. Buscando assim, evitarmos uma análise reducionista da temática aqui abordada.

2.2 Inundações & Enchentes – definições e classificações

As inundações são fenômenos naturais que ocorrem nos cursos d'água, principalmente deflagrados por uma combinação de chuvas fortes e

rápidas ou chuvas de longa duração, onde há deficiência dos canais de drenagem em escoar todo esse volume de água, propiciando o transbordamento das águas para o leito maior, também chamado de planície de inundação.

Castro (2003) classifica as inundações em quatro tipos de acordo com a evolução: a) inundações graduais ou enchentes, b) inundações bruscas ou enxurradas, c) alagamentos e d) inundações litorâneas provocadas pela invasão do mar. As inundações graduais ou enchentes estão relacionadas a precipitações pluviais contínuas em um determinado período de tempo, dias ou semanas, fazendo com que ocorra o aumento gradual do nível d'água na calha do rio, em decorrência da saturação do solo, conseqüentemente, ocorre o extravasamento de suas águas a planície de inundação. Tucci *et al.*, (2003), corrobora que as inundações do tipo gradual estão fortemente relacionadas com o crescente processo de urbanização, em função da impermeabilização cada vez maior do solo, propiciando assim, o escoamento superficial concentrado nos sistemas de drenagem urbana, ocasionando as inundações.

Por outro lado, as inundações bruscas (*flash floods*) ou enxurradas, são resultado de precipitações pluviais intensas em curto espaço de tempo, caracterizando-se por um aumento súbito da cota do canal. Essas, normalmente, ocorrem em áreas com declividades mais acentuadas, as quais favorecem o escoamento superficial e intensificam o fluxo d'água, gerando grandes danos às populações. Alguns pesquisadores da temática (Georgakakos, 1986; Montz e Gruntfest, 2002 *apud* Hermann *et al.*, 2003), acreditam que as inundações bruscas são mais preocupantes devido à sua rápida velocidade e violência.

Para Marcelino (2008), em virtude do aumento das precipitações intensas nos últimos anos, somado ao crescente desmatamento das encostas, a ocupação das planícies de inundação, o assoreamento dos rios e a impermeabilização do solo urbano, as inundações bruscas tornar-se-ão um dos principais problemas ambientais que as regiões Sul e Sudeste terão que enfrentar nas próximas décadas. Ratifica também, a urgência da adoção de medidas preventivas que minimizem as conseqüências deste fenômeno, visando sempre à diminuição do número de pessoas afetadas e vitimadas.

Para Kobiyama et al., (2006), os termos inundações e enchentes devem ser usados com diferenciação e não como sinônimos como muitos autores utilizam, haja visto, que os mesmos se diferem entre si quanto à fenomenologia. Segundo o autor, enchente é o aumento do nível d'água no canal de drenagem, sem ocorrer o transbordamento das águas a áreas próximas, caracterizando-se pela cota máxima do canal; contrapondo-se a isso, a inundação extravasa o canal de drenagem, atingindo a planície de inundação, como pode ser observado melhor na Figura 3, que esboça de forma esquemática a evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.

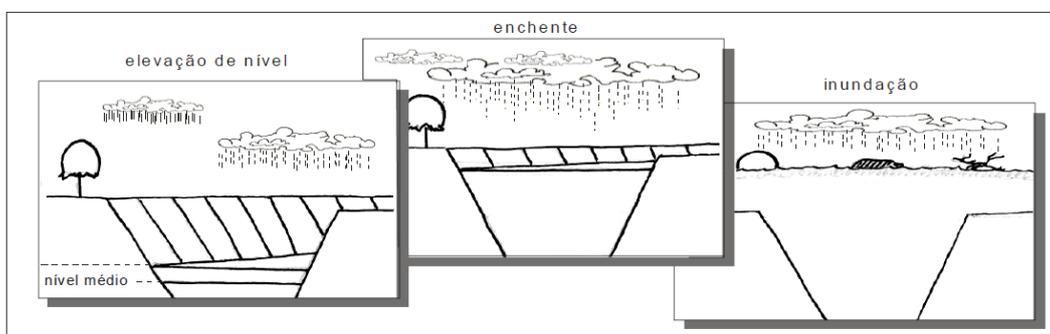


Figura 3 - Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.
Fonte: Kobiyama et al. (2006).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas/IPT (2007), as inundações compreendem os fenômenos de natureza hidrometeorológica, fazendo parte da dinâmica natural, sendo fortemente intensificados pelas alterações ambientais e pelas intervenções urbanas produzidas pela sociedade. O IPT (2004), classifica os processos hidrológicos que atuam diretamente na calha principal do rio em dois tipos: enchente ou cheia e inundação.

As águas das chuvas ao atingir um curso d'água, causam o aumento da vazão por determinado período de tempo, sem que ocorra o transbordamento d'água do canal principal (leito menor) para o leito maior, caracterizando-se como enchente ou cheia. Em outros momentos, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do rio, resultando no extravasamento das águas para áreas marginais, denominadas de planície de inundação, as quais normalmente não são ocupadas pelas águas.

As áreas de risco de enchente e inundação, no contexto urbano, definem-se como os terrenos marginais a cursos d'água ocupados por núcleos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto desses fenômenos. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos na integridade física, perdas materiais e patrimoniais, e em alguns casos a perda humana.

Além das enxurradas e enchentes, destacam-se os alagamentos, que em sua maioria, estão relacionados com o aumento momentâneo das águas em uma dada porção urbana, decorrente de problemas na microdrenagem, ou seja, na rede pluvial das áreas urbanas.

Cabe destacar ainda, a existência de inúmeras definições sobre as inundações graduais e bruscas presentes nas literaturas sobre o tema, o que acaba atrapalhando a identificação do fenômeno. Observa-se que há uma dificuldade em padronizar as categorias desses processos, dificultando ainda mais, as ações de prevenção e mitigação dos danos e prejuízos decorrentes desses fenômenos dinâmicos.

2.3 Perigo (*Hazards*), Vulnerabilidade e Risco (*Risk*)

Os primeiros estudos sobre o *natural hazards* surgiram nos Estados Unidos, em meados da década de 1920. Neste período, o problema das inundações assolava o país, atingindo tanto áreas urbanas como rurais, gerando inúmeras perdas humanas e materiais. Esta situação, fez com que o governo da época solicita-se ao *U.S Corps of Enginners* (Corpo de Engenheiros dos EUA) a realização de pesquisas e adoção de medidas que visassem solucionar o problema que atingia o território nacional naquele período.

Neste contexto, os primeiros estudos sobre as inundações ocorreram, motivados pela preocupação do Estado, dos EUA, em buscar as melhores formas de intervenção às área afetadas pelas inundações. As primeiras

pesquisas, foram orientadas em ações, atualmente definidas como estruturais³, através da construção de barragens, canais, sistemas de irrigação e de navegação, dando maior enfoque à relação custo-benefício. Entretanto, estas ações acabaram por não solucionar com tal eficiência a problemática das inundações que assolava os EUA.

Segundo Marandola e Hogan (2004), é neste momento, que profissionais de outras áreas do conhecimento foram chamados a participar de forma mais efetiva das pesquisas e da investigação acerca da natureza das inundações, até então pouco conhecidas. Dentre os profissionais convidados, destacam-se a participação de geógrafos, psicólogos, técnicos agrícolas, planejadores urbanos, entre outros. Com a participação destes profissionais, às pesquisas passaram a ser direcionadas para a relação homem-meio/sociedade-natureza, dando maior atenção a ação antrópica sobre determinado meio, e as consequências desta à sociedade e ao Estado. Desse modo, iniciam os primeiros estudos sobre a questão das inundações, e com ele as primeiras definições sobre *risk* e *hazard*.

Para White (1974b) *apud* Marandola e Hogan (2004), todos os fenômenos (avalanches, terremotos, enchentes, ...) são eventos, em alguns casos eventos extremos, que em algum determinado período rompem um ciclo de ocorrências dos fenômenos naturais, Porém, não serão todos os fenômenos considerados *hazards*, mas sim, àqueles que ocorrerem em áreas ocupadas pelo homem, ocasionando, danos, perdas e colocando em perigo estas populações.

Autores como Einstein (1997) e Castro (2003), ao analisarem as relações conceituais entre risco (*risk*), perigo (*hazard*) e desastre, evidenciaram que o desastre propriamente dito, é constituído por uma gama de prejuízos, estes produtos de um perigo, derivado de um risco.

³ O termo medidas estruturais, foi proposto por Kobiyama *et. al* em 2004, o qual propõem dois tipos de medidas preventivas a questão dos desastres, são elas: estruturais e não-estruturais. As medidas de cunho estrutural, são àquelas que compreendem obras de engenharia, a fim de modificar o sistema fluvial, evitando os prejuízos decorrentes das enchentes e reduzindo os riscos de inundações. Já as medidas não-estruturais são aquelas calcadas em ações de planejamento e gerenciamento das áreas suscetíveis a inundações.

Ao longo das investigações realizadas sobre os desastres, cada vez mais torna-se notória a questão do perigo como um dos entes que perpassa a compreensão do risco. Segundo a argentina Castro (2000), o perigo é um evento capaz de causar perdas com gravidades aonde ocorra. A autora destaca ainda, que os fenômenos naturais não são em si mesmos prejudiciais, mas isso pode ser alterado quando os mesmos ocorrem em locais ocupados por uma dada população. Ela enfatiza ainda, que os perigos antrópicos ou sociais, os quais vêm atingindo um número cada vez maior de pessoas, mas que, no entanto, estão sendo negligenciados.

Castro (2000, p. 12), coloca ainda, que "... la percepción adecuada de las características del peligro es un elemento decisivo a la hora de dar respuestas al evento, situación que influye no solo em los costos que este provoca sino em todas las actividades de la vida del grupo ...". Isso, apenas ressalta, ainda mais, a importância, e porque não a necessidade, do conhecimento da temática pela população, mas também pelos gestores públicos para adoção das melhores ações para a mitigação dos desastres.

Para Kobiyama (2006), o termo perigo pode ainda ser compreendido como uma tradução do termo inglês *hazard* ou como sinônimo de ameaça. O autor, compreende o 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)

A Defesa Civil Brasileira, corrobora com a compreensão de Kobiyama, pois a mesma, apresenta o termo ameaça como sendo equivalente a perigo, ou seja:

"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)

Conforme os diversos autores, verifica-se que a expressão perigo é a melhor tradução para o termo *hazard*. Além disso, ao correlacionar o significado de perigo na língua portuguesa, com o proposto pela ONU, observa-se o perfeito encaixamento entre ambos...

“... um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa, o qual pode causar perda de vidas ou ferimentos a pessoas, danos a propriedades, rupturas sócio-econômicas ou degradação ambiental.” (UN-ISDR, 2004)

Inúmeros autores ligados à primeira fase do estudo dos *hazards* (entre eles, White e Burton, por exemplo), maioria deles ligados a escola americana, reconhecem também estas “confusões” na língua inglesa. No entanto, pouco se vê agirem para suprimir essas questões. Contudo, nas publicações mais recentes dessa mesma escola, observa-se um maior esclarecimento entre os termos *risk* e *hazard*, traduzidos para o português como risco e perigo, respectivamente.

A compreensão dos perigos ambientais perpassa a compreensão de quase todos os fenômenos físicos da Terra. A partir disso, a UN-ISDR (2004) classifica os perigos com base na sua origem em naturais ou tecnológicos. Os perigos naturais, por sua vez são divididos em outras três categorias; geológicos, hidrometeorológicos e biológicos. O Quadro 3 caracteriza, de forma sucinta, cada um deles.

Destaca-se também, na análise do perigo o grau de suscetibilidade da área a ser atingida por dado evento. A suscetibilidade diz respeito às características físicas do ambiente, ou seja, declividade, tipos de solo, diversidade climática, vegetação, entre outros. Convém mencionar, que uma dada área pode ser suscetível a determinado evento e não a outro, ou a ambos, dependendo de suas características ambientais.

Quadro 3: Classificação de Perigo, segundo a UN-ISDR (2004).

Origem	Categorias	Exemplos de fenômenos
Perigos Naturais	Geológicos – processos ou fenômenos naturais que podem ser de origem endógena ou exógena.	- terremotos, tsunamis; - atividade e emissões vulcânicas; - movimentos de massa, escorregamentos.
	Hidrometeorológicos – processos ou fenômenos naturais de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica	- inundações/enchentes; - ciclones tropicais, tempestades, ventanias; - secas, desertificação, temperaturas extremas.
	Biológicos – processos de origem ou aqueles transmitidos por vetores biológicos.	- eclosão de doenças epidêmicas, contágios de plantas ou de animais e de infestações extensivas.
Perigos Tecnológicos	Perigos associados com acidentes tecnológicos ou industriais.	- poluição industrial; - queda de barragem; - acidentes industriais.

Elaboração: Galvão, M. I. da S. 2012.

Marcelino (2008) destaca que muitas vezes o perigo é associado erroneamente com o risco. De acordo com o autor, o risco é a probabilidade (mensurável) de um perigo transformar-se num desastre. Entretanto, destaca que a gravidade dos desastres também pode estar vinculada aos elementos sociais expostos, ou seja, a fragilidade do ambiente socialmente construído, ou seja, a vulnerabilidade do sistema receptor.

Com base na análise dos modelos de relação entre perigo e risco elaborados por Tobin e Montz (1997), Marcelino (2008) observa que o aumento da frequência do perigo e a intensidade da vulnerabilidade, aumentam consequentemente o risco de um perigo transformar-se num desastre.

A partir disso, observa-se que a vulnerabilidade, desempenha um papel de suma importância na análise de risco. A vulnerabilidade compreende condições e características sociais da população.

Segundo o IPT (2007), a vulnerabilidade perpassa pelo grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área, passível de ser afetada por um fenômeno ou processo. Romero e Maskrey (1993) corroboram com a definição do IPT (2007), e complementam a definição, acrescentando a problemática do sistema receptor em recuperar-se dos possíveis danos resultantes do desastre, ou seja, capacidade de resposta do mesmo.

Conforme Blaikie *et al.* (1996), o conceito de vulnerabilidade pode ser aplicado a uma pessoa ou a um grupo e associar a estes sua capacidade para antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se da ameaça.

Por sua vez, 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”.

Nesse sentido, o grau de vulnerabilidade de uma dada população esta diretamente relacionado as suas características econômicas, a infraestrutura de suas moradias, do seu conhecimento e percepção da suscetibilidade da área em que vive e estes estando intimamente ligados aos aspectos culturais e ao nível de desenvolvimento das comunidades. Desse modo, a vulnerabilidade acaba por determinar a intensidade dos danos que produzem a ocorrência efetiva do risco sobre a comunidade.

É necessário destacar, que a vulnerabilidade constitui-se como um sistema dinâmico, podemos dizer que ela surge como consequência da interação de fatores e características diversas, que acabam convergindo em uma dada comunidade. Nesse mesmo contexto, Lavell (1999) ressalta que a vulnerabilidade, mesmo em seus vários contextos, é socialmente construída, expressando-se como resultado de processos sociais e econômicos complexos, estando intimamente relacionados ao desenvolvimento histórico e atual da sociedade.

Sobre os riscos, Veyret (2007), os compreende como algo onipresentes na vida de todos os seres humanos, fazem parte de nossa vida. O risco pode ser associado a noções de incertezas, perdas, prejuízos, exposição ao perigo de processos de ordem natural e ou aqueles associados ao trabalho e as relações dos seres humanos.

Segundo a UN-ISDR (2002) o risco é compreendido como a probabilidade de ocorrer danos (as pessoas, aos bens, as atividades econômicas e ao meio ambiente) resultante da interação entre os perigos naturais ou induzidos pela ação humana, num determinado local e um dado período de tempo conforme as condições de vulnerabilidade. Acrescenta-se ainda, que outra variável que pode ser levada em conta na análise do risco

corresponde a habilidade de uma dada população em resistir e recuperar-se de um perigo, denominada como resposta ou resiliência.

De acordo com Tominaga (2009), para a formulação do risco dois elementos são essenciais; o perigo de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa e a vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade do elemento exposto ao perigo, no caso a população. Desse modo, pode-se concluir que o impacto de determinado desastre dependerá das características, da probabilidade e da intensidade do perigo, bem como da vulnerabilidade das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais do sistema receptor.

Lavell (1999), compreende de forma semelhante o risco, como sendo o produto do perigo e da vulnerabilidade atuando ambos de forma conjunta. Assim, o autor destaca que:

"El riesgo, o la probabilidad de daños y pérdidas, es un concepto fundamental que supone la existencia de dos factores: amenazas y vulnerabilidades. Con la idea de amenaza se refiere a la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino para la sociedad; la vulnerabilidad refiere a la propensidad de una sociedad o elemento de la sociedad de sufrir daño. El riesgo se crea en la interrelación o intersección de estos dos tipos de factores, cuyas características y especificidades son sumamente heterogéneas. Aún cuando para fines analíticos se suelen separar estos dos factores, estableciendo una aparente autonomía de ambos, en la realidad es imposible hablar de amenaza sin la presencia de vulnerabilidad y viceversa. Para que haya una amenaza tiene que haber vulnerabilidad. Si no existe una propensidad de sufrir daño al encontrarse frente a un evento físico determinado, no hay amenaza, sino solamente un evento físico natural, social o tecnológico sin repercusiones en la sociedad ..."
(LAVELL, 1999, p. 2)

Nessa perspectiva, Veyret (2007) assinala que o risco é uma construção social, ou seja, este encontra-se ligado a percepção que o indivíduo ou grupo tem de algo que pode causar perigo, gerar danos a si e/ou seu grupo, a seus bens. De modo geral, o risco seria um perigo àquele indivíduo ou grupo que habita determinada área suscetível à ocorrência de um evento, gerando inúmeras perdas, humanas, materiais, econômicas e afetivas. Segundo a autora, a forma como as sociedades modernas atualmente relacionam-se com meio, acabam deixando as mesmas mais vulneráveis aos riscos.

Por fim, as inúmeras definições encontradas ao longo do levantamento bibliográfico da presente dissertação, corroboram com Kobiyama *et al.* (2006), para o qual, não existe um consenso entre os pesquisadores em relação às definições de perigo, suscetibilidade, vulnerabilidade e risco. Neste sentido, diante das inúmeras definições encontradas, o presente trabalho optou pelas seguintes definições:

- Perigo - compreende uma área suscetível à ocorrência de um evento adverso com potencial para causar danos a um indivíduo ou a um grupo que habite essa área;
- Suscetibilidade - envolve todas as características do meio físico que propiciam a ocorrência de eventos adversos de inundação;
- Vulnerabilidade - compreendida como as condições e características socioeconômicas e culturais do sistema receptor, ou seja, do indivíduo ou grupo situado numa área suscetível a ação de um evento. Dentre as condições e características mencionadas acima, destacam-se: tipo de moradia, padrão construtivo, disponibilidade de infraestrutura urbana, densidade populacional, percepção da dinâmica natural e nível de instrução.
- Risco - é compreendido como a probabilidade de um evento adverso atingir um indivíduo ou grupo situado em uma área naturalmente suscetível, e estes encontrarem-se vulneráveis a esse evento, ou seja, há probabilidade de perdas socioeconômicas e humanas. Os graus de risco, estão fortemente associados a vulnerabilidade do sistema receptor, ou seja, quanto mais carente em infraestrutura forem as moradias, maior o risco de perdas.

Em suma, as áreas de risco a inundação do presente trabalho, são compreendidas como a probabilidade de ocorrer danos, a pessoas, a bens, a atividades econômicas e ao meio ambiente. Estes resultantes, da ocupação da população em áreas naturalmente suscetíveis a estes processos, oferecendo assim, perigo aos indivíduos que habitam estas áreas, ou seja, a probabilidade de um evento adverso torna-se um desastre. Soma-se a isso, a vulnerabilidade

do sistema receptor em responder a esse evento, qual configura-se como a probabilidade de perdas e danos.

2.4 Fatores condicionantes das Inundações Urbanas

Sabe-se que, as inundações e as enchentes fazem parte da dinâmica ambiental do planeta. Estas são fortemente influenciadas pelos condicionantes naturais, dinâmica climática e geomorfológica de um dado local, que determinam a frequência de ocorrência, tipologia e dinâmica do escoamento superficial destes processos. Destacam-se como condicionantes naturais; as formas do relevo, as características da rede de drenagem, intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas, características pedológicas, a presença ou ausência de cobertura vegetal. Não podemos olvidar, a ação antrópica com um dos principais agentes, se não o principal, de modificação do espaço e conseqüentemente dos processos de inundação.

Segundo Pinheiro (2007), a precipitação pluvial, principal fenômeno gerador de enchentes, é gerada por condições meteorológicas que não podem ser controladas e podem ocorrer de forma aleatória no tempo e no espaço. Quando estas ocorrem de forma muito rápida, em locais que apresentam relevo com planícies fluviais extensas, onde se concentram aglomerados humanos, os processos de inundações e de enchentes tornam-se desastres naturais altamente impactantes ao sistema receptor, em alguns casos ocasionando até mesmo perdas humanas.

Nas últimas décadas, evidencia-se um aumento na frequência, na intensidade e no número de pessoas atingidas direta ou indiretamente por esses eventos. A partir disso, evidencia-se, a participação cada vez maior dos condicionantes antrópicos na frequência, na intensidade e na magnitude dos eventos naturais.

As interações antrópicas estão fortemente ligadas ao acelerado crescimento populacional principalmente em áreas urbanas. Os efeitos desse

crescimento populacional faz-se sentir sobre a configuração do espaço urbano, o qual na maioria das vezes não dispõe de condições mínimas para a locação dessa população, fortemente excluída do acesso a terra. O processo de exclusão de grande parte da população urbana faz com essa busque espaços alternativos, estes, na maioria das vezes, correspondem às áreas naturalmente frágeis (planícies de inundação, áreas de encosta, banhados, entre outros) que são ocupados de forma desordenada e irregular, potencializando assim, o risco de um evento tornar-se desastre. Soma-se a isso, o aumento do desmatamento e a crescente impermeabilização do solo, os quais acentuam ainda mais o processo de lixiviação dos solos e logo o assoreamento dos cursos d'água, bem como o aumento do escoamento superficial frente ao sub-superficial, dificultando o processo de recarga do lençol subterrâneo.

No que tange, o processo de uso e ocupação do solo urbano, emerge outra questão: o risco social. Segundo Egler (1996), o risco social resulta das carências socioeconômicas que se materializam no espaço urbano como más condições de habitação e saneamento, a crescente ocupação legal ou ilegal de áreas naturalmente suscetíveis (fundos de vales e várzeas por exemplo) e em alguns casos áreas de proteção permanente (APP's), asseguradas por legislação estadual e federal.

2.5 Gestão Ambiental em Áreas Suscetíveis a Inundações

Evitar a ocorrência de fenômenos naturais é algo que excede o conhecimento humano. Tucci (1993) ratifica essa afirmação "... é ingenuidade do homem imaginar que poderá controlar totalmente as inundações; as medidas sempre visam minimizar as suas conseqüências." Entretanto, sabe-se que há diversas medidas de prevenção, de mitigação e de recuperação dos danos causados pelos mesmos.

De acordo com Kobiyama *et al.* (2004), há dois tipos de medidas preventivas: as estruturais e as não-estruturais. As medidas estruturais

compreendem ações em que há obras de engenharia, a fim de, modificar o sistema fluvial, evitando os prejuízos decorrentes das enchentes e reduzindo os riscos de inundações. Estas, na maioria das vezes, apresentam elevados custos para sua implantação, e quando mal feitas acabam agravando ainda mais os desastres naturais. Destacam-se como principais medidas estruturais para a contenção das inundações as barragens, os diques e o alargamento e retilinização dos cursos d'água.

Tucci (1993) propõem que as medidas estruturais podem ser extensivas ou intensivas. As extensivas são aquelas que atuam na bacia, procurando modificar às relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, atuando na redução e no retardamento dos picos de inundação, bem como controlando os processos erosivos ao longo de toda a bacia. As medidas intensivas são aquelas mais pontuais, ou seja, agem no rio, que de acordo com Simons et al. (1977) *apud* Tucci (1993) podem ser de três tipos: a) aceleram o escoamento: construção de diques e polders, aumento da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros; b) retardam o escoamento: reservatórios e as bacias de amortecimento; c) desvio do escoamento, são obras como canais de desvios.

Já as medidas não-estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com o evento propriamente dito. Estas medidas envolvem ações de planejamento e gerenciamento, na maioria dos casos, apresentam baixo custo financeiro, no entanto, necessitam da participação e colaboração de todos os atores e gestores que compõem as áreas de risco de inundação, o que em alguns casos acaba dificultando a implantação e o funcionamento de planos de prevenção. Destaca-se a prática da educação ambiental, formal e informal, como uma forma de envolver e esclarecer a população em geral na questão dos riscos à inundação que estão submetidas; a identificação e a implantação de áreas públicas em áreas de risco a inundação; instalação de um sistema de serviços de previsão e de alerta de inundação com plano de evacuação e o zoneamento de risco a inundação.

É nesse diapasão que se vem introduzindo o conceito de gestão de desastres, nosso objeto de estudo. Desse modo, evidencia-se a necessidade

de avanços nessa temática, bem como o aperfeiçoamento da normatização jurídica. Isso fundamenta-se por Ferreira (2004), que explica que as leis ambientais atuais existem para controlar os riscos ou mitigar seus efeitos, no entanto, estas já não dão conta de mitigar as catástrofes iminentes das práticas antrópicas.

Nessa perspectiva, Ferreira (2004), destaca a importância do princípio da precaução do direito ambiental, que segundo a mesma "... é um instrumento conceitual que precisa ser implementado pela gestão ambiental por causa do seu potencial para amparar a relação dialética homem-risco-ambiente..." sendo assim, uma garantia contra os riscos potenciais. A autora destaca ainda, que esse princípio não tem o propósito de paralisar as atividades humanas, mas sim, afastar o risco das ações antrópicas, ou seja, age "... diante de um perigo abstrato, de um estado de perigo potencial..." (FERREIRA, 2004, p. 65).

Conjuntamente ao princípio da precaução, têm-se analisado também o princípio da prevenção, ambos princípios do direito ambiental, que segundo Fortunato & Fortunato Neto (p. 15, 2011) "...nada mais é do que antecipar-se à prática de ações que possam causar danos ambientais, adotando medidas gerenciais aptas a proteger o meio ambiente."

Posteriormente a compreensão destes princípios, emerge o momento de escolha e elaboração de instrumentos de concretização do princípio da prevenção, através da realização de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), de Zoneamentos, entre outros estudos. Segundo autores como Sampaio, Wold e Nardy (2003), estes trabalhos são valiosos instrumentos de concretização do princípio da prevenção, pois através destes, é possível compreender, correlacionar informações relevantes e imprescindíveis a tomada de decisão, bem como mensurá-los, com base nas relações estabelecidas entre os elementos que compõem o sistema, sejam eles, físicos, bióticos, econômicos, sociais ou culturais.

O reconhecimento de trabalhos de zoneamento, para prevenção de desastres do tipo inundação vem ganhando destaque nos últimos anos dentro da sociedade. Trabalhos estes, que apresentam um diagnóstico e a espacialização dos problemas, subsidiando assim, ações de apoio à prevenção

e erradicação de áreas de risco à inundação nas áreas urbanas das cidades. Este instrumento de planejamento, acaba por dar subsídios técnicos ao município para a elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR).

Para Kobiyama (2006) o zoneamento é compreendido como:

"... 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 ..."

A afirmação do autor acima ratifica a importância do zoneamento de áreas suscetíveis à inundação, como uma das principais medidas não-estruturais no controle das mesmas.

Estudos revelam que a maioria das ações realizadas em eventos de inundação ou enchentes, ocorrem após evento, não sendo muito eficazes na maioria dos casos. Nesse sentido, Tucci (1995), complementa

"... 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. Em geral, o atendimento a enchente somente é realizado depois de sua ocorrência."

A partir disso, emerge-se a necessidade de cumprimento do gerenciamento de desastres que "... é um dos instrumentos de gestão urbana, que integrado a outras políticas públicas, tem a finalidade de reduzir, de prevenir e de controlar de forma permanente o risco de desastres na sociedade." (Nogueira, 2002; Lavell, 2003 *apud* Tominaga, 2009). Santos (2007) ressalta que "havendo vontade política, haverá um gerenciamento apropriado, ou seja, que respeite a legislação, os planejamentos e os planos ambientais existentes".

Nesse contexto, surge no Brasil a Defesa Civil Nacional, que segundo Valencio *et. al.*, (2009), é constituída com o intuito de atuar na prevenção e resposta aos desastres, composto por um conjunto de ações preventivas, assistencialistas, de socorro e reconstrução. Com o passar dos anos, a Defesa Civil foi sendo "remodelada" e hoje suas ações são mais direcionadas a

redução de desastres, visando atender: a prevenção e a preparação para emergências e desastres.

Sabe-se que não há como evitar os desastres naturais, mas é possível evitar e reduzir suas consequências nocivas à população afetada. Para Marchiori e Santoro *in* Tominaga (2009) (figura, 04), as fases de gerenciamento iniciam com a ação de **Prevenção**, esta compreende duas etapas: a) a avaliação de riscos, ou seja, onde os problemas são conhecidos, compreendendo a fase de identificação e de análise dos riscos através da identificação dos processos perigosos, indicação dos locais ameaçados, quantificação e estabelecimento de prioridades. Essa etapa fomenta a criação de um banco de dados capaz de gerar mapas temáticos sobre ameaças, vulnerabilidades e riscos de desastres; b) a segunda etapa, consiste na redução de riscos, baseia-se na adoção de medidas para a redução da magnitude dos processos geológicos perigosos, afim de eliminar ou de reduzir as consequências sociais e ou econômicas. Nessa etapa, utiliza-se as medidas preventivas descritas anteriormente. Para Romero & Maskrey (1993), a prevenção é a fase que compreender atuar contra os riscos, sejam eles de origem natural ou humano.

Sabe-se, que a prevenção é um dos princípios do Direito Ambiental, e que este atua com prévio conhecimento das alusões relativas às implicações antrópicas sobre o meio ambiente de forma negativa. A aplicação deste princípio dá-se quando não há dúvidas de que os danos possam vir a ocorrer, ou seja, os riscos são previsíveis. Sadler (1996), corrobora com essa definição, afirmando que a prevenção é um processo que busca identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes nos planos biofísico, social e outros.

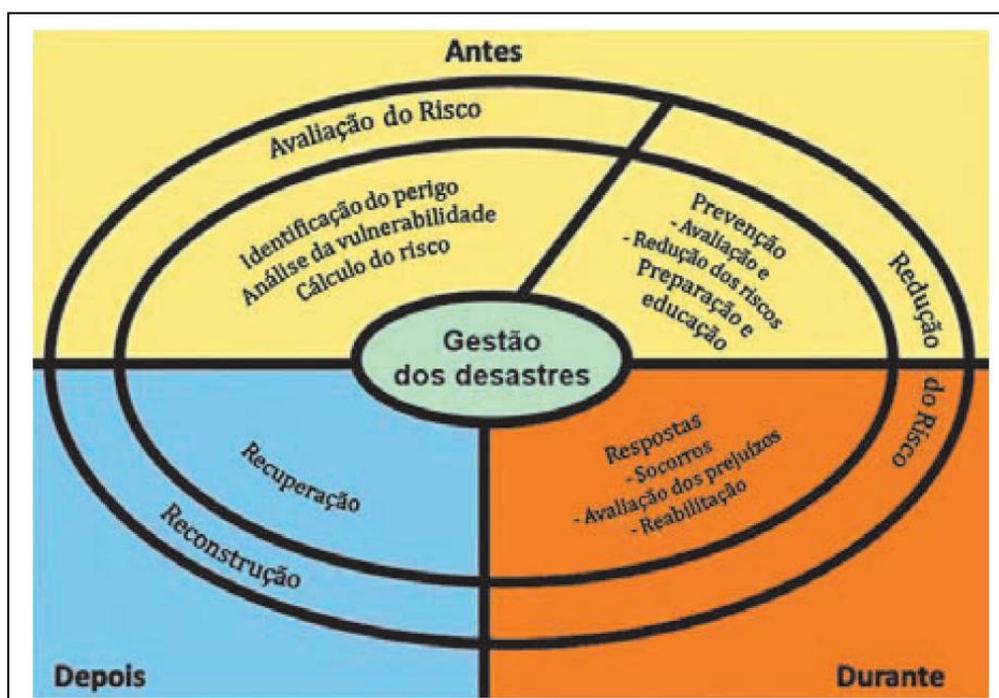


Figura 4 - Fases de Gerenciamento de Desastres.
 Fonte: Tominaga *et al.* (2009)

Posteriormente, o gerenciamento passa pelo processo de **Preparação para Emergências**, o qual visa melhorar as ações preventivas de resposta aos desastres e de reconstrução pós eventos, através de ações que atuam em sistemas de alerta, planos preventivos, cursos de capacitação, entre outros, que subsidiem as ações de resposta ao desastre. seguida da **Resposta ao desastre**, que compreende as ações durante ou após a ocorrência dos desastres, baseiam-se no socorro às vítimas, assistência às populações vitimadas: compreende as atividades de logística, as atividades de avaliação de danos; vistoria e elaboração de laudos técnicos; desobstrução e remoção de escombros e reabilitação de serviços essenciais.

Segundo Romero & Maskrey (1993), a preparação compreenderia a terceira etapa da gestão dos riscos, haja visto, que com ações de prevenção e mitigação o risco e a vulnerabilidade passarão a ser reduzidos ou eliminados, respectivamente. Diante disso, a preparação busca reduzir ao máximo a duração do período de emergência pós desastre, e conseqüentemente acelerar o início da fase seguinte: a reconstrução.

A última fase do gerenciamento de desastres compreende a **Reconstrução**, tendo por finalidade restabelecer todos os serviços públicos, a economia do sistema receptor e o bem-estar da população. Além de

restabelecer a normalidade, a reconstrução também visa a prevenção de novos desastres, caracterizando assim a seqüência cíclica das etapas de gerenciamento dos desastres.

Pode-se ainda, destacar a importância da **Mitigação**, a qual não deve ser compreendida com o sentido de aliviar, mas sim num sentido muito mais amplo dentro da administração dos desastres. Segundo Romero & Maskrey (1993), a mitigação equivale a redução da vulnerabilidade, para eles "... a eliminar o reducir en lo posible esa incapacidad de la comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en el ambiente ..." (ROMERO & MASKREY, 1993, p. 21).

2.6 Sistema de Informações Geográficas (SIG's)

Com os avanços das técnicas de Geoprocessamento juntamente com a Cartografia, criou-se a possibilidade de armazenamento e manipulação de dados espaciais organizados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). Os SIG's, caracterizam-se por serem ferramentas projetadas com o objetivo de armazenar, processar e recuperar com rapidez e precisão grandes volumes de informações georreferenciadas, ou seja, são possíveis de serem localizadas ao longo da superfície terrestre a partir de um par de coordenadas geográficas.

Nos últimos anos, com os avanços dessas tecnologias sua utilização foi ampliada para diversas áreas do conhecimento, indo desde o monitoramento de redes de postos de saúde até o monitoramento de áreas de risco (Davis Jr. 2000). Entretanto, com a maior utilização dos SIG's entre diferentes áreas, inúmeras definições surgiram, porém, algumas apresentam-se controversas devido a complexidade do mesmo.

Segundo Madruga (1991), os SIG's podem ser compreendidos como

"... um banco de dados capaz de armazenar, recuperar e manipular informações digitais, georreferenciadas, provenientes de imagens, mapas e MNT (modelos numéricos de terreno) e, estes sistemas devem, além disso, fornecer ferramentas computacionais que permitam analisar e integrar essas informações com o objetivo de se obter soluções rápidas e precisas para problemas relacionados ao comportamento espacial dos dados contidos no sistema." (MADRUGA, 1991, p. 26)

O uso de ferramentas de computação na construção de mapas temáticos, básicos e interpretativos, é relativamente recente, segunda metade do século XX, com o desenvolvimento da informática. No entanto, é apenas a partir da década de 80 que o geoprocessamento passou a ter um maior crescimento no cenário mundial, o qual dura até os dias atuais.

A utilização dessas ferramentas é possível gerar um conjunto de mapas base que, inseridos em ambiente SIG, permite a sobreposição, cruzamento e reclassificação de diversos temas, podendo assim, espacializar diferentes informações. Os SIG's são apoiados em um banco de dados, o qual é capaz de receber dados das mais variadas fontes, homogeneizá-los, correlacioná-los e exibi-los em diferentes formatos. Convém destacar, que os SIG's podem ser utilizados não apenas para produção de mapas, mas também para análise espacial de diversos fenômenos, através do cruzamento ou sobreposição das informações contidos em seu banco de dados.

Dessa forma, os SIG's podem ser compreendidos como ferramentas capazes de realizar o armazenamento de informações espaciais georreferenciadas, organizadas na forma de um banco de dados, os quais utilizam destas informações para o seu geoprocessamento. Devido aos grandes avanços tecnológicos e a sua ampla aplicação em diferentes temáticas, os SIG's foram incorporados pela diversas ciências.

Para a ciência geográfica, esta ferramenta passou a ser utilizada na compreensão das dinâmicas que ocorrem sobre o espaço geográfico, contribuindo assim, para compreensão dos processos de inundação que tanto assolam certas comunidades. A partir disso, o geoprocessamento e os SIG's são ferramentas de grande importância para a realização de mapeamento e análise de áreas com risco à inundação.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para responder as exigências do proposto trabalho foi indispensável o uso de diferentes técnicas de pesquisa, que inclui desde a revisão de uma literatura específica, trabalhos de campo, para observação e coleta de dados, bem como os trabalhos de escritório. Visando, o melhor desenvolvimento dos procedimentos metodológicos adotados no presente trabalho, optou-se por organizar esse terceiro capítulo em três etapas de trabalho: Levantamento de Materiais e Dados, Organização e Processamento de Dados, e Elaboração dos Produtos Finais.

3.1 Levantamento de Materiais e Dados

3.1.1 Levantamento Bibliográfico

Para a realização do presente trabalho, inicialmente realizou-se o levantamento bibliográfico sobre a temática dos desastres naturais, bem como dos conceitos relacionados ao tema, como por exemplo: inundação, enchente, perigo, suscetibilidade, vulnerabilidade e risco. Dentre os autores pesquisados, destacam-se Castro (2003), Kobiyama *et al.* (2006), Marcelino (2010) e Reckziegel (2007).

Durante essa etapa do trabalho, identificou-se muitas definições para o termo inundações, trabalhadas por diversos autores de várias áreas do conhecimento. Porém, nesse trabalho, foram empregadas as definições e os parâmetros propostos por Castro (2003), a escolha desse autor, vai ao encontro das definições utilizadas pela Defesa Civil do Estado para definir as

inundações, bem como, subsidiam a estruturação do banco de dados das ocorrências de eventos adversos a inundações, aqui utilizada.

3.1.2 Levantamento das Ocorrências de Inundações

O levantamento histórico de inundações na área em estudo foi realizado a partir de estudos prévios de Reckziegel (2007), a qual realizou levantamentos dos desastres ocorridos no Estado para o período compreendido entre 1980 a 2005. Conforme a autora, a Defesa Civil do Estado dispõem de dados das ocorrências de eventos adversos a partir de 1991, desse modo, fez-se necessário realizar consultas ao Diário Oficial e na Coletânea de Leis e Decretos, disponíveis na Biblioteca do Tribunal de Justiça do Estado, para identificar as ocorrências de inundações anteriores a esse período, de 1980 a 1991. Reckziegel (2007) coloca ainda, que realizou pesquisas junto à imprensa escrita, jornal Zero Hora de Porto Alegre, objetivando complementar seus dados, tendo em vista, que os dados disponíveis nas fontes mencionadas anteriormente, diziam respeito somente aos desastres acompanhados de decretos de Situação de Emergência e Calamidade Pública, excluindo aqueles de menores danos, superáveis com recursos municipais apenas.

Para os anos de 2006 a 2010 foram realizadas consultas ao site da Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, onde se obteve os decretos de Situação de Emergência e de Calamidade Pública. Com o intuito de complementar o histórico das inundações no município de Porto Xavier, buscou-se junto a Prefeitura Municipal do referido município os Decretos Municipais de Situação de Emergência e Calamidade Pública, bem como imagens fotográficas das maiores inundações que ocorreram no município.

A partir da elaboração do histórico das inundações na área em estudo, foram analisadas também a distribuição temporal e a intensidade dos desastres. A intensidade dos desastres naturais esta diretamente relacionada com a vulnerabilidade do sistema receptor, diante disso, o nível de intensidade dos desastres naturais provocados pelas inundações foi classificado segundo a proposta de Castro (1999).

Castro (1999), classifica os desastres naturais em quatro níveis em relação a intensidade: a) *Nível I*, desastres de pequeno porte, onde os impactos são facilmente superados pelo município, b) *Nível II*, desastres de média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos superáveis pelo município desde que haja uma mobilização e administração especial, c) *Nível III*, são desastres de grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultuosos, necessitam de auxílio financeiro externo e é decretado Situação de Emergência, d) *Nível IV*, compreende desastres com impactos muito significativos e prejuízos vultuosos, não sendo superáveis pelo próprio município, sem ajuda externa, neste caso decreta-se estado de Calamidade Pública. Entretanto, nesse trabalho, em decorrência dos dados disponíveis junto a Defesa Civil do Estado, o nível de intensidade dos desastres naturais provocados pelas inundações foi classificado a partir da adaptação da classificação proposta por Castro (1999), em função do número de decretos de Situação de Emergência e Calamidade Pública em cada evento, conforme apresenta o Quadro 4.

Quadro 4: Classes de Intensidade dos desastres naturais.

Nível	Descrição
I	Sem decreto de Situação de Emergência ou de Calamidade Pública
II	Decretação de uma Situação de Emergência
III	Decretação de mais de uma Situação de Emergência
IV	Decretação de Estado de Calamidade Pública

Fonte: Castro, 1993.

Adaptação: GALVÃO, M. I. S. 2011.

3.1.3 Levantamento das Bases Cartográficas & SIG

O material cartográfico utilizado para a realização desse trabalho consistiu na utilização das cartas topográficas: Porto Lucena, Folha: SG.21-Z-D-IV-4 MI-2896/, Foz do Ijuí, Folha: SG.21-Z-D-IV-3 MI-2896/3, Roque Gonzales, SH.21-X-B-I-2 MI-2912/2, todas na escala 1:50000, elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) de 1979.

Para dar o grau de detalhamento suficiente ao estudo, utilizou-se uma imagem orbital de alta resolução espacial do satélite QuickBird, adquirida em setembro 2010, através do aplicativo *Google Earth Pro*. Posteriormente, foi realizado o georreferenciamento destas imagens no ArcGIS 9.3, nesse mesmo programa, realizou-se o mosaico das imagens. Num segundo momento, realizou-se a extração das informações contidas na imagem de satélite, subsidiando a elaboração do mapa base. Para a criação do banco de dados deste trabalho utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG's) ArcGIS 9.3.

3.2 Organização e Processamento de Dados

Nessa etapa da dissertação, deu-se a organização dos dados coletados, no SIG ArcGIS, através da criação de um banco de dados da área urbana de Porto Xavier, visando assim, conhecer melhor o nosso objeto de estudo, sua dinâmica, intensidade, área de atuação, entre outros, subsidiando a escolha de ações visando sua prevenção e adoção de medidas mitigadoras.

3.2.1 Histórico de Inundações

Os dados referentes às ocorrências das inundações foram organizados de acordo com o ano, mês, tipo de evento, decreto ou não de Situação de Emergência (se) ou Calamidade Pública (CP). Posteriormente, foram gerados gráficos referentes a série histórica analisada, permitindo assim, analisar a dinâmica temporal dos eventos. Também, foram feitas as análises climatológicas conforme a distribuição das inundações por ano e em relação ao fenômeno El Niño.

Através dos levantamentos realizados, constatou-se que foram registradas dezoito (18) ocorrências de enxurradas e enchentes no município nos anos de 1980 a 2009 (Quadro 5), com o predomínio de inundações gradual frente as bruscas, respectivamente 15 eventos e 3 eventos.

Quadro 5: Eventos de Inundação Brusca e Gradual no município de Porto Xavier/RS, no período de 1980 à 2010.

Ano	Mês	Tipo de Eventos	Decreto	Evento	Intensidade
1983	Maio	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Forte
1983	Maio	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Forte
1983	Maio	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Forte
1983	Maio	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Forte
1983	Julho	Enchente	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Forte
1984	Agosto	Enchente	-	-	-
1987	Maio	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Moderado
1989	Setembro	Enchente	Situação de Emergência	-	-
1990	Maio	Enchente	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Forte
1992	Maio	Enchente	Estado de Calamidade Pública	<i>El Niño</i>	Forte
1992	Julho	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Forte
1994	Maio	Enxurrada	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Moderado
1997	Outubro	Enchente	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Forte
1998	Abril	Enchente	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Forte
2000	Outubro	Enchente	-	-	-
2002	Outubro	Enxurrada	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Moderado
2003	Janeiro	Enxurrada	Situação de Emergência	<i>El Niño</i>	Moderado
2005	Junho	Enchente	-	<i>El Niño</i>	Fraco

Fonte: Reckziegel (2007) e CEDEC/RS (2011).

Organização: GALVÃO, M. I. S. 2011.

3.2.2 Elaboração dos Produtos Cartográficos

Os dados topográficos, representados pelas curvas de nível e pontos cotados, utilizados para elaboração dos cartogramas compreendem curvas de nível da área de estudo, estas com equidistância de um metro, as quais, subsidiaram a compreensão do relevo na área, a partir da elaboração do Modelo Numérico de Terreno (MNT).

A partir disso, a suscetibilidade à inundações foi definida por meio da hipsometria e da declividade. Convém destacar, que a escolha destes deu-se em decorrência que as demais características físico-naturais, tais como: clima,

geologia, solos e vegetação, apresentam-se de forma homogênea na área em questão. A hipsometria e a declividade foram obtidas a partir das curvas de nível, equidistantes de um em um metro, já o limite de inundações históricas, foi aferido em campo com o auxílio de moradores locais.

Para a elaboração do mapa hipsométrico foram definidas três classes altimétricas, levando em consideração a altimetria da área em estudo, assim, as áreas que apresentam altitude inferiores a 90 metros foram classificadas com alto grau de suscetibilidade à inundação, estas, associadas aos cursos d'água. A classe altimétrica entre 90 a 100 metros, apresenta médio grau de suscetibilidade. Já áreas situadas entre 100 a 133 metros de altitude apresentam baixa suscetibilidade à inundação, sendo estas situadas mais afastadas das drenagens.

Alguns pesquisadores, tais como Mendonça (1999), destacam que o estudo da declividade das vertentes permite uma análise do fluxo torrencial de água na superfície, além é claro da compreensão dos processos erosivos responsáveis pelo assoreamento dos cursos d'água, agravando os processos de inundação. A partir disso, para o estabelecimento da declividade adotou-se a metodologia proposta por Moreira & Pires Neto (1998), que trabalha com 4 intervalos de declividades, a qual foi adaptada ao temática da dissertação como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Classes de Declividade e o grau de suscetibilidade à inundação.

Declividade (%)	Características	Grau
< 2	Áreas planas, quando próximas as drenagens estão sujeitas a ocorrências de inundações, sendo as mesmas suscetíveis a inundações.	Alto
2 a 5	Áreas favoráveis ao uso e ocupação, apresentam baixa declividade, onde predominam os processos deposicionais, mas quando próximas a drenagens podem apresentar risco de inundação.	Médio
5 a 15	Áreas onde os processos erosivos começam a ser mais significativos, apresentam algumas restrições de uso e ocupação do solo.	Baixo
> 15	Áreas onde os processos de movimento de massa começa a ser mais significativos, áreas com restrições de uso e de ocupação, as quais não oferecem risco à inundações.	Baixo

Fonte: Moreira & Pires Neto (1998).

Adaptação & Organização: GALVÃO, M. I. S. 2012.

Após a elaboração dos produtos cartográficos, mapa hipsométrico e clinográfico, foram estabelecidos três graus de suscetibilidade a inundação na área de estudo, são eles: alto, médio e baixo (Quadro 6). Estes foram obtidos a partir da elaboração da matriz de cruzamento, que consta no quadro 6 abaixo. As áreas com alto grau de suscetibilidade compreendem relevos planos, apresentando altitudes inferiores a 90 metros, associados às drenagens e estes fortemente suscetíveis a processos de inundação. Já áreas situadas entre 90 a 100 metros de altitudes e com declividades entre 2 a >15%, apresentam média suscetibilidade à inundação. As áreas que apresentam altimetria superior a 100 metros apresentam baixa suscetibilidade à inundações.

Quadro 6: Matriz de cruzamento para obtenção dos Graus de Suscetibilidade.

Hipsometria	Declividade		
	Baixo (5%)	Médio (2 a 5%)	Alto (<2%)
Baixo (100 a 113m)	Baixa	Baixa	Baixa
Médio (90 a 100m)	Média	Média	Alta
Alto (<90m)	Média	Alta	Alta

Elaboração: GALVÃO, M. I. S. 2013.

3.2.3 Mapeamento das Áreas Inundáveis

O mapeamento das áreas inundáveis é obtido pela elaboração da carta de inundação, na qual são identificadas as áreas que, em determinado período, foram inundadas, ou seja, àquelas que com a elevação do nível d'água de um canal de drenagem, resultam no transbordamento do mesmo, e conseqüentemente suas águas ocupam a planície de inundação e áreas próximas. Para a identificação das áreas inundáveis foram realizados trabalhos de campo, nos quais, foram possíveis identificar dois padrões de inundação na área de estudo, com base na cota máxima e mínima.

A identificação da cota máxima e da mínima das inundações foi possível com a ajuda da população local, através de conversas informais com os

moradores e com o auxílio do GPS (Sistema de Posicional Global). A cota máxima corresponde ao ponto máximo onde a inundação já atingiu em algum evento e a cota mínima, refere-se a área frequentemente atingida pelos eventos adversos de inundações. A partir disso, estabeleceram-se dois tipos de inundação que ocorrem na área urbana de Porto Xavier: as inundações extraordinárias e as ordinárias. As inundações extraordinárias correspondem à cota altimétrica máxima que a inundação atingiu em um dado evento, já a ordinária compreende a cota altimétrica mínima, ou seja, aos processos de inundação mais frequentes.

3.2.4 Mapeamento do Perigo à Inundação

O perigo à inundação, é entendido no presente trabalho como área suscetível à ocorrência de um evento adverso com potencial para causar danos a um indivíduo ou a um grupo que habite essa área. Nesse sentido, o Mapa de Perigo à Inundações representa a correlação das áreas suscetíveis à inundação, com as áreas inundáveis, levantadas em campo, que compõe a carta de inundação, juntamente com ocupação urbana.

A ocupação urbana, foi definida com base na interpretação visual da imagem orbital de alta resolução espacial do satélite QuickBird, adquirida em setembro 2010, através do aplicativo *Google Earth Pro*. Em escritório foi realizada a vetorização de cada edificação, posteriormente, em campo foi aferido o uso de cada edificação em: residencial, misto (residencial e comercial), comercial, público, turismo, lazer, outros (igrejas, ginásios e Centro de Tradições Gaúchas/CTG) e não identificado (NI). Posteriormente, as informações obtidas em campo foram inseridas no banco de dados no software ArcGIS 9.3. Por fim, com base na imagem orbital realizou-se uma análise visual do adensamento das edificações na área estudo, onde foi possível identificar áreas com grande adensamento de edificações, áreas com adensamento mais rarefeito e outras com baixo adensamento.

Nesse sentido, com base na suscetibilidade à inundação e no adensamento de edificações, foi possível estabelecer os graus de perigo para área de estudo, considerando também, a carta de inundações da área. Desse modo, foram estabelecidos dois graus de perigo, os quais são apresentados no Quadro 7:

Quadro 7: Descrição e Grau de Perigo às Inundações.

Grau de Perigo	Inundação	Descrição
Alto	Ordinária	Áreas urbanas na planície de inundação, situadas em terrenos planos com até 90 metros de altitude, com declividades inferiores a 2%, com alta ocupação urbana e com alta probabilidade temporal e espacial de serem atingidas por inundações.
Baixo	Extraordinária	Áreas urbanas suscetíveis à inundação situadas em cotas altimétricas de 90 a 100 metros, apresentando declividades superiores a 2%, com baixa ou rarefeita ocupação urbana, estas afastadas das drenagens.

Elaboração: GALVÃO, M. I. S. 2013.

3.2.5 Mapeamento da Vulnerabilidade à Inundação

A Vulnerabilidade aqui compreendida como as condições e características socioeconômicas e culturais do sistema receptor, ou seja, do indivíduo ou grupo situado numa área suscetível a ação de um evento. Dentre as condições e características mencionadas acima, destacam-se: tipo de moradia, padrão construtivo, disponibilidade de infraestrutura urbana, densidade populacional, percepção da dinâmica natural e nível de instrução.

O estabelecimento do padrão construtivo, foi baseado na proposta de Oliveira (2004). Este autor, apresenta uma classificação para os padrões urbanos das habitações localizadas na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena (Santa Maria/RS). Segundo o autor, o padrão construtivo alto corresponde àquelas edificações construídas com técnicas de engenharia adequadas,

seguindo as normas construtivas e o uso de material de boa qualidade. O padrão médio compreende casas de madeira que em alguns casos são construídas por profissionais não qualificados para construção da mesma. Já as de baixo padrão construtivo, são aquelas construídas pelos próprios moradores, constituída de uma diversidade de materiais. Nesse sentido, o Ministério das Cidades (2007) corrobora com o autor citado acima, e destaca que a avaliação da vulnerabilidade compreende a análise do padrão construtivo, entretanto, considerando basicamente duas tipologias construtivas: a) baixo padrão construtivo - onde predominam moradias construídas com madeiras ou restos de materiais, oferecendo assim, baixa capacidade de resistir aos impactos de processos hidrológicos, apresentando assim, alta vulnerabilidade; b) médio a bom padrão construtivo - predominam moradias construídas em alvenaria, com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos, apresentando baixa vulnerabilidade de acidentes.

Os dados do padrão construtivo das residências foram identificados através de levantamento de campo, com base na adaptação da propostas de Oliveira (2004) e Ministério das Cidades (2007). Desse modo, em campo foi realizada uma avaliação empírica na área onde foram observados os seguintes elementos: material construtivo (alvenaria, madeira, misto), acabamento (com reboco, sem reboco, com sapata, sem sapata) e infraestrutura próxima (vias asfaltada, calçadas e não pavimentadas). Após os levantamentos em campo, as informações foram inseridas no banco de dados e posteriormente foram realizadas as análises das variáveis aqui adotadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar a capacidade de resistência das edificações ao impacto de inundações.

No que tange, a determinação das áreas de adensamento, estas foram determinadas através da interpretação visual da imagem de satélite, onde analisou-se a quantidade de edificações em cada segmento da área de estudo. A matriz de cruzamento das duas variáveis descritas acima, é apresentada no Quadro 8 a seguir:

Quadro 8: Matriz de cruzamento para obtenção do Grau de Vulnerabilidade.

Padrão Construtivo	Adensamento		
	Baixo	Médio	Alto
Baixo	Média	Alta	Alta
Médio	Baixa	Baixa	Média
Alto	Baixa	Baixa	Baixa

Elaboração: GALVÃO, M. I. S. 2012.

Com base no cruzamento das informações, foram identificados três graus de vulnerabilidade e, nesse sentido temos:

- Baixa Vulnerabilidade - compreende moradias com bom padrão construtivo, com predomínio de edificações de alvenarias, sendo destinadas a diferentes usos (residências, comerciais, mistos e turismo), não aglomeradas, soma-se a isso ruas calçadas ou pavimentadas;
- Média Vulnerabilidade - apresentam médio padrão construtivo, com predomínio de edificações de alvenaria e madeira, com poucos acabamentos, localizam-se em vias calçadas ou de chão batido. Nestas áreas predominam o uso residencial e misto;
- Alta Vulnerabilidade - áreas onde situam-se edificações de baixo padrão construtivo, com predomínio de casa pequenas, de alvenaria, madeira e/ou mistas, muitas destas, sem conservação ou manutenção, situadas em vias de chão batido. Nestas áreas, encontra-se um grande adensamento de edificações em espaços pequenos, sendo a maioria destinada para fins residências.

3.2.6 Zoneamento de Risco à Inundação

O risco à inundação, aqui compreendido como a probabilidade de um evento adverso atingir um indivíduo ou grupo situado em uma área naturalmente suscetível, e estes encontrarem-se vulneráveis a esse evento, ou seja, há probabilidade de perdas socioeconômicas e humanas. Os graus de risco, estão fortemente associados a vulnerabilidade do sistema receptor, ou

seja, quanto mais carente em infraestrutura forem as moradias, maior o risco de perdas.

Nesse contexto, para definição dos graus de risco às ocorrências de inundações elaborou-se uma matriz de cruzamento, conforme quadro 9, onde foram analisados os dados de perigo e da vulnerabilidade, que subsidiaram a identificação de três classes de risco à inundação na área de estudo.

Quadro 9: Classes de Risco às inundações.

RISCO		VULNERABILIDADE		
		Baixa	Média	Alta
PERIGO	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
	Alto	Médio	Alto	Alto

Elaboração: GALVÃO, M. I. S. 2013.

3.3 Elaboração dos Produtos Finais

Nessa etapa, foram realizados os mapeamentos, de suscetibilidade, de perigo, de vulnerabilidade e o zoneamento, e posteriormente a análise integrada de todas as variáveis que compõem os estudos da temática das inundações. Por fim, realizou-se a proposição de medidas que auxiliem no planejamento do uso e ocupação do solo urbano do município de Porto Xavier, visando assim, a prevenção e a mitigação dos desastres ambientais na área urbana do referido município.

4. RESULTADOS

*“Eu ouço, e eu esqueço;
Eu vejo, e eu me lembro;
Eu faço, e eu aprendo.”
Kung Fu-tse*

Neste capítulo, são apresentados os resultados referentes a análise das ocorrências de inundações na área urbana de Porto Xavier, verificando as situações de emergência e de calamidade pública, bem como a distribuição temporal e a intensidade dos eventos adversos, que contribuíram para o histórico de inundações na área em estudo. Posteriormente, são apresentados os produtos cartográficos gerados ao longo da presente dissertação, bem como as análises das situações de suscetibilidade, perigo de inundação, a vulnerabilidade à inundação e por fim o mapeamento das áreas de risco à inundação na área urbana do município de Porto Xavier/RS.

4.1 Histórico das Inundações: distribuição temporal e intensidade dos desastres

No período de 1980 a 2010, foram registradas dezoito (18) ocorrências de eventos adversos de inundações, que causaram inúmeros danos e perdas à população local. Na série temporal analisada, constatou-se o predomínio de inundações classificadas como enchentes ou inundação gradual frente às enxurradas ou inundações bruscas, respectivamente 15 eventos e 3 eventos. O Quadro 10 apresenta de forma sucinta os eventos organizados pela ordem cronológica, os tipos de evento e a intensidade dos mesmos.

Quadro 10: Eventos de Inundação no município de Porto Xavier,
no período de 1980 a 2010.

Ano	Tipo de Eventos	Decreto	Classe de Intensidade
1983	Enchente	-	Nível I
1983	Enchente	-	Nível I
1983	Enchente	-	Nível I
1983	Enchente	-	Nível I
1983	Enchente	Situação de Emergência & Calamidade Pública	Nível IV
1984	Enchente	-	Nível I
1987	Enchente	-	Nível I
1989	Enchente	Situação de Emergência	Nível II
1990	Enchente	Situação de Emergência	Nível II
1992	Enchente	Estado de Calamidade Pública	Nível IV
1992	Enchente	-	Nível I
1994	Enxurrada	Situação de Emergência	Nível II
1997	Enchente	Situação de Emergência	Nível II
1998	Enchente	Situação de Emergência	Nível II
2000	Enchente	-	Nível I
2002	Enxurrada	Situação de Emergência	Nível II
2003	Enxurrada	Situação de Emergência	Nível II
2005	Enchente	-	Nível I

Fonte: Reckziegel (2007) e CEDEC/RS (2010).

Organização: GALVÃO, M. I. S. 2012.

No quadro observa-se que a década de 1980 apresentou maior número de ocorrências que as demais décadas analisadas. A ocorrência de eventos nessa década concentra-se ao longo dos anos de 1983, 1984, 1987 e 1989, caracterizando-se como eventos do tipo enchente. O ano de 1983 foi o período com maior número de ocorrências desse tipo de evento, concentradas nos meses de maio e julho. As elevadas precipitações em curto espaço de tempo nas cabeceiras de drenagem do Rio Uruguai no estado do RS e de SC foram

os principais fatores para o desencadeamento dessa situação no município. Isso fica claro, quando analisamos o Decreto Municipal N°. 386 de 08 de julho de 1983, do prefeito da época, Sr. Ovidio Kaiser, decreta situação de emergência no município de Porto Xavier. Segundo esse documento, o Rio Uruguai naquela data estava onze metros acima do seu nível normal, atingindo um grande número de pessoas. Nessa data observava-se que o nível das águas crescia vinte centímetros por hora, o que poderia causar conseqüências imprevisíveis a todo o município.

No dia seguinte a esse primeiro decreto, decreta-se estado de calamidade pública no território do município de Porto Xavier, tendo em vista as chuvas torrenciais que se abateram sobre toda a área municipal e a cheia do Rio Uruguai, ocasionando inúmeras perdas econômicas, principalmente no que tange as vias de acesso municipais. O Decreto menciona também que o Rio encontrava-se quinze metros acima do seu nível normal, com tendência a crescer, atingindo inúmeras casas na área urbana e lavouras na área rural, causando inúmeros prejuízos. Nessa data, registravam-se mais de 800 pessoas desabrigadas no município, a inexistência de luz e de água potável na área territorial o que tornava a situação alarmante.

Outra ocorrência de inundação que se destaca no município em estudo, é a enchente de setembro de 1989. A elevação do nível normal das águas do Rio Uruguai em dez metros deixa apreensiva a população e os gestores municipais da época para a possibilidade de um desastre na magnitude e nas proporções das inundações de julho de 1983. O prefeito da época, Sr. Edgar Steinbrenner, decreta situação de emergência no município aos quatorze dias do mês de setembro de mil novecentos e oitenta e nove, em decorrência da enchente do Rio Uruguai. Nessa data, o Rio Uruguai encontrava-se dez metros acima do seu nível normal, apresentando forte tendência ao aumento de suas águas, tendo em vista que o mesmo crescia quinze centímetros por hora, e logo poderia atingir grande parte da população municipal.

Durante esta década foram registrados oito ocorrências de inundação sendo a de 1983 a de maior magnitude e intensidade, tendo em vista, os danos e os prejuízos que esta causou ao município, caracterizando como um desastre de intensidade de nível IV, Estado de Calamidade Pública. O evento de 1989

destaca-se também nesta década pela intensidade do desastre causado, caracterizando-se como um desastre de intensidade de nível II. Os demais desastres ocorridos na década de 80 podem ser classificados como desastres de nível I.

A década seguinte, 1990 é marcada por seis eventos adversos com intervalos pequenos entre um evento e outro (de um ano entre um e outro). Os eventos registrados nessa década datam dos anos de 1990, 1992, 1994, 1997 e 1998, totalizando cinco eventos de enchente e um de enxurrada. Neste período, o ano de 1992 foi o que apresentou o maior número de ocorrências: duas.

Ao longo desta década, predominaram desastres com intensidade superior ao nível I, pois das seis ocorrências de eventos adversos a inundação apenas uma, a de julho de 1992, apresentou intensidade de nível I, ou seja, os danos e/ou perdas resultantes desse desastre foram superáveis pelo município sem ajuda externa. As demais ocorrências foram de intensidade de nível II e IV, não sendo superáveis com recursos municipais, necessitando ajuda externa, do governo estadual e, até mesmo, do governo federal.

O Decreto Municipal N° 880 de primeiro de junho de mil novecentos e noventa⁴ relata que o nível das águas do Rio Uruguai alcançava doze metros e trinta e seis centímetros acima do seu nível normal, ocasionando um elevado número de desabrigados.

No ano de 1992 registraram-se duas ocorrências de inundações, sendo a segunda, de julho do referido ano, de intensidade de nível I, facilmente superada pelo município. A enchente de maio desse mesmo ano gerou inúmeras perdas e danos ao município como um todo necessitando de recursos externos para superá-los. As chuvas torrenciais que ocorriam na região e no município propiciaram que o Rio Uruguai atingisse nessa data o nível de doze metros acima do seu nível normal, propiciando assim, que fosse

⁴ Com base em dados obtidos junto a Defesa Civil do Estado, Reckziegel (2007) identificou que a Situação de Emergência (SE) decretada pelo município de Porto Xavier data de maio do referido ano. No entanto, na análise dos decretos emitidos pela Prefeitura Municipal de Porto Xavier no período de 1980 a 2009, detectou-se apenas o Decreto N° 880 (de 01 de junho de 1990) decretando SE na área territorial do município, a partir disso, inferimos que o evento registrado pela Defesa Civil de maio de 1990 seja o mesmo que o decreto municipal refere-se, junho de 1990.

Decretado Estado de Calamidade Pública. Segundo o Decreto Municipal N° 1.040/92, o Rio Uruguai encontrava-se em “fase crescente, prevendo-se para as próximas horas um período muito mais crítico”. A elevação das águas desse curso d’água resultou em elevado número de desabrigados e prejuízos materiais de grande monta.

O ano de 1994 destaca-se na década analisada por registrar o único evento de enxurrada registrado no período. Em maio do referido ano decorre sobre o município um desastre natural de intensidade de nível II, este novamente ocasiona inúmeras perdas materiais e econômicas ao município. A intensidade desse desastre também pode estar associada a ação conjunta de chuvas torrenciais e de ventos com granizos que atingiram o município e a região. No dia vinte e quatro de maio é decretada situação de emergência no município de Porto Xavier.

O último desastre natural registrado na década de 90, data do mês de abril de mil novecentos e noventa e oito. Esse evento é do tipo enchente, o qual ocasiona inúmeros danos econômicos e materiais a população. No dia vinte e quatro de abril do referido ano, é decretada situação de emergência no município, tendo em vista as excessivas chuvas que ocorreram na região, totalizando aproximadamente 250 mm nas últimas 48 horas, chegando a 435 mm no referido mês. O decreto emitido pelo prefeito da época menciona também, os danos materiais e humanos causados pela elevação das águas do Rio Uruguai e seus afluentes. Dentre os danos materiais, destacam-se os danos nas vias de acesso do município, principalmente as da área rural, que acabaram impossibilitando a realização do transporte escolar em algumas localidades. Os danos humanos referem-se às famílias atingidas pela elevação do nível d’água desses cursos d’água, estas residindo em áreas alagáveis (Decreto Municipal N° 1.465/98).

Dentre as três décadas analisadas, a década de 2000 é a que apresenta o menor número de ocorrências de desastres naturais do período analisado, quatro eventos. Os eventos adversos de inundação que atingiram o município caracterizam-se como: dois eventos do tipo enchente (2000 e 2005) e dois do tipo enxurrada (2002 e 2003). Desses eventos, apenas os do tipo enxurrada são de intensidade de nível II.

A enxurrada de outubro de 2000 é marcada pelo excesso de precipitação pluviométrica que atinge o município, fazendo com que no dia vinte e três de outubro, o prefeito da época, declare situação de emergência no município, haja visto, os inúmeros prejuízos econômicos e materiais que as vias de acesso ao município e as lavouras haviam sofrido em decorrência das chuvas e dos ventos fortes que atingiam o município. Cabe destacar ainda os danos ocasionados nas bombas submersas dos poços artesianos do sistema de abastecimento de água municipal, deixando grande parte da população sem água potável, expondo a mesma a epidemias.

O segundo evento adverso de inundação registrado, foi observado no dia vinte e sete de janeiro de dois mil e três. A enxurrada que atingiu Porto Xavier veio “acompanhada” de outros eventos naturais como vendaval e tempestade (Decreto Municipal N° 1.720/03). A ação conjugada desses eventos ocasionou inúmeros danos e prejuízos econômicos, materiais, ambientais e sociais ao município.

Através da elaboração do histórico de inundações na área em estudo, pode-se constatar que, ao longo dos 30 anos analisados em 13 anos foram registrados algum evento de inundação. Na série analisada 50% dos eventos de inundação que atingiram o município foram de intensidade nível I. Os desastres de intensidades de nível II totalizaram 44,4% dos eventos totais e os de intensidade de nível IV, 5,6%, como pode ser melhor visualizado na Figura 5. No período analisado, não foram identificados eventos de intensidade de nível III.

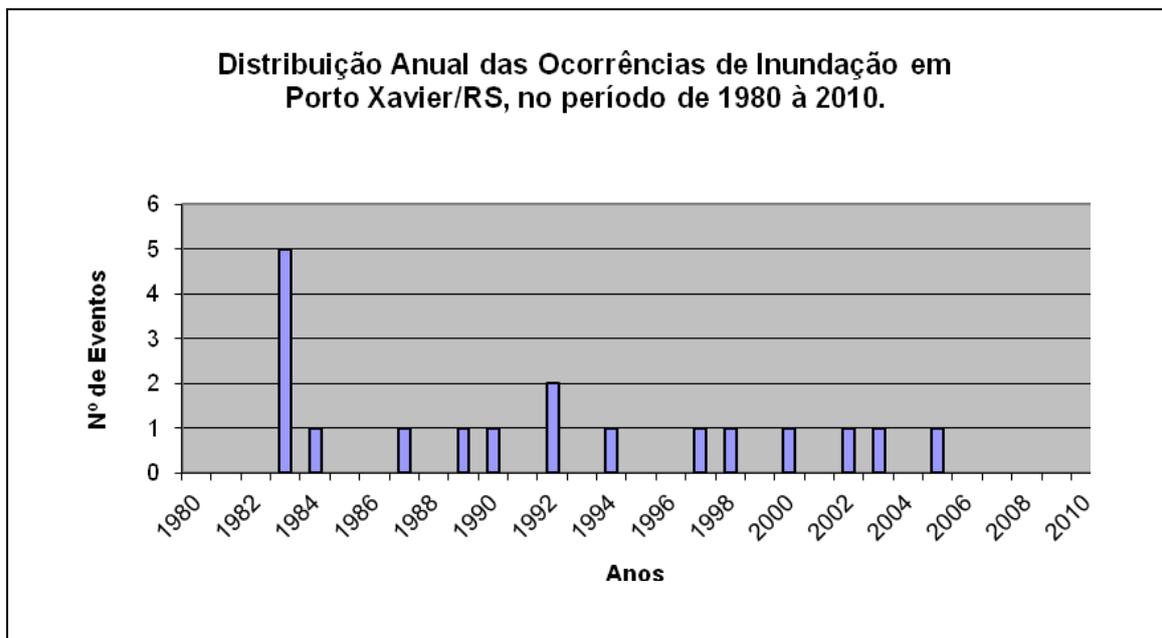


Figura 5 - Gráfico da Distribuição Anual das Ocorrências de inundação em Porto Xavier/RS, no período de 1980 à 2010.

Cabe destacar que o nível das águas do Rio Uruguai nem sempre é o fator preponderante para a classificação dos desastres a partir da intensidade dos mesmos, haja visto, que a enchente de 1990 registrou no dia 01 de junho doze metros e trinta e seis centímetros acima do nível normal do Rio Uruguai e a enchente de maio de 1992 registrava no dia 29 de maio de 1992 doze metros acima do seu nível normal e decretou-se estado de calamidade pública. Através das informações coletadas em campo, não pode-se constatar o porque desse fato, no entanto, o mesmo pode-se estar associado a fatores políticos.

Nos decretos é possível verificar a menção apenas a danos e perdas econômicas e materiais, em nenhum momento menciona-se as perdas humanas e ou ambientais.

4.2 Distribuição Sazonal das Inundações

Dos dezoito eventos adversos registrados, o outono foi a estação que apresentou maior frequência de inundações, dez ocorrências (Figura 6). Essas

estão associadas à intensificação das Frentes Polares (FP) sobre o hemisfério Sul, em decorrência do processo de resfriamento do mesmo em virtude da menor quantidade de irradiação solar que passa a atingir o hemisfério Sul. A partir desse resfriamento, as massas de ar Polar Atlântica (Pa) e a Tropical Atlântica (Ta) passam a intensificar-se, e a gerar instabilidades climáticas sobre o estado, produzindo muita chuva, que pode vir a desencadear processos de inundação.

O inverno foi a segunda estação do ano a apresentar as maiores ocorrências de inundações, quatro. Nessa estação, observa-se a menor incidência de irradiação solar sobre o hemisfério sul, o que acaba favorecendo a maior atuação da Frente Polar Atlântica (FPa), com isso, evidencia-se o aumento das ciclogêneses, responsáveis pela formação dos ciclones frontais, gerando elevados índices pluviométricos.

Na primavera, registrou-se três ocorrências de eventos adversos a inundação. Nessa estação, observa-se gradativo aumento da incidência de irradiação solar no hemisfério sul, que acaba acentuando a ação de massas de ar intertropical e enfraquecendo as massas polares. Segundo Sartori (2003), nessa estação, pode-se observar um aumento na quantidade de chuvas, especialmente entre o final de setembro e a primeira quinzena de outubro.

Por fim, a estação que apresentou menor número de ocorrências de eventos de inundação foi o verão, com apenas uma. De acordo com Britto (2004), nesta estação do ano, as precipitações estão associadas a ocorrências de chuvas intensas e de curta duração em decorrência da Massa Polar Atlântica estar bastante enfraquecida, logo a Massa Tropical Continental e a Massa Tropical Atlântica passam a atuar com maior intensidade.

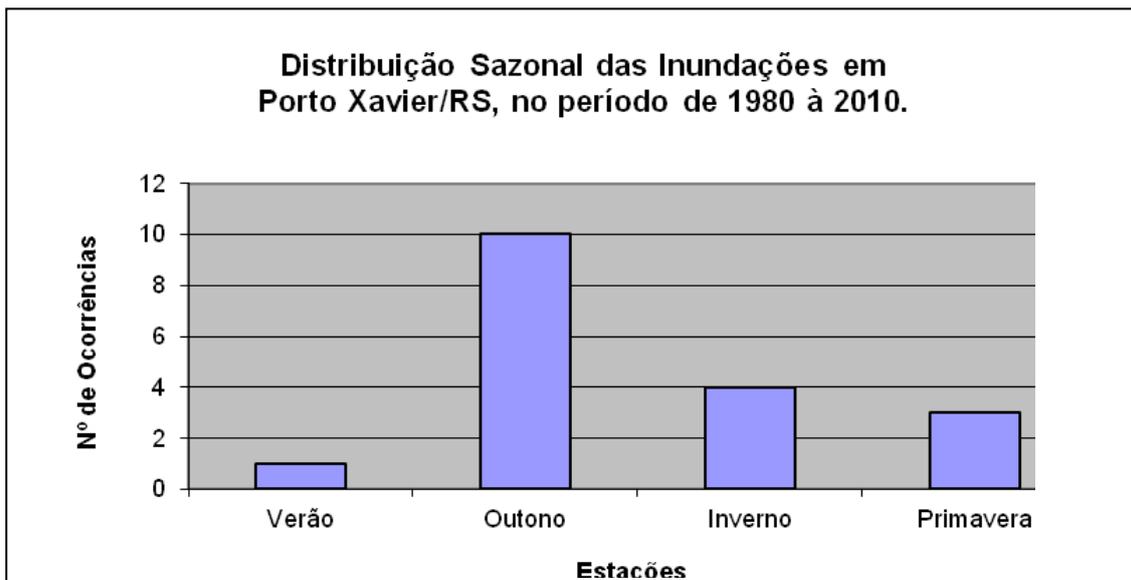


Figura 6 - Gráfico da Distribuição Sazonal das Inundações em Porto Xavier/RS.

4.3 As Inundações e o Fenômeno *El Niño*

Na relação entre as inundações ocorridas em Porto Xavier e a ocorrência do fenômeno *El Niño*, observamos que esses, na maioria dos eventos, estão associados, tendo em vista, as ocorrências registradas no histórico de inundações levantado e as informações disponíveis sobre a intensidade do fenômeno nas datas das ocorrências de desastres naturais.

De acordo com o Quadro 11, constata-se que no período analisado a intensidade do fenômeno *El Niño* esteve entre forte à moderado. Dentre os anos de ocorrência de tal fenômeno, observa-se que em todos foram registrados eventos adversos à inundações em Porto Xavier. Apesar das duas maiores enchentes registradas em Porto Xavier estarem associadas à ocorrência do *El Niño*, também foram registrados outros eventos em anos que não foram atingidos por esse fenômeno.

Quadro 11: Ocorrência de Eventos de Inundação e do Fenômeno El Niño, no período de 1980 à 2010.

Ano	Evento	Intensidade	Tipo de Eventos
1983	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1983	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1983	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1983	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1983	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1984	-	-	Enchente
1987	<i>El Niño</i>	Moderado	Enchente
1989	-	-	Enchente
1990	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1992	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1992	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1994	<i>El Niño</i>	Moderado	Enxurrada
1997	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
1998	<i>El Niño</i>	Forte	Enchente
2000	-	-	Enchente
2002	<i>El Niño</i>	Moderado	Enxurrada
2003	<i>El Niño</i>	Moderado	Enxurrada
2005	<i>El Niño</i>	Fraco	Enchente

Fonte: Reckziegel (2007), CEDEC/RS (2011) e <http://www.cpc.noaa.gov/>
Organização: GALVÃO, M. I. S. 2011.

Segundo estudos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, ligados ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), nos anos de 1982/83 e 1997/1998 foram registradas as manifestações mais intensas do fenômeno *El Niño*. Nestes anos, foram registradas alguns eventos de inundação, ou seja, no ano de 1983 foram registrados dois decretos, o primeiro de situação de emergência e posteriormente o de calamidade pública. Nestes anos, foram consideradas as maiores inundações que atingiram a área de estudo pelos moradores

entrevistados. Assim, podemos evidenciar a correlação entre os eventos de inundação e o fenômeno *El Niño*.

Nos anos de 1984 e 2000, foram registrados eventos de inundação de intensidade de nível I ou II, no entanto, não foram registrados atuação do fenômeno *El Niño*. No ano de 1989, registrou-se uma inundação de intensidade de nível II, porém nesse ano também não foram registradas atuações do fenômeno *El Niño*.

A partir disso, podemos evidenciar a forte influência desse fenômeno no registro de ocorrências de inundação, auxiliando assim, na adoção de medidas que visem a mitigação de desastres em épocas de *El Niño*.

4.4 Análise do Perigo à Inundação

O perigo à inundações compreende áreas naturalmente suscetíveis a fenômenos naturais, habitadas, por um indivíduo ou por um grupo que apresentam condições potencialmente danosas, tais como: perdas de vida ou ferimento a pessoas e danos econômicos. Conforme descrito anteriormente, a análise do perigo à inundação no presente trabalho deu-se através da análise integrada de duas variáveis: a suscetibilidade à inundação, através da hipsometria e da declividade, e através do registro da cota de inundação que atingiu a referida área de estudo. A seguir são discutidas estas variáveis e posteriormente os graus de perigo à inundação da área de estudo.

4.4.1 Análise da Suscetibilidade à Inundações

A análise da suscetibilidade foi realizada pela análise das características do relevo, através das curvas de nível, e pelo mapeamento das inundações. A partir disso, foi possível determinar as áreas atingidas e com predisposição a eventos á inundação.

Desse modo, o estudo da variação altimétrica do relevo em áreas urbanas é muito importante na análise de processos relativos à dinâmica de

uso e de ocupação do solo servindo como um indicador de amplitude altimétrica. A análise das características do relevo permitiram identificar cinco classes de altitude.

As altitudes na área urbana de Porto Xavier variam de 86 a 133 metros, apresentando uma amplitude altimétrica de 47 metros. O mapa hipsométrico, Figura 7, mostra a localização das áreas com as maiores altitudes, de 100 a 133 metros, na porção sudoeste da área urbana. Nessas áreas os principais usos do solo estão associados a área de campo e a ocupação urbana é muito rarefeita.

O sítio urbano de Porto Xavier está localizado entre as cotas de 100 a 133 metros. A expansão da mancha urbana na área de estudo deu-se associada as menores altitudes do relevo, porção norte do município em direção ao Rio Uruguai. A expansão rumo a parte norte do município está associada à localização do Porto Internacional, em decorrência das atividades econômicas desenvolvidas no mesmo, as quais exercem grande atração da população para seu entorno, haja visto, que o fluxo de pessoas e de mercadorias movimenta a economia local, fazendo com que o 3º setor, de prestação de serviços, destaque-se frente aos demais (Prefeitura Municipal de Porto Xavier, 2012).

As áreas com as menores altitudes estão próximas ao Rio Uruguai e aos Lajeados Laranjeira e São Francisco, que interceptam toda a porção urbana na direção sul-norte. Nessas áreas, mais precisamente na porção noroeste do município, encontram-se os loteamentos mais recentes realizados pela prefeitura, que constitui a Vila Floresta e Nova Esperança do Sul. Estas áreas estão situadas no baixo curso do Lajeado Laranjeira. Convém destacar, que essas áreas foram ocupadas irregularmente a partir de 1996, e loteadas ao longo desta última década pela prefeitura municipal.

Dessa forma, evidencia-se que as áreas com menor altimetria, altitudes com até 90 metros, constituem as porções mais sujeitas aos processos de inundação, sendo estas fortemente ocupadas ao longo da última década.

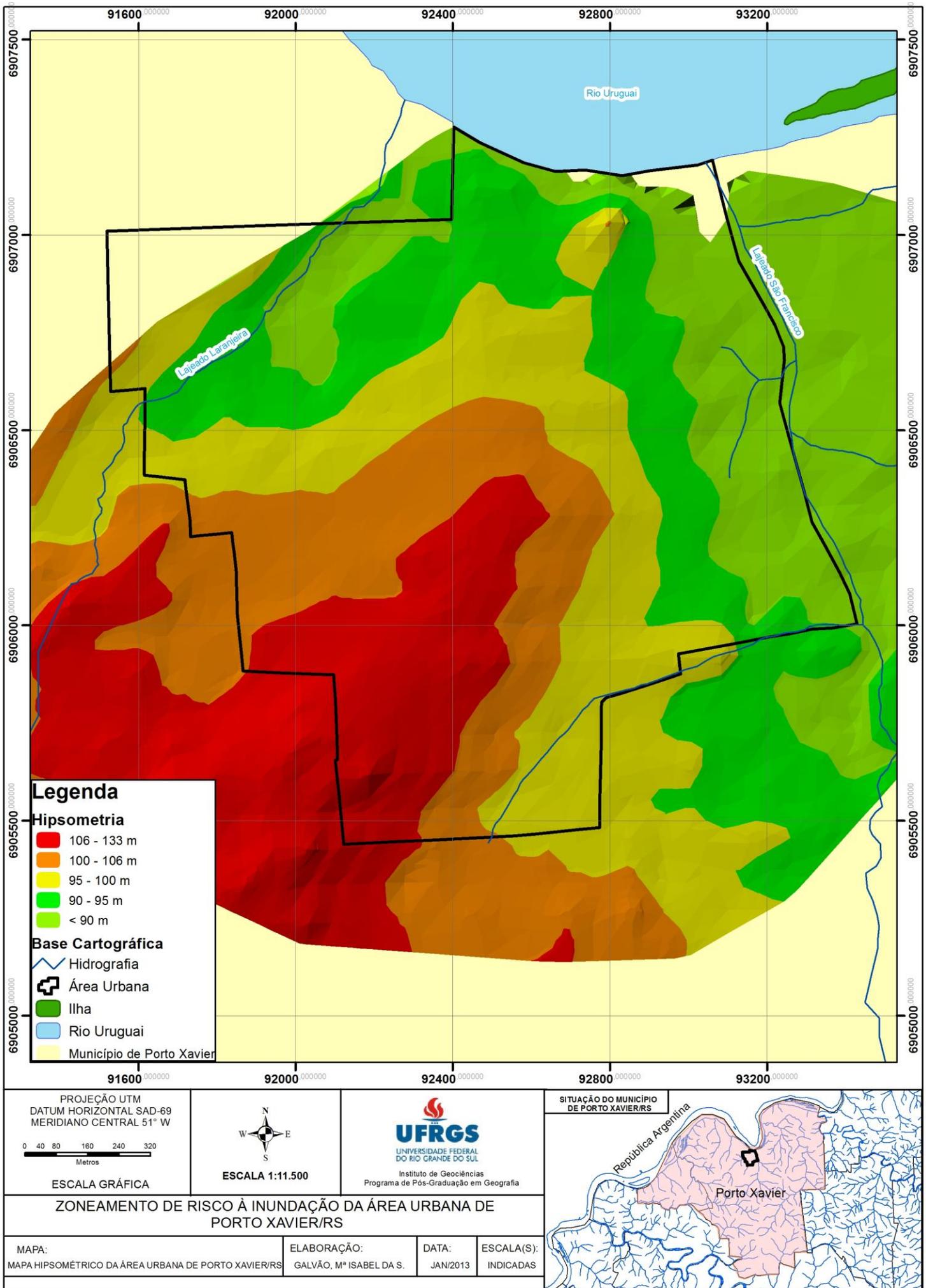


Figura 7 - Mapa Hipsométrico da área urbana de Porto Xavier/RS.

O estudo da declividade é um elemento de análise importante na temática das inundações, haja visto, a influência da mesma nos processos de infiltração, na velocidade e na direção do escoamento superficial e sub-superficial. Autores, como Briguenti (2005), destaca também que a declividade reflete as forças de entalhamento e deposição em cada área específica do canal de drenagem.

A partir da análise da declividade da área urbana de Porto Xavier, pode-se constatar, o predomínio de áreas com declividades inferiores a 2% ao longo de quase toda a área de ocupação urbana, perfazendo 66% da área (Figura 8). Essas declividades correspondem a áreas planas, fortemente associadas a planície de inundação do Rio Uruguai, onde os processos de deposição de sedimentos são muito acentuados. Além disso, áreas planas, encontram-se próximas aos Lajeados Laranjeira e São Francisco.

As maiores declividades presentes na área urbana de Porto Xavier, 2 a 15%, encontram-se na porção sudoeste da mesma, indo ao encontro das áreas com maiores altitudes dentro da área urbana.

Portanto, verifica-se o predomínio de declividades inferiores a 2%, estas associadas aos processos de deposição e de acumulação de sedimentos. As declividades representadas pelo intervalo de classes de 2 a 15% perfazem 31% da área total de estudo, estas associadas a processos moderados de dissecação do relevo representadas por colinas convexas situadas nas maiores altitudes, nas quais não ocorrem processos de inundação.

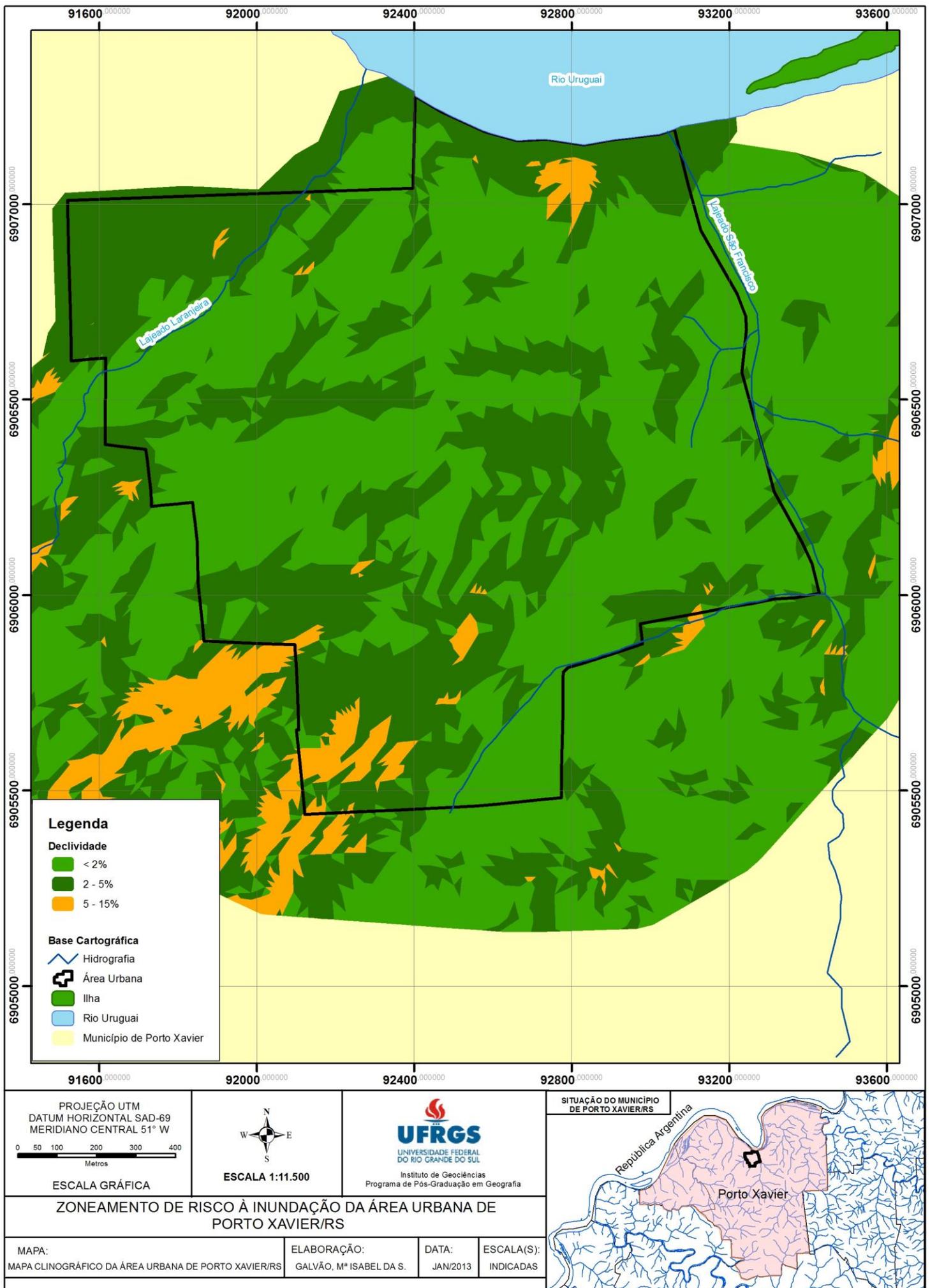


Figura 8 - Mapa Clinográfico da área urbana de Porto Xavier/RS.

A partir dos produtos cartográficos descritos acima, mapa hipsométrico e clinográfico, foi possível, estabelecer três graus de suscetibilidade a inundação na área de estudo, são eles: alto, médio e baixo. As áreas com alto grau de suscetibilidade compreendem relevos planos, apresentando altitudes inferiores a 90 metros, associados às drenagens, e com declividades inferiores a 2%. Já áreas situadas entre 90 a 100 metros de altitudes e com declividades entre 2 a 5%, apresentam média suscetibilidade à inundação. As áreas que apresentam altimetria superior a 100 metros apresentam baixa suscetibilidade à inundações, conforme pode ser visualizado na Figura 9.

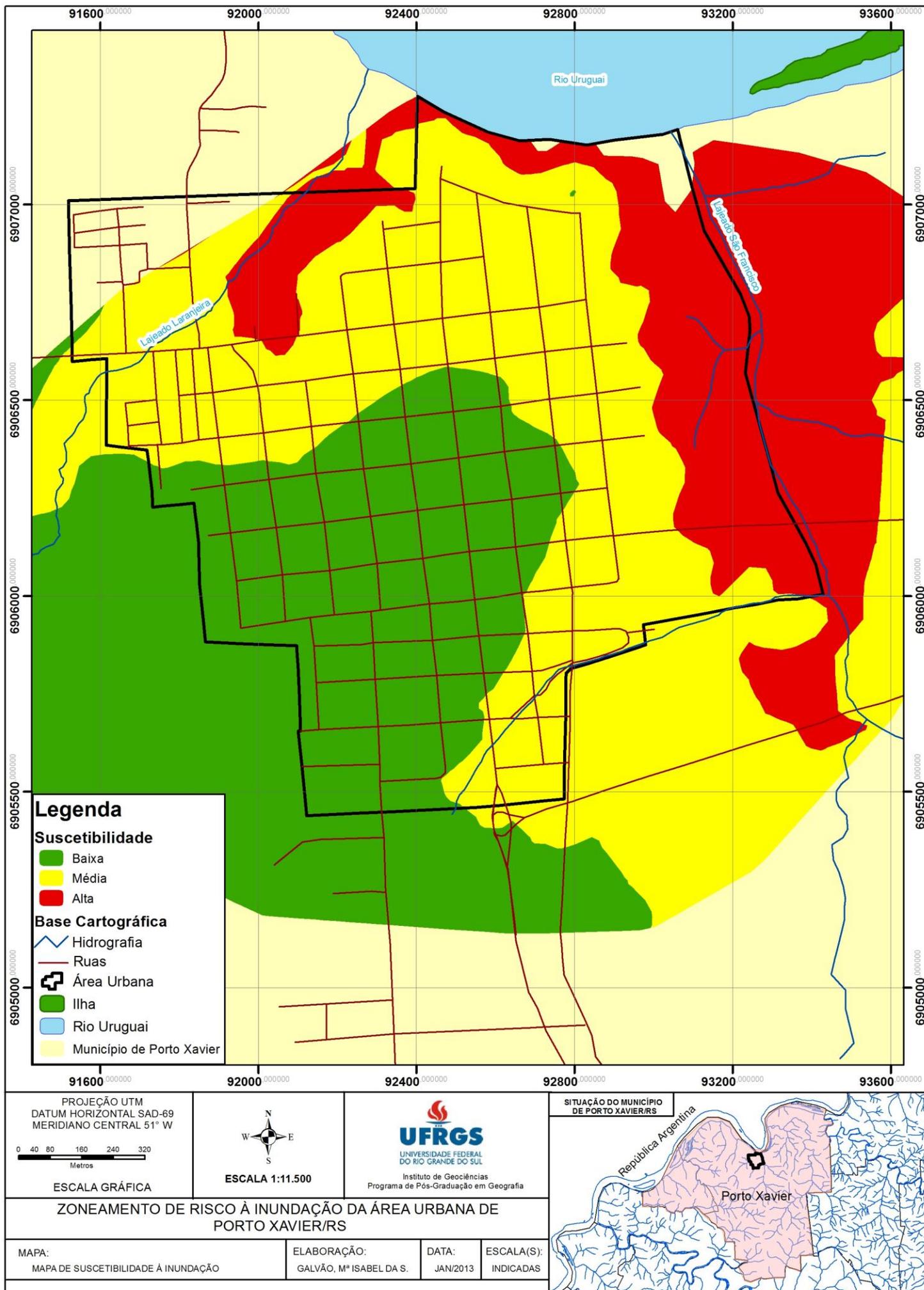


Figura 9 - Mapa da Suscetibilidade à inundações na área urbana de Porto Xavier/RS.

4.4.2 Cartografia das Inundações

A partir da análise dos atributos do relevo, altimetria e declividade, foi possível identificar as áreas suscetíveis a inundação na área urbana de Porto Xavier.

Na porção sudoeste do município situa-se a porção mais elevada da área urbana. Nessa porção é possível identificar a formação de pequenas colinas com declividades entre 2 a 15%. As maiores declividades, que compreendem a faixa de 5 a 15%, correspondem a pequenas porções isoladas, principalmente nas vertentes leste e oeste dessas colinas.

As áreas com menores declividades correspondem a aproximadamente 66% da área de ocupação urbana de Porto Xavier, associadas às porções que margeiam os Lajeados interceptando a cidade na direção sul-norte. Nas porções situadas no baixo curso dos Lajeados Laranjeira e São Francisco identificam-se também as menores altitudes da área, que se situam entre 86 a 95 metros. Constitui-se nessas porções uma forte predisposição natural a ocorrências de processos associados a inundação.

A elaboração do mapa de áreas inundáveis fundamentou-se nas informações contidas no histórico de inundações e em conversas informais com a população local e os gestores municipais, que subsidiaram a identificação dessas áreas durante os processos de inundações adversos.

As áreas inundáveis na área de estudo são caracterizadas pela predominância de um relevo plano, localizadas em baixas altitudes, $\leq 95\text{m}$, e com declividades inferiores a 2%, fazendo com que nessas porções os processos de deposição sejam predominantes e conseqüentemente os solos dessa área sejam bastante heterogêneos logo, com baixa permeabilidade. Soma-se a isso, a proximidade destas com o Rio Uruguai, que agrava o problema das inundações na porção norte da área em estudo, tendo em vista que as inundações que ocorrem na mesma, estão fortemente associadas a elevação do nível desse, e por conseguinte o represamento das águas que escoam pelos Lajeados Laranjeiras e São Francisco, os quais deságuam no mesmo.

Dessa forma, foi possível identificar e mapear dois tipos de inundações na área urbana de Porto Xavier, as quais foram denominadas de:

- Inundação Ordinária - compreende a cota altimétrica em que as inundações costumam alcançar normalmente;
- Inundação Extraordinária - compreende a cota altimétrica máxima que algum evento de inundação atingiu.

As inundações ordinárias são aquelas que ocorrem mais frequentemente, ou seja, os processos de inundação mais corriqueiros. Essas ocorrem associadas a altitudes inferiores a 90m situadas no entorno das duas drenagens. Os primeiros impactos e prejuízos começam a ocorrer a partir da elevação do nível da água do Rio Uruguai acima da cota topográfica de 90m.

As áreas de inundações ordinárias correspondem a duas áreas na planície de inundação do Lajeado Laranjeira e São Francisco, que correspondem a 0,13 e 0,07 Km², respectivamente. Nas figuras 10 e 11 pode-se observar a marca da inundação ordinária junto a vegetação do entorno do Lajeado Laranjeira, porção noroeste da área urbana em estudo.



Figura 10 - Aspectos gerais da inundação do tipo ordinária que ocorre nas margens do Lajeado Laranjeira, situado na porção oeste da área urbana de Porto Xavier/RS.

Os eventos ocorridos na década de 80 perfazem 45% da série temporal analisada. Nessa década, foi registrada uma das ocorrências de inundação de maior magnitude e intensidade a atingir a área urbana de Porto Xavier. O ano

de 1983, foi marcado por cinco ocorrências de eventos adversos a inundação, concentrados nos meses de maio e julho. A ocorrência de julho de 1983 decreta, inicialmente, o município em Situação de Emergência, em decorrência das elevadas precipitações em curto espaço de tempo nas cabeceiras de drenagem do Rio Uruguai, no estado de Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Em decorrência da elevação gradual do Rio Uruguai decreta-se no dia seguinte o primeiro decreto de Estado de Calamidade Pública no município, tendo em vista, que o nível das águas crescia vinte centímetros por hora, o que poderia causar consequências imprevisíveis a todo o município. Esse evento representou uma inundação de intensidade de nível IV, visto que foram decretadas uma Situação de Emergência e uma de Calamidade Pública. A figura 11, registra a inundação de 1983, onde é possível evidenciar a área atingida pela inundação.

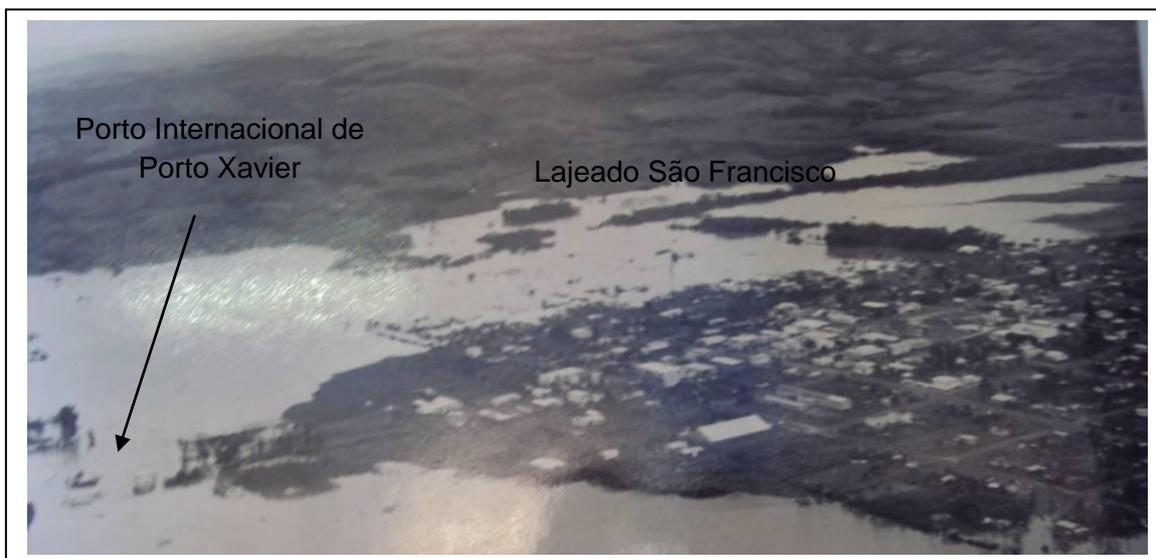


Figura 11 - Vista aérea da inundação que atingiu a área de urbana de Porto Xavier/RS.

Data - Julho/1983

Fonte - Prefeitura Municipal de Porto Xavier/RS.

A inundação de 1983 foi a maior a atingir o município, sendo registrado o maior nível do Rio Uruguai, chegando a dezesseis metros acima do seu nível normal, atingindo inúmeras casas na área urbana e lavouras na área rural, causando inúmeros prejuízos. Foram registradas nesse desastre mais de 800

pessoas desabrigadas no município, bem como a inexistência de luz e de água potável na área territorial.

A cota de inundação extraordinária foi de aproximadamente 17 metros, na qual o terreno tem características predominantemente planas (inferiores a 2%) a levemente ondulado (2 - 5%), correspondendo a uma área de inundação de 1,756 Km². Essa característica do relevo favorece a inundação de grandes áreas. No que tange a hipsometria, na inundação de 1983, a amplitude máxima de elevação do nível da água do Rio Uruguai, já registrada, foi de aproximadamente 17 metros, quando alcançou a cota topográfica de 95 m. A partir dessa informações foi gerado o mapa de áreas de inundações na área urbana como mostra a Figura 12.

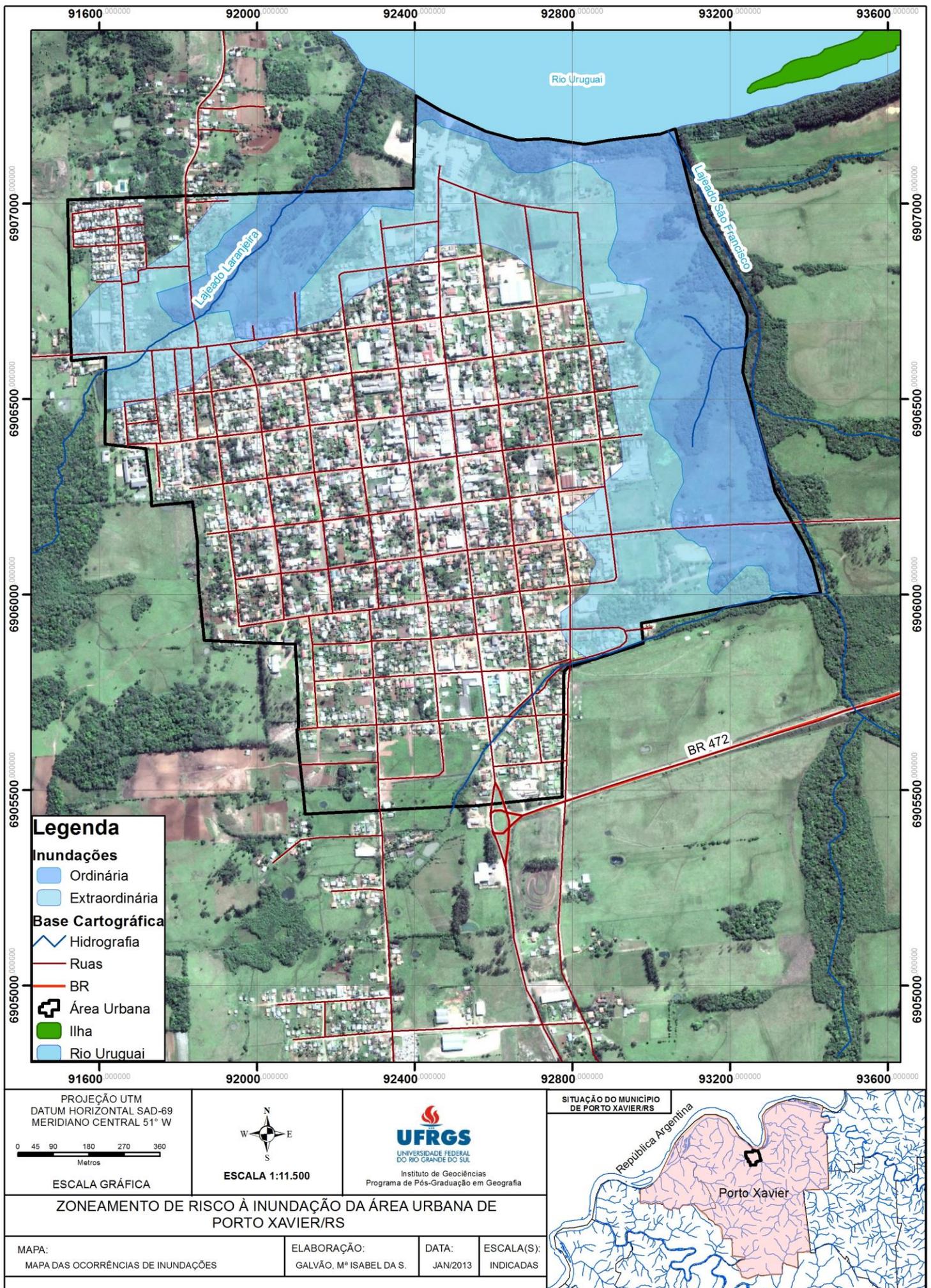


Figura 12 - Mapa das ocorrências de inundações na área urbana de Porto Xavier/RS.

4.4.3 Mapeamento e Análise do Perigo de Inundações

A análise integrada da suscetibilidade natural e do mapeamento das áreas de inundação permitiu a definição das áreas com perigo de inundação. A partir disso, identificou-se 02 classes: baixo e alto perigo de inundações.

As áreas com baixo perigo à inundações encontram-se em altitudes entre 90 até 100 metros, atingindo uma área total de 1,75km². Estas são caracterizadas pelo baixo grau de ocorrência de inundações devido ao relevo e o maior distanciamento dos cursos d'água, sendo estas, atingidas apenas uma vez ao longo da série histórica analisada.

Já as áreas com alto perigo à inundação encontram-se em altitudes iguais ou inferiores a 90 metros associadas ao baixo curso do Lajeado Laranjeira e São Francisco, situados na porção noroeste e nordeste da área urbana respectivamente, como ser visualizado na Figura 13. Nessas áreas, as inundações ocorrem com maior frequência, em decorrência do represamento que o Rio Uruguai gera nos dois arroios.

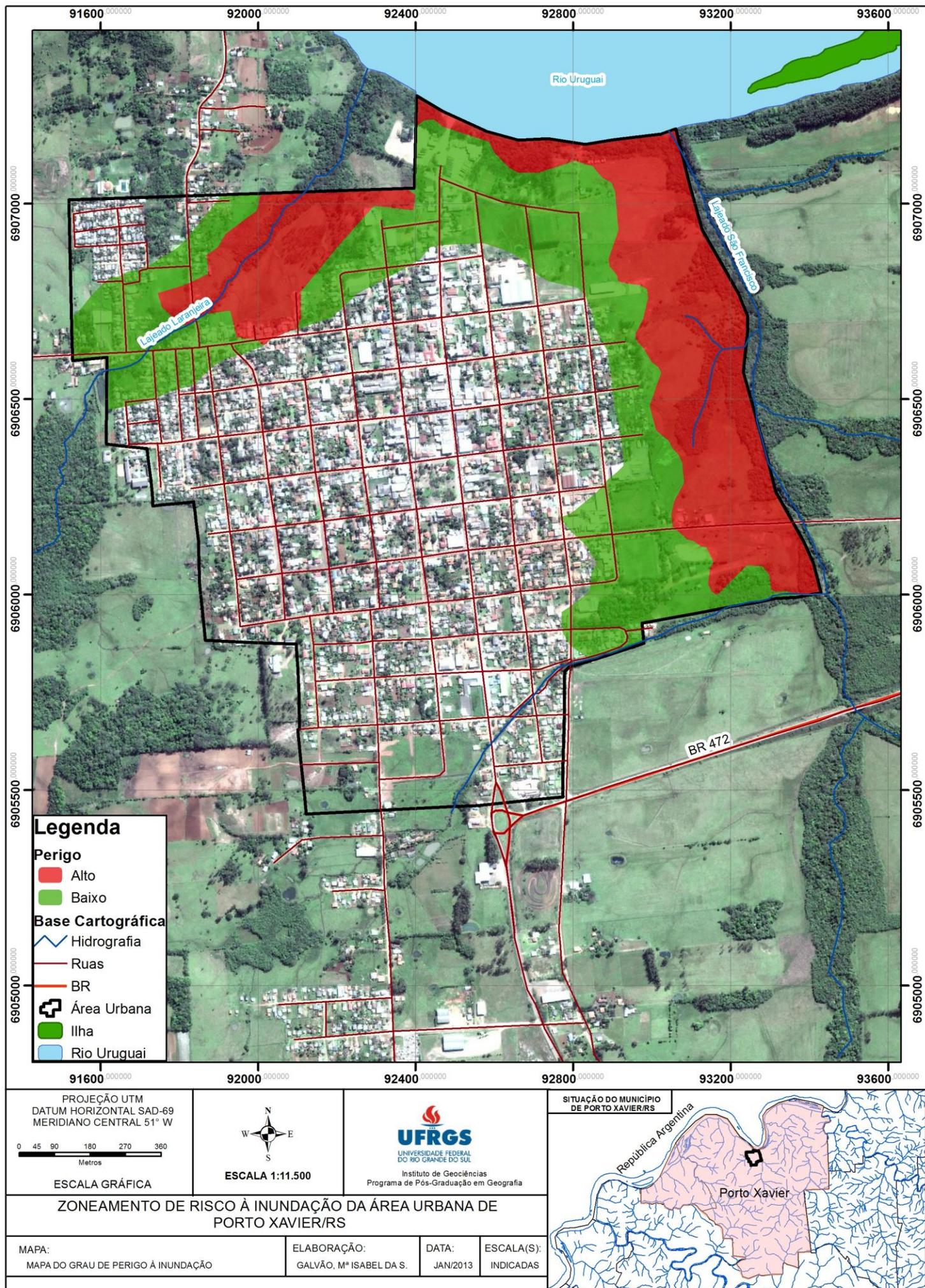


Figura 13 - Mapa das área com perigo à inundações na área urbana de Porto Xavier/RS.

4.5 Análise da Vulnerabilidade à Inundação

A vulnerabilidade a inundações é, aqui compreendida, como as condições e características socioeconômicas e culturais do sistema receptor, ou seja, do indivíduo ou grupo situado numa área suscetível a ação de um evento. Neste sentido, foram analisadas questões referentes ao padrão construtivo (tipo de moradia, padrão construtivo e disponibilidade de infraestrutura urbana) das moradias ocupadas pela população na área em estudo. Dessa forma, a vulnerabilidade no presente trabalho é analisada através da fragilidade do sistema social frente à ocorrência de processos de inundação.

4.5.1 Análise Populacional - Evolução Urbana

A origem do atual território de Porto Xavier remonta a fase inicial das Missões Jesuíticas, com a criação dos Sete Povos das Missões, fundadas pelo Padre Roque Gonzales durante a primeira metade do século XVII.

Em meados de 1916, em decorrência do grande fluxo de pessoas e mercadorias entre Brasil e Argentina, esta área passou a ser denominada de Porto Xavier, que permanece atualmente. A partir desse período, a área passou a atrair pessoas e a atenção do governo da época, no sentido de instalar no local um posto de fiscalização.

No ano de 1954, o município fazia parte do 3º Distrito de Cerro Largo. Os anseios da população do atual distrito, fez com que a mesma organiza-se e inicia-se em 1964 o processo de emancipação política, esta ocorreu apenas em maio de 1966, tornando-se independente política e administrativamente.

Após sua emancipação, Porto Xavier contava com uma população total de 12.406 habitantes em 1970, sendo que destes, 90% residiam na área rural do município e apenas 10% na área urbana. Na década seguinte, observa-se

um decréscimo na população total do município, o qual apresentava 213 habitantes a menos que na década anterior, no entanto, registra-se um incremento populacional na área urbana, ou seja, 1/4 da população total passou a residir no meio urbano.

O aumento da população urbana em detrimento do decréscimo da população rural nas duas décadas analisadas, como pode ser visto na tabela 3, está associado as transformações que passaram a ocorrer no campo. A década de 60, é marcada por grandes transformações no campo ocasionados pela Revolução Verde, a qual passou a inserir de forma massiva a mecanização e a tecnificação do campo. A região na qual esta inserido o município de Porto Xavier, Noroeste Colonial, teve seu processo de povoamento marcado por colonos provenientes das Colônias Velhas do estado, no final do século XIX, grande parte deste imigrantes europeus. Nesse contexto, desenvolveu-se na região uma economia agrária com relativa capacidade de produção e desenvolvimento em pequenas colônias de terras, ou seja, propriedades com aproximadamente 25 ha, nas quais as famílias passaram a cultivar seu produtos. No cenário instalado no início da década de 70, grande parte dos pequenos agricultores (e dos menos capitalizados) da região passou a enfrentar dificuldades para inserir-se no novo modelo agrícola instalado, o qual exigia investimentos e uso de técnicas, propiciando assim, para migração deste para área urbana, movimento este conhecido como êxodo rural. Nesse contexto, grande parte dos agricultores passaram a vender suas terras e migrarem para as áreas urbanas dos municípios. Este fato também aconteceu em Porto Xavier, como podemos observar anteriormente, ao analisarmos o comportamento da população, ocasionando assim, um incremento da população urbana, ou seja, um aumento de 1.795 habitantes em uma década.

Tabela 2: Evolução Populacional do Município de Porto Xavier/RS.

Ano	População (Hab.)				
	Total	Urbana	%	Rural	%
1970	12.406	1.248	10	11.157	90
1980	12.193	3.043	25	9.150	75
1990	11.046	4.135	37	6.911	63
2000	11.190	5.569	49,76	5.621	50,24
2010	10.558	5.210	49,34	5.348	50,65

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Fundação de Economia e Estatística/Núcleo de Indicadores Sociais e Ambientais, 2013.
Elaboração: Galvão, M^o Isabel da S. 2013.

Na década de 1990, observa-se um decréscimo na população total do município, o qual registra 1.147 habitantes a menos que na década anterior. Entretanto, observa-se que a área urbana continua a exercer atração a população do município, concentrando 37% da população nessa área. As décadas seguintes, 2000 e 2010, apresentam uma redução na população total do município. Acredita-se que isso se deva ao fato de um processo migratório na região, ou seja, municípios maiores (Cerro Largo, Santo Ângelo e Santa Rosa) situados no entorno de Porto Xavier passaram a atrair a população local, a qual migra em busca de melhores empregos e salários, bem como acesso a educação e saúde.

É diante desse cenário, que observamos um incremento populacional na área urbana de Porto Xavier principalmente ao longo das últimas três décadas, como aponta o Gráfico 1. Assim, evidenciamos que a dinâmica populacional urbana registrou um acréscimo de 3.962 habitantes ao longo dos últimos 30 anos analisados.

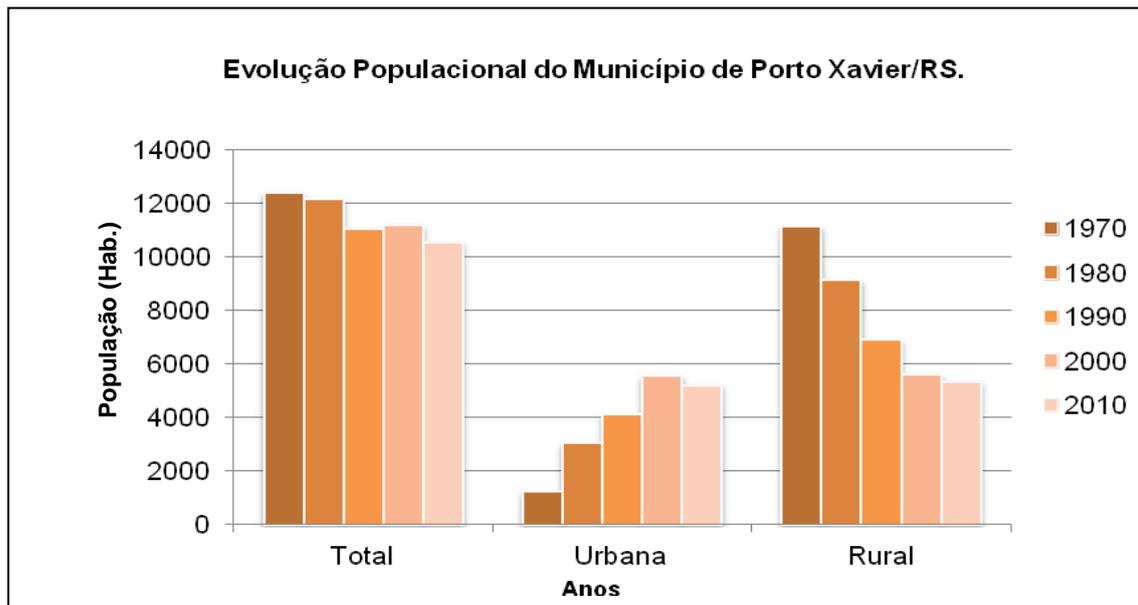


Gráfico 1: Evolução Populacional do Município de Porto Xavier/RS.

4.5.2 Identificação da Finalidade de Uso das Edificações e Padrão Urbano

A identificação do uso do solo urbano foi realizada em campo através da identificação da finalidade das edificações situadas na área de perigo à inundação, assim, foram mapeadas quatro tipologias de uso, são elas: residencial, comercial, mista (onde foram identificadas residenciais e comerciais) e turismo. Na ocasião, foram levantados também, o padrão construtivo das edificações, ou seja, o tipo de material usado para construção, a presença ou não de acabamento e a infraestrutura do local (vias pavimentadas ou não).

No que tange ao processo de ocupação do solo urbano, evidenciamos que o mesmo ocorreu principalmente associado as drenagens urbanas, Arroio Laranjeira e São Francisco, e no entorno do Porto Internacional de Porto Xavier, áreas essas situadas na metade norte da área urbana. Segundo informações da Prefeitura Municipal e informações obtidas junto aos moradores, a porção norte acabou atraindo a população, por nela desenvolver-se inúmeras atividades econômicas, que necessitam de mão de obra. Já as áreas adjacentes ao Porto, próximas as duas drenagem acabam sendo o local

de moradia de grande número de trabalhadores relacionados as atividades laborais do porto.

Na porção noroeste da área urbana, onde situa-se o Arroio Laranjeira, encontram-se os loteamentos mais recentes realizados pelo setor público, Vila Floresta e Nova Esperança do Sul. Estes passaram a ser loteados pelo município apenas a partir de 2000, no entanto, o processo de ocupação dessas áreas iniciou-se em meados de 1996. Nesse período, iniciou o processo de ocupação irregular dessa área, por um grupo de moradores de uma das ilhas do Rio Uruguai, que em virtude da dinâmica fluvial a cada ano vinha reduzindo sua área e aumentando a vulnerabilidade dos mesmos a processos de inundação. Nesse contexto, a população da ilha migrou para a região noroeste da área urbana de Porto Xavier, buscando assim, fugir dos processos de inundação que antes o assolavam. Segundo relato de alguns moradores, a escolha dessa área deu-se em decorrência da proximidade da mesma com o Rio Uruguai, ser muito significativo a população mais velha, pois grande parte eram pescadores na ilha e agora moradores da "cidade", como eles dizem, não queriam ficar longe do rio. Grande parte dos migrantes da ilha, hoje possuem suas atividades laborais associados ao Porto, sejam elas: trabalhando no manuseio das cargas, em escritórios, em armazéns de recebimento de produtos ou em pequenos estabelecimentos comerciais próximos ao porto. Assim, evidencia-se que a região noroeste da área urbana de Porto Xavier é predominantemente de uso residencial, com moradias de médio a baixo padrão construtivo, muito adensadas e em vias não pavimentadas, de chão batido.

Na área próxima ao Porto Internacional de Porto Xavier, há uma área predominantemente comercial, com pouco uso residencial. O padrão construtivo caracterizou-se como bom, sendo a maioria das edificações de alvenaria, com bom acabamento, e situadas em áreas com presença de pavimentação.

A leste da área do Porto foi identificada uma área destinada a atividades turísticas, nesta encontra-se uma área utilizada para camping e acesso ao Rio Uruguai, para a prática esportiva e náutica. Foram mapeadas sete cabanas utilizadas para turismo, sendo que destas seis situa-se muito próximas ao rio.

Nesta área, o padrão construtivo foi considerado médio, em decorrência da falta de acabamento das mesmas.

Ao longo da porção leste da área urbana, próximo ao baixo curso do Lajeado São Francisco, foram identificadas dois tipos de uso: residencial e misto (residencial e comercial). As áreas residenciais situam-se entre as ruas 15 de maio e Felipe Camarão (sentido norte/sul), onde foram identificadas residências de médio padrão construtivo, situadas em vias não pavimentadas. O uso misto compreende edificações de alvenaria com bom acabamento, sendo grande parte destas utilizadas para fins comerciais (postos de gasolina, transportadoras, mecânicas, entre outros), no que tange a infraestrutura, observa-se a presença de pavimento nas vias de acesso (asfalto e paralelepípedos). Este uso situa-se entre as Ruas Felipe Camarão e Miguel Frias (sentido norte/sul).

Ao sul da área descrita no parágrafo acima, foi identificada uma área essencialmente residencial, com predomínio de residências de alvenaria e com bom acabamento, localizadas em vias pavimentadas.

A partir desse mapeamento, foi possível identificar quatro tipologias de uso do solo urbano na área estudo. Destas, a tipologia residencial foi que apresentou a maior área, 8,73 km², sendo estas situadas próximas ao cursos d'água que interceptam a área urbana de Porto Xavier. A área onde situa-se o Porto, foi mapeada como comercial, e esta apresenta uma área muito próxima a da tipologia residencial, 8,72 km². Em terceiro lugar no critério de área, com 8,25 km², foi identificado a tipologia de uso misto, ou seja, onde foram encontradas praticamente o mesmo número de edificações destinadas a fins residenciais e comerciais. A menor área mapeada compreende a tipologia turismo, com uma área de 3,59 km².

Na Figura 14, é possível visualizar a distribuição espacial das classes de finalidades de uso na área de perigo à inundação mapeadas em campo.

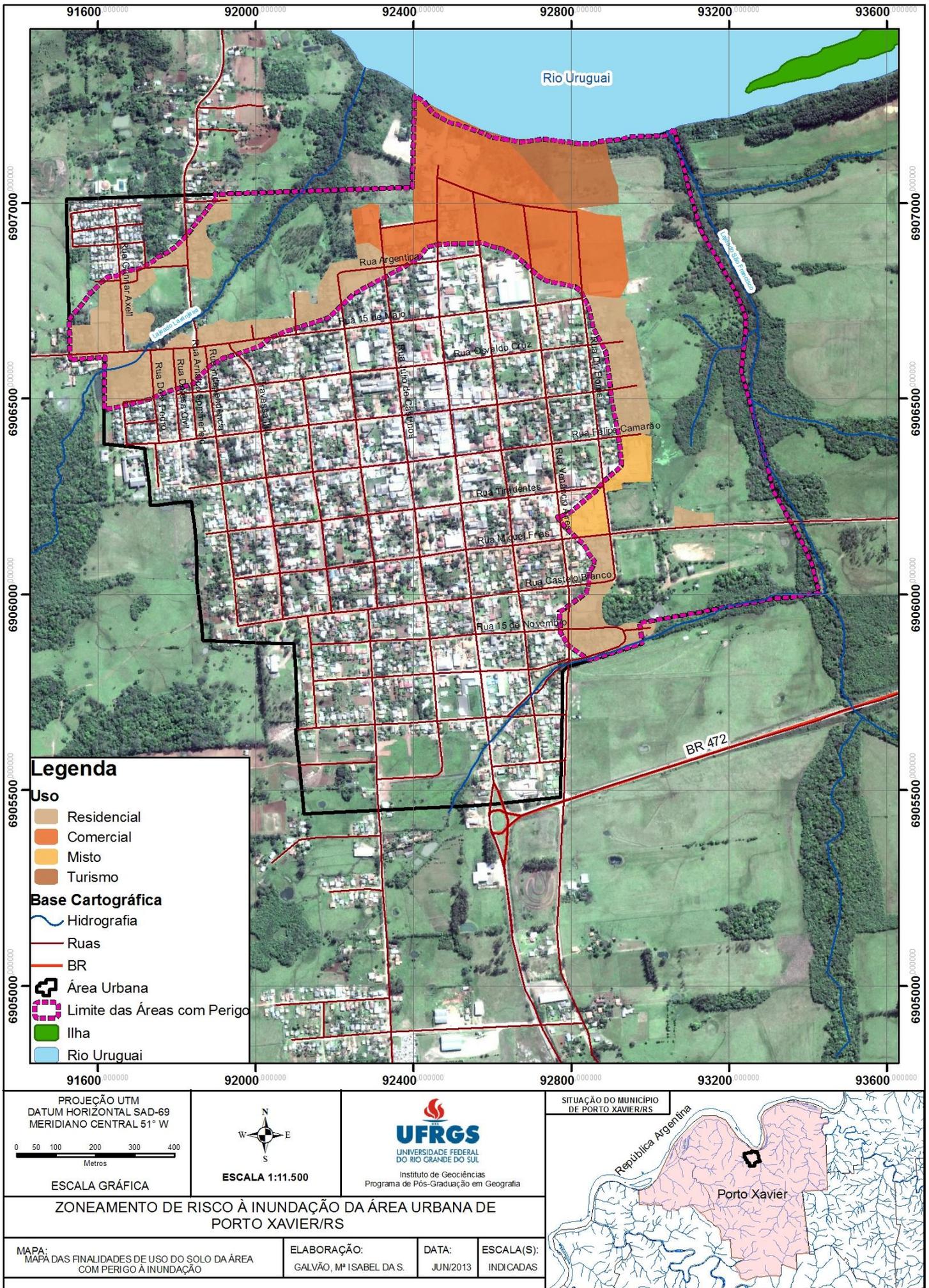


Figura 14 - Mapa das Finalidades de Uso do Solo da Área com Perigo à Inundação.

4.5.3 Vulnerabilidade à Inundação

A partir da delimitação da área de perigo à inundação, realizou-se o levantamento do padrão construtivo das residências e do adensamento das mesmas. Posteriormente, essas variáveis foram analisadas de forma integrada, e desse modo, estabelecidos os graus de vulnerabilidade da população em relação a ocorrências de processos de inundação.

As áreas com elementos expostos à alta vulnerabilidade à inundações estão localizadas na porção noroeste da área urbana, próximos ao baixo curso do Lajeado Laranjeira. Com relação ao padrão construtivo, identificou-se o predomínio de edificações pequenas para uso residencial, de baixo padrão construtivo, com acabamento precário ou inexistente (estruturalmente muito frágeis), e mal espaçadas entre si. Além do alto adensamento urbano nessa área, a mesma apresenta quadras irregulares onde predominam ruas sem pavimentação. Convém destacar, que é nesta área que localizam-se os últimos loteamentos realizados pela Prefeitura Municipal de Porto Xavier.

As áreas que apresentam média vulnerabilidade às inundações situam-se de forma quase que homogênea ao longo da área de perigo à inundação, sendo estas em sua maioria para uso residencial. No que tange ao padrão construtivo das edificações, estas foram classificadas com médio padrão construtivo, tendo em vista, o grande número de moradias edificadas com materiais mistos (madeira e alvenaria) com baixo acabamento. Entretanto, estas situam-se em áreas com adensamento médio, o que favorece o processo de infiltração. Convém destacar, que nesse grau de vulnerabilidade estão inseridos as áreas de turismo e lazer. A inserção dessa área (situada à leste do Porto Internacional) deu-se em decorrência da mesma atrair um grande número de pessoas em determinadas épocas do ano, aumentando assim, a vulnerabilidade do sistema receptor migrante (turistas).

Já as áreas com baixa vulnerabilidade às inundações, situam-se na porção norte e leste da área urbana. Nestas áreas as edificações apresentam duas finalidades de usos: comercial ou mistas (residencial e comercial). Com relação ao padrão construtivo, estas em sua grande maioria apresentam bom

padrão construtivo, sendo a maior parte das mesmas de alvenaria e com acabamento.

Na Figura 15, é possível analisar o mapeamento das áreas vulneráveis à inundação.

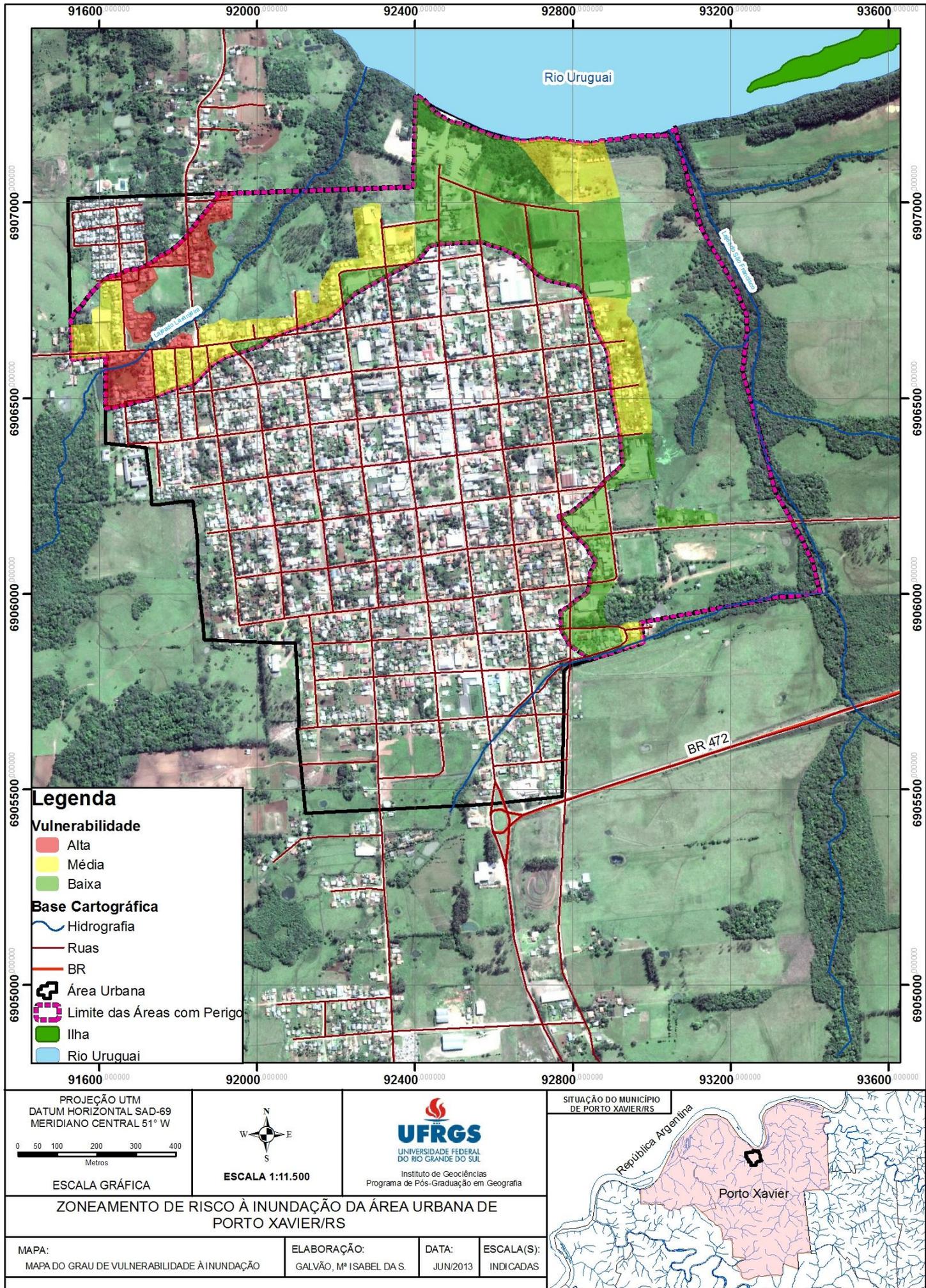


Figura 15 - Mapa do Grau de Vulnerabilidade da Área com Perigo à Inundação.

4.6 Zoneamento de Risco à Inundação

O zoneamento de risco à inundação é o produto final da análise integrada do perigo e da vulnerabilidade à inundações de uma dada área. A partir dessa análise, estabelecem-se diferentes graus de risco às inundações. A bibliografia a cerca da temática é bastante ampla e de origem diversas, de várias áreas do conhecimento, o que faz surgir inúmeras definições e compreensões a cerca dos entes que fazem parte do risco, conforme já descrito anteriormente na fundamentação teórica. Nesse sentido, o presente trabalho compreende o risco como: "... a probabilidade de um evento adverso atingir um indivíduo ou grupo situado em uma área naturalmente suscetível, e estes encontrarem-se vulneráveis a esse evento, ou seja, há probabilidade de perdas socioeconômicas e humanas. Os graus de risco, estão fortemente associados a vulnerabilidade do sistema receptor, ou seja, quanto mais carente em infraestrutura forem as moradias, maior o risco de perdas ..." Dessa forma, o perigo foi analisado levando-se em conta a suscetibilidade natural do terreno e a demarcação dos eventos mais intensos registrados na área de estudo. Já a vulnerabilidade foi analisada pelo padrão construtivo das edificações (material construtivo, acabamento e infraestrutura das ruas) situadas na área compreendida pelo perigo à inundações e pelo adensamento das edificações. A partir disso, obteve-se o zoneamento de risco à inundação da área urbana de Porto Xavier, o qual encontra-se na Figura 16.

As áreas com baixo risco de inundações situam-se principalmente na porção norte e leste da área estudo, associadas ao Rio Uruguai e ao Lajeado São Francisco. Nestas áreas, as inundações foram registradas em 1983, quando ocorreu o maior evento de inundação, onde o Rio Uruguai atingiu 17 metros acima do seu leito normal atingindo as cotas topográficas de 95 a 100 metros. Neste evento, além da elevação das águas do Rio Uruguai, ocorreu o represamento das águas dos dois lajeados que interceptam a área urbana formando a espécie de um "cinturão d'água" em toda a porção norte da área urbana de Porto Xavier. Com relação ao padrão construtivo, observa-se o predomínio de edificações de alto e médio padrão, sendo a grande maioria de

alvenaria com bom acabamento, suas finalidades são quase que preponderantemente para fins residenciais. Entretanto, foram mapeadas algumas edificações para fins comerciais, principalmente no entorno do Porto Internacional. Convém destacar também, que o baixo risco à inundações também foi mapeado na porção noroeste, como pode ser visualizado na figura abaixo.

Junto a porção norte, muito próximo a calha do Rio Uruguai, foi identificada uma área com baixo risco à inundação, esta compreende uma propriedade destinada ao turismo, com aluguel de cabanas aos turistas. Nesta área foram mapeadas seis cabanas, todas de alvenaria, mas sem acabamento.

As zonas de Risco Médio à inundação situam-se na porção noroeste da área urbana, associada a planície de inundação do Lajeado Laranjeira. No que tange o padrão construtivo das edificações, estas caracterizam-se com médio padrão, na grande maioria são de alvenaria, mas com acabamentos médios, sendo usadas com fins residenciais e mistos.

No que tange a Zona de Alto Risco à inundação, ocorre em duas porções da área estudo. Na zona de alto risco à inundação situada na margem esquerda do Lajeado Laranjeira, foram mapeadas seis edificações, sendo todas estas com finalidade residencial, apresentando baixo padrão construtivo. A maior parte das residências são de madeira, muito próximas ao solo e com acabamento precário o que acaba aumento a vulnerabilidade dos moradores que ali residem. Junto a margem direita, também mapeou-se uma área com alto risco à inundação, na qual predominam residências e dois pequenos comércios familiares. Essa zona localiza-se muito próximo ao Lajeado Laranjeira, onde observa-se um aumento do incremento populacional nessa área. Segundo relatos dos moradores destas áreas, os mesmos são atingidos por inundações em média duas vezes ao ano, entre maio a julho. Em alguns casos, a elevação das águas do Lajeado Laranjeira chega a obstruir um seguimento da Rua Agenor Jacinto da Silva, esta popularmente conhecida como Rua da Piscina. O resultado apresentado corrobora as informações obtidas em campo, onde as áreas com alto risco a inundação são aquelas com menor declividade no entorno do Lajeado Laranjeiras.

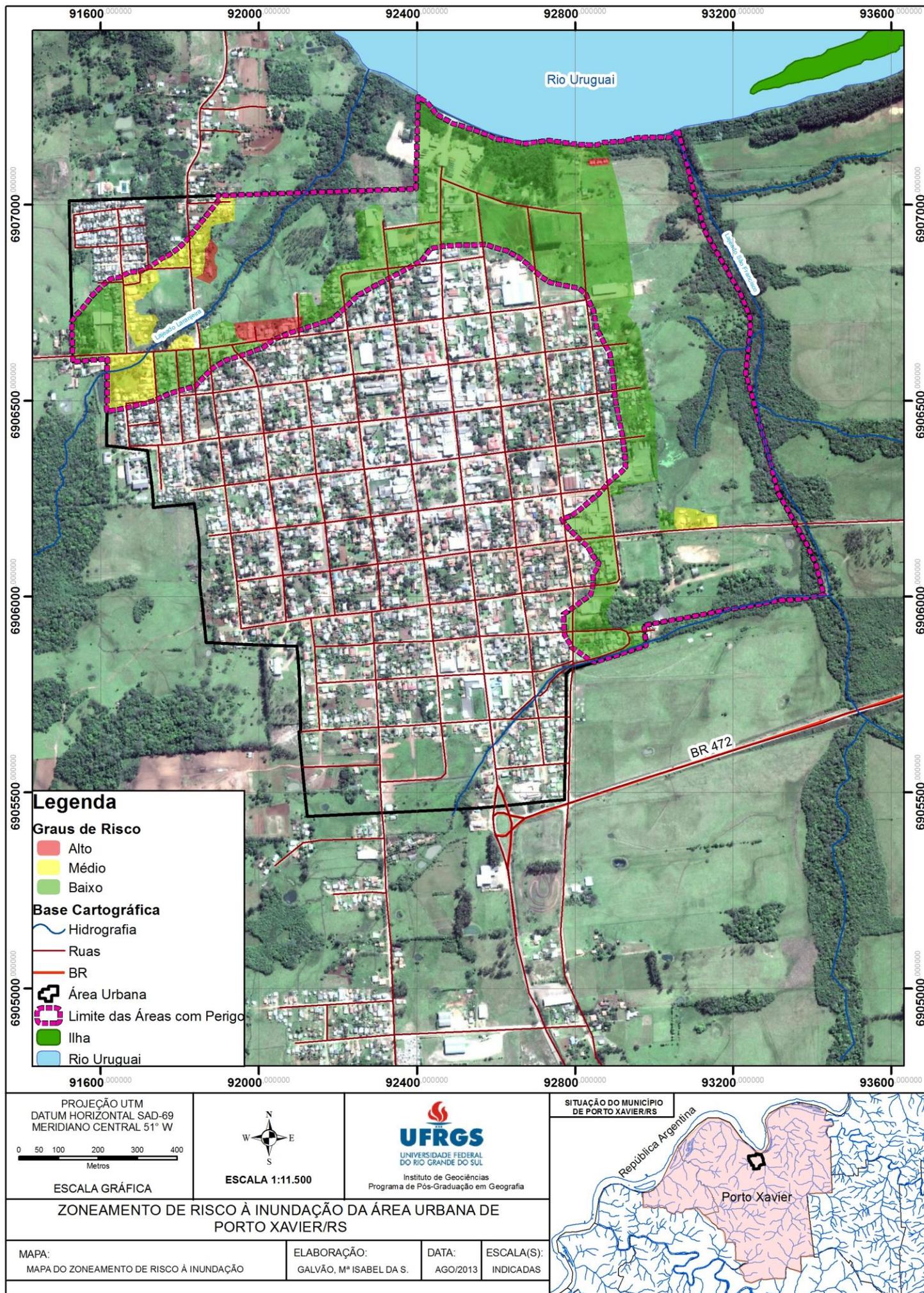


Figura 16 - Mapa das Áreas de Risco à Inundação na área urbana de Porto Xavier/RS.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O extravasamento da lâmina d'água dos cursos d'água até sua planície de inundação é um processo natural e dinâmico da natureza, logo, os eventos de inundação são algo constantes nas dinâmicas dos processos fluviais. Quando, o antrópico, passa a atuar e modificar as áreas próximas as drenagens, ai sim, emergem os problemas relativos às inundações.

Sabe-se, que o processo de ocupação, num primeiro momento, deu-se associado as drenagens em virtude do acesso ao recurso natural, da utilização das mesmas como um meio de transporte e também como uma questão estratégica para defesa do território. Nesse contexto, é que inicia o processo de ocupação territorial da área de estudo do presente trabalho.

Ao analisarmos a série histórica de 30 anos das inundações na área urbana de Porto Xavier/RS, período compreendido entre 1980 a 2010, foram identificados 18 registros de eventos de inundação, dois destes, de grande magnitude ao município, o qual decretou dois estados de Calamidade Pública (em 1983 e 1992), registrando assim, eventos de intensidade forte, necessitando de ajuda externa para mitigar os danos decorrentes dos mesmos. Segundo a pesquisa realizada para o levantamento dos registros de inundações, em nenhum dos eventos registrados foram identificadas perdas humanas, mas sim, perdas econômicas (bens particulares e perdas de cultivos agrícolas). Através da análise do histórico de inundações de Porto Xavier, foi possível observar um decréscimo no número de eventos nos últimos anos, ou seja, a última década analisada (2000) foram registrados apenas 04 eventos de inundação, destes, apenas 02 eram de intensidade II, colocando o município em estado de alerta.

O evento de 1983, é até hoje lembrado pela população que residia no município, como sendo a maior inundação a atingir o município. Segundo o

decreto municipal da época, as águas do Rio Uruguai elevavam-se 20cm/h deixando a população local bastante apreensiva, nesta ocasião o Rio Uruguai atingiu 17 metros acima do seu nível normal. Nesse evento, foram registradas 800 pessoas desabrigadas e inúmeras perdas econômicas ao município, principalmente no que tange as vias de acesso. Este evento ocasionou a inundação de toda a porção norte da área urbana situada entre os Lajeados Laranjeira e São Francisco (sentido leste/oeste). No evento de 1992, também foram registrados desabrigados, no entanto, não conseguimos o número dos mesmo, os prejuízos materiais registrados fizeram com que o município solicita-se ajuda as demais esferas do Estado. Durante este evento, o Rio Uruguai atingiu 12 metros acima do seu leito normal, atingindo principalmente a porção leste da área urbana, onde localiza-se o Lajeado São Francisco.

A topografia da área, é uma condicionante a ocorrência de inundações. A área urbana de Porto Xavier apresenta uma topografia suave a plana, com cotas altimétricas variando de 86 a 133 metros. Assim, a suscetibilidade natural às inundações na área em estudo nos mostra que às inundáveis encontram-se associadas a relevos planos, situados nas baixas altitudes próximos aos cursos d'água que interceptam a área urbana (sentido oeste/leste).

A delimitação do perigo à inundações nos mostra dois graus de perigo, alto e baixo. As área com alto perigo situam-se nas área com altitudes inferiores a 90 metros, extremamente associadas as drenagens. Já as áreas com baixo perigo à inundação compreende toda área atingida pela inundação de 1983, de maior magnitude, a qual atingiu o intervalo das cotas topográficas entre 90 a 100 metros de altitude. Se o evento de 1983 ocorresse hoje, um grande número de pessoas seriam atingidos pela inundação, tendo em vista que nesta área hoje encontram-se um elevado número de moradores, conforme descrito anteriormente.

No que tange, a vulnerabilidade do sistema social frente ao perigo à inundações evidenciou-se que mais de 50% da área mapeada apresenta-se com média vulnerabilidade. As áreas com alta vulnerabilidade situam-se na porção noroeste da área urbana, local este, onde foram realizados os últimos loteamentos municipais, e o que observou-se em campo, que esta exerce forte atração à novos moradores.

Por fim, foram estabelecidas as áreas com risco à inundação a partir da análise integrada do perigo e da vulnerabilidade social do sistema receptor. Assim, evidenciou-se que mais de 50% da área analisada apresenta baixo risco às inundações, sendo apenas 06 domicílios situados em área de alto risco.

Destaca-se nesse trabalho, o usos de técnicas de mapeamento para delimitação dos elementos que compõem o risco, haja visto, que o município não dispõem de nenhum mapeamento ou levantamento da área. Acredita-se que a espacialização das informações, aqui abordadas, darão subsídios à uma melhor compreensão da área urbana de Porto Xavier, propiciando assim, a adoção de políticas públicas condizentes as características físico-naturais da mesma, no que tange a mitigação de áreas de risco á inundação.

Após a análise dos elementos que compõe o risco, pode-se constar, que a área onde foram instalados os recentes loteamentos são as que apresentam a maior vulnerabilidade, ou seja, nessas áreas as edificações são de baixo padrão construtivo, sem acabamento, em vias sem pavimentações e com grande adensamento populacional em área muito pequenas.

Diante desse contexto, sugere-se aos gestores municipais que atuem na fiscalização destas áreas, a fim de, evitar a fixação de novas famílias, e conseqüentemente o aumento do risco a inundação nessa porção da cidade.

Tendo em vista que o município não dispõem de Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano, sugere-se aos gestores públicos a realização de mapeamento cadastral junto a área urbana, o qual irá auxiliar os mesmos na identificação do principais problemas, e conseqüentemente na adoção de ações de planejamento.

Busca-se com esse trabalho, que o mesmo auxilie o poder público municipal na adoção de novas políticas de planejamento urbano, que visem a conservação do ambiente, mas também a qualidade de vida da população local, principalmente relacionado as questões de perdas e danos (econômicos e sentimentais) dos grupos sociais menos favorecidos, que acabam, muitas vezes ocupando áreas naturalmente suscetíveis à eventos de inundação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, 1167, 2002, 18p.

ANDRADE, M. C. de. **Uma Geografia para o Século XXI**. Campinas: Papyrus, 1994.

BAKER, V. R. Geomorphological understanding of floods. **Geomorphology**. v. 10, 1994. P. 139-156.

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.

BERNARDES, N. **Bases Geográficas do Povoamento do Estado do Rio Grande do Sul**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997, 147 p. (Coleção Ciências Sociais).

BRANDÃO, A. M. P. M. As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: Uma provável influência do crescimento urbano. In: ABREU, M. de A. (org.). **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esporte. 1992. p. 143-200.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília. 1988.

BRASIL. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Decreto nº 5.376 de 17 de fevereiro de 2005**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de

Defesa Civil – SINDEC e o Conselho Nacional de Defesa Civil, e da outras providências. Brasília. 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades/Instituto de pesquisas tecnológicas (IPT). **Material de Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações.** Brasília: Ministério das cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas/IPT, 2004.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Política Nacional de Defesa Civil.** Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007, 87p.

BRASIL. Ministério das Cidades/Instituto de pesquisas tecnológicas (IPT). **Mapeamento de áreas de risco em encostas e margem de rios.** CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de; OGURA, A. T. (org) – Brasília: Ministério das cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas /IPT, 2007.

BRIGUENTI, E. C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas/SP.** 2005. 129p. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Campinas, 2007.

BRITTO, F. P. **Distribuição Espaço-Temporal da Precipitação Pluvial no Estado do Rio Grande do Sul.** 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis, 2004.

BRUNES, K. R. **Cidades: (re)definindo seus papéis ao longo da história.** Caminhos de Geografia, v.2, n.3, p. 47-56, 2001. Disponível em: <<http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/>> Acesso em Ago. de 2010

CASTRO, A. L. C. **Glossário da Defesa Civil:** estudos de riscos e medicina de desastres. 2 ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Departamento da Defesa Civil, 1998. 173p.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Planejamento em Defesa Civil - Vol. 1**. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento da Defesa Civil, 1999. 69p. Disponível em: < <http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes>> Acesso em Maio de 2010.

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

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991, 147p.

CEDEC/RS - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul. 2010. Disponível em: <<http://www.defesacivil.rs.gov.br/>> Acesso em Maio de 2010.

CIMA – Comissão Internacional para a Preservação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. **Subsídios Técnicos para a Elaboração do Relatório Nacional do Brasil para a CNMAD**. Brasília, 1991. 171p.

COELHO, M. C. N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005. p. 19-45.

DAVIS JR., .C. As múltiplas representações em bancos de dados geográficos. Disponível em: <www.fatorgis.com.br>. Acesso em: 21 jun. 2012.

EINSTEIN, H. H. Landslide risk - systematic approaches to assessment and management. In:CRUDEN, D. M.; FELL, R. (Ed.) **Landslide risk assessment**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 25-50.

GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G.H. (Orgs.) **Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR. 2002. 691p.

HERMANN, M. L. de P. (ORG) **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2005, 146p.

KOBIYAMA, M.; MEDONÇA, M.; MORENO, D.A; *et al.* **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

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. 1-10. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/articulos/1999/grau/index.html>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

MADRUGA , P. R. de A; PEREIRA, R. S. **Sistema de Informações Geográficas aplicadas à área florestal - uma proposta metodológica**. Curitiba: Ed. UFPR, 1991.

MARANDOLA JR., Eduardo; HOGAN, Daniel J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas v. 7, n. 2, p. 95-109, 2004.

MARTINELLI, M. **Mapas de Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto. 2ª Edição, 2003.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos**. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/imagens/publicacoes/cadernos/Caderno1_Desastres%20Naturais-conceitosbasicos.pdf>. Acesso em Jun. de 2010.

MATTEDI, Marcos; BUTZKE, Ivani. A relação entre o social e o natural das abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 4, n. 9, 2001

MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica – proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. In: **O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba: Revista R'aega, Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná, 1999, n. 3, ano III, p. 67-89.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. 1976. 181 p. (Série Teses e Monografias, 25) São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MOREIRA, C. V. R; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, A. M. S. *et al.* **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 101-109.

NOGUEIRA, F. R. Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal. 2002, 269p. Tese (Doutorado em Geociências), Curso de Pós-Graduação em Geociências – Área de concentração em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

OFDA/CRED - The Office of U.S. Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Université Cathilique de Louvain. **Annul Disaster Statistical Review 2008**. The numbers and trends, Brussels, Belgium, 2009.

OLIVEIRA, A. S. Interações entre sistemas frontais na América do Sul e convecção na Amazônia. São José dos Campos. 139p. (INPE-4008-TDL/239). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1986.

OLIVEIRA, E. L. A. **Áreas de risco geomorfológico na bacia Hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria/RS**: Zoneamento e hierarquização. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PELOGGIA, A. **O Homem e o Ambiente Geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998, 271p.

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. V1. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, 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. **Atlas Socioeconômico**: Estado do Rio Grande do Sul. 2 ed. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2002, 112p.

SANTOS, C. R. **A interface das políticas públicas com o processo de ocupação humana na área de preservação permanente: vegetação fixadora de dunas na ilha de Santa Catarina/SC**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis.

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

SARTORI, M. da G. **A dinâmica do Clima do Rio Grande do Sul**: indução empírica e conhecimento científico. Terra Livre, São Paulo, v. 1, n. 20, 2003, p. 27-49.

SCHULT, S. I. M.; PINHEIRO, A. Ocupação e Controle das Áreas Urbanas Inundáveis. In: **Enchentes na Bacia do Itajaí: 20 Anos de Experiências**. 1 ed., Blumenau: FURB, v. 1, 2003. p. 173-190.

SEDEC - Secretária Nacional de Defesa Civil. 2009. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/index.asp>> Acesso em Jul. de 2010.

SIDLE, R. C. *et al.* Interactions of natural hazards and society in Austral-Asia: evidence in past and recent records. *Quaternary International*, n. 118-119, p. 181-203, 2004.

STRAHLER, V. **Geografia Física**. Barcelona: Omega, 1952.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (org). **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH- Editora UFRGS, 1993, p. 621-658.

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.; SILVEIRA, A.; GOLDENFUM, J.; GERMANO, A. Brasil. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 275-324.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196p.

UN-ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. Geneva: UN/ISDR, 2004.

UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. 2009. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. Disponível em <http://www.unisdr.org>. Acesso em Ago. de 2010.

VALENCIO, Norma et al (Org.). **Sociologia dos Desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. São Carlos: Rima Editora, 2009.

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 ago. 2012.