

Vanessa Salvadé Silveira

Mestranda em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria
vanessasalvadesilveira@gmail.com

Luis Eduardo de Souza Robaina

Professor Dr. do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria
lesrobaina@yahoo.com.br

Romário Trentin

Professor Dr. do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria
romario.trentin@gmail.com

Definição das áreas de perigo de inundação do rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS

Resumo

A importância de estudos e mapeamentos relacionados às inundações é observada pelo expressivo aumento das pesquisas nas últimas décadas. O município de São Gabriel, no Estado do Rio Grande do Sul, possui mais de 80% de sua população na área urbana. Parte desta população se localiza no entorno do Rio Vacacaí e tem sido afetada seguidamente por inundações. Este estudo teve por objetivo o mapeamento das áreas com suscetibilidade e perigo de inundação na área urbana de São Gabriel. Os procedimentos metodológicos envolveram o levantamento e o processamento de imagens de satélite e dados topográficos que permitiram a análise e a síntese dos mapas e informações derivadas. A partir da análise de um recorte temporal de trinta anos verificou-se que em dezesseis anos há registros de inundações. No total destes dezesseis anos de eventos foram registrados trinta e dois casos em que a população foi afetada com inundações. A área total de suscetibilidade é 3,57 Km², representando 7,75% de toda a área urbana. As áreas de perigo cobrem 0,62 Km², representando 17,36% da suscetibilidade e 1,34% da área urbana do município. Este mapeamento representa uma importante ferramenta para subsidiar a prevenção e a redução de desastres naturais associados às inundações na área de estudo.

Palavras-chave: São Gabriel, inundações, perigo.

Abstract

DEFINITION OF FLOOD HAZARD AREAS VACACAÍ RIVER IN THE CITY OF SAN GABRIEL, RS

The importance of studies related to flooding and mappings can be observed by the significant increase in research in recent decades. The municipality of São Gabriel, Rio Grande do Sul State, has more than 80% of its population in urban areas. Part of this population is located in the nearness of Rio Vacacaí and has subsequently been affected by flood events. This study aims to map the areas with susceptibility and hazard of flooding in the urban area of São Gabriel. The methodological procedures involved the inventory of events, collection and processing of satellite images and topographic data. The analysis and synthesis of information derived from maps. From the analysis of the thirty years it was found that in sixteen years have records of flooding. A total of sixteen years of events were recorded thirty-two where the population was affected with floods. The total susceptibility area is 3.57Km², representing 7.75% of the entire urban area. The danger areas are added to 0.62Km², representing 17.36% within the susceptibility and 1.34% compared to the urban area. This mapping is an important tool to help prevent and reduce natural disasters associated with floods in the study area.

Key-words: São Gabriel, flood events, hazard.

1. Introdução

O processo de extravasamento das águas do leito normal de um rio é um fenômeno natural. Com a ocupação urbana na planície de inundação e nas margens dos canais fluviais este processo acaba por se chamar de desastre natural, pois a população sofre danos. Ou seja, causa prejuízos financeiros e sociais aos moradores que, em geral, são os menos favorecidos socioeconomicamente.

Os desastres naturais, segundo Alcántara-Ayala (2002), ocorrem em todo o mundo, mas seu impacto é maior em países em desenvolvimento, onde são mais frequentes. Além da alta frequência dos desastres naturais, as baixas condições sociais e econômicas têm como resultado grandes perdas, principalmente humanas, além da grande dificuldade da reconstrução pós-desastre.

Atualmente, vem aumentando gradativamente a frequência com que ocorrem as inundações e também os prejuízos que elas causam. Isto pode estar associado ao aumento do número de ocupações nas planícies de inun-

dação (KOBAYAMA et al., 2006). Além disso, as discussões relatadas pelo IPCC (2007) apontam as mudanças climáticas como uma das principais responsáveis pelos desastres relacionados à dinâmica externa do planeta, como, por exemplo, inundações, tempestades e secas. Outro fator que contribui para o aumento da frequência das inundações diz respeito às intervenções antrópicas através da modificação das drenagens.

Devido a esse aumento, ao longo da última década, ampliaram-se as pesquisas voltadas para o conhecimento, a previsão e o controle de desastres naturais bem como a definição de áreas de risco.

Conforme Maia (2002), tais estudos vêm sendo inspirados pelas elevadas perdas sociais e materiais resultantes de eventos catastróficos, inclusive nos casos em que os processos naturais são potencializados por ações sociais.

1.1 *Área de Estudo*

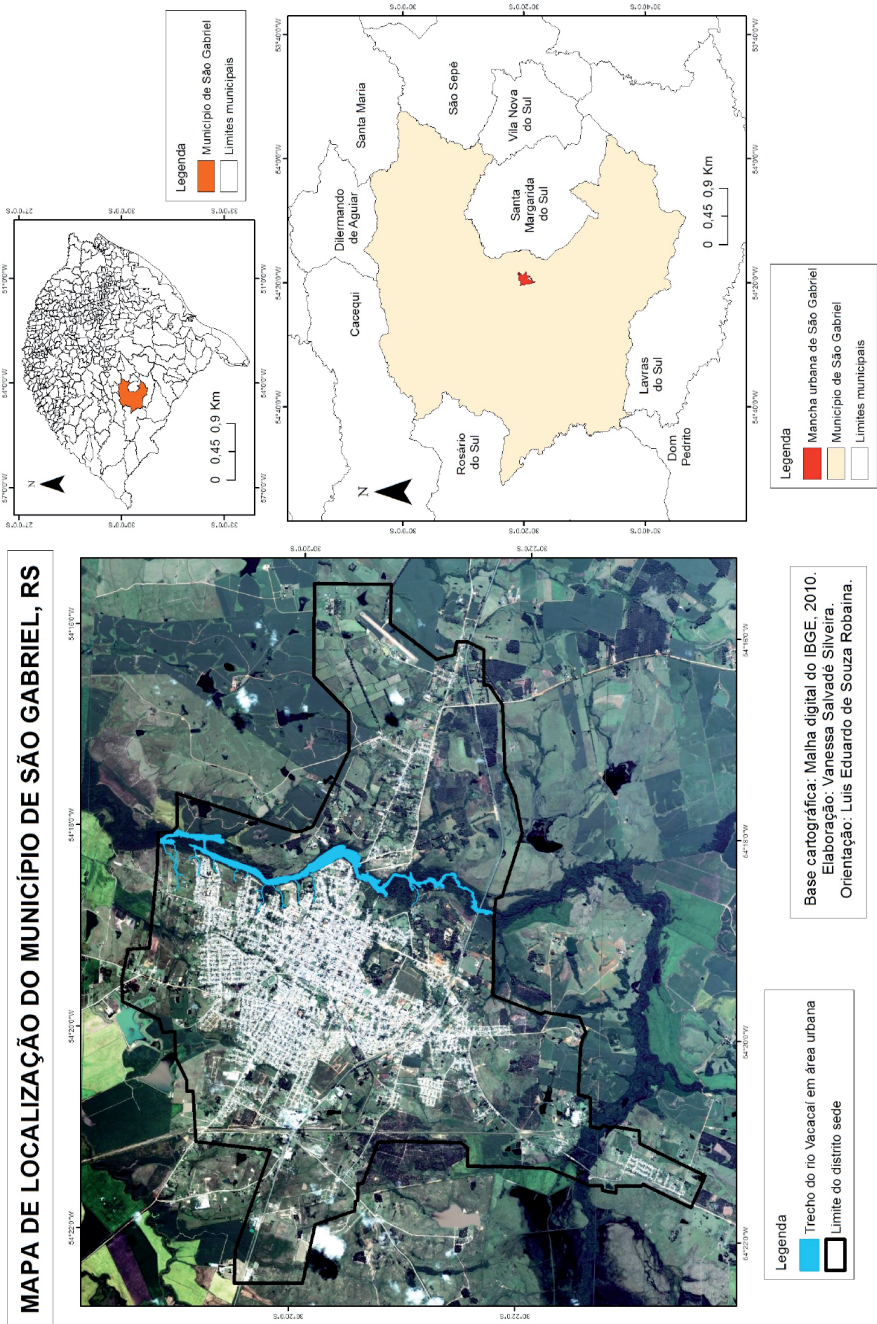
O município de São Gabriel está localizado a 30° 20' 11" S de latitude e 54° 19' 12" W de longitude (Figura 1). Pertence à região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul; está às margens da BR 290 e a 320 km de Porto Alegre. Segundo dados do IBGE (2010), apresenta uma população total de 60.508 habitantes, com 53.860 habitantes (mais de 80%) na área urbana. Parte desta população se localiza no entorno do Rio Vacacaí e tem sido afetada seguidamente por eventos de inundação como mostram os levantamentos realizados por Reckziegel (2007).

Neste contexto, este trabalho visa a identificar e mapear as áreas urbanas que são afetadas por inundações no município de São Gabriel.

No município de São Gabriel, parte de sua população se localiza no entorno do rio Vacacaí, afluente do rio Jacuí, que cruza o estado, do centro em direção leste, desaguardo no Lago Guaíba.

O rio Vacacaí é de grande valor para o município pelo fato de irrigar as lavouras de arroz e outras culturas, importantes para a economia agrícola local e, também, pelo abastecimento de água da cidade. Entretanto, na área urbana ocorrem conflitos diversos, resultando em poluição de suas águas e ocorrência de desastres por inundações.

Figura 1
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL, RS



Segundo informações da Prefeitura do município, sua dispersão urbana é recente. Ao se traçar o percurso retrospectivo da malha urbana do município de São Gabriel, identificamos as conexões com seu entorno rural, com a estrada de ferro e, mais recentemente, com a BR 290, como fatores-chave na forma pela qual a cidade se constituiu e continua a se desenvolver. A partir de 1963 até 1986, o município tem uma acelerada expansão urbana utilizando, principalmente, áreas de várzea. Com certa irregularidade formal dos lotes e quadras evidencia a falta de planejamento voltado para sustentabilidade da estrutura urbana.

Desde 1986 até hoje, reproduz-se a desarticulação do tecido urbano da sede municipal, com ocupações irregulares e significativo impacto sobre as áreas ambientalmente sensíveis ao longo do rio Vacacaí e especialmente das sangas e arroios. As ocupações sobre áreas alagadiças e com solos impróprios criam alto potencial de inundações para seus moradores e de contaminação descontrolada dos cursos d'água pelo esgoto doméstico e industrial.

2. Fundamentação teórica

Conforme o Ministério das Cidades/IPT (2007), a inundação "representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea".

Segundo a United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UM-ISDR, 2002), as inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fen menos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. Sabe-se hoje que as inundações estão relacionadas com a quantidade e a intensidade da precipitação atmosférica (SOUZA, 1998 apud TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Castro (2003) classifica as inundações em função do padrão evolutivo como: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas.

Na inundação gradual ou enchente, as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mant m-se em situação de cheia durante algum

tempo e, a seguir, escoam gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais. Relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. O fenômeno caracteriza-se por sua abrangência e grande extensão.

As inundações bruscas ou enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos canais, os quais escoam de forma rápida e intensa. As enxurradas são típicas de regiões acidentadas e normalmente ocorrem em bacias ou sub-bacias de médio e pequeno portes.

Os alagamentos são águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. Nos alagamentos, o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais.

Tucci (1995) apresenta uma tipologia com base no escoamento pluvial que pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas devido a dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados: inundações em áreas ribeirinhas e/ou inundações devido à urbanização.

As inundações de áreas ribeirinhas são as naturais que ocorrem no leito maior dos rios, devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica. Já as inundações devidas à urbanização são as que ocorrem na drenagem urbana devido ao efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento.

Neste trabalho, a inundação é definida como o transbordamento das águas do canal do rio Vacacaí para sua planície aluvial dentro da área urbana e que pode causar algum dano real ou potencial.

2.1 Conceitos elementares

Os termos suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade e risco muitas vezes se confundem. De acordo com cada autor possuem definições diferenciadas. Assim, é fundamental a definição dos termos como base para compreensão teórica do assunto.

Os estudos de suscetibilidade antecedem a avaliação do perigo. A suscetibilidade corresponde, segundo Julião et al. (2009), à propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações. Dessa forma, as cartas ou mapas de suscetibilidade representam a incidência espacial dos perigos.

O termo “perigo” é usado aqui com o mesmo significado utilizado por Ojeda (1997), definido como a possibilidade de ocorrência de um fenômeno perigoso, em um determinado período de tempo em uma dada área.

No que se refere aos perigos classificados como naturais, a UNDRR (1991) considera que estes correspondem à probabilidade de ocorrência, dentro de um período de tempo específico em uma determinada área, de um fenômeno natural potencialmente danoso.

A avaliação do perigo de inundação utilizado nesta pesquisa é entendida através da proposta de Deyle et al. (1998), que corresponde ao processo de estimar a extensão geográfica do perigo, sua magnitude (intensidade) e probabilidade de ameaça aos interesses humanos.

A vulnerabilidade é um dos conceitos mais complexos devido a sua ligação com o lado social dos eventos. Veyret (2007) diz que “a ocorrência do evento tem conseqüências para as populações e os bens, seus efeitos podem afetar mais ou menos fortemente o funcionamento das sociedades humanas e dos ecossistemas”. Assim como Dauphiné (2001 apud VEYRET, 2007) que afirma a vulnerabilidade como sendo algo que “exprime o grau das conseqüências previsíveis geradas por um fenômeno natural e que podem afetar o alvo”.

Entende-se por vulnerabilidade, neste trabalho, basicamente de acordo com a concepção de Alcántara-Ayala (2002), a propensão de um elemento em risco a qualquer tipo de perigo natural a sofrer diferentes graus de perda ou de dano em função de sua particularidade social, fraquezas econômicas, culturais e políticas. Alcántara-Ayala (2002) acrescenta na definição de vulnerabilidade que o nível de organização social, política, cultural e econômica influencia na vulnerabilidade.

O risco, portanto, se dá como um termo que engloba os demais. Ou seja, o risco é o produto da relação do perigo com a vulnerabilidade. Para melhor esclarecimento, tem-se a definição dada pelo Instituto Geológico

de São Paulo que compreende o risco como sendo a expressão: R (risco) = P (perigo) * V (vulnerabilidade) * D (dano).

O trabalho analisa o primeiro termo da equação de risco, determinando as áreas urbanas ocupadas que podem ser afetadas por processos de inundações ao longo do rio Vacacaí.

3. Metodologia

A metodologia de trabalho buscou analisar e identificar os aspectos físicos e humanos da paisagem em estudo com relação à problemática apresentada.

Os primeiros trabalhos correspondem a levantamentos bibliográficos sobre o tema e sobre a área de estudo, além da compilação do material cartográfico existente.

Em uma segunda etapa, os dados de ocorrência foram obtidos com a pesquisa documental de uma série histórica de 30 anos por meio do levantamento das inundações do rio Vacacaí, junto à prefeitura e aquelas noticiadas no Jornal Imparcial, através de consultas aos levantamentos realizados por Reckziegel (2007) e à defesa civil. A pesquisa no período entre 1980 e 2009 permitiu obter informações referentes à data de ocorrência das inundações e dos locais atingidos por meio da identificação de ruas e bairros.

Os dados cartográficos adquiridos para a pesquisa foram utilizados para compor a base cartográfica do mapeamento temático das áreas de suscetibilidade e perigo de inundação. Os dados cartográficos corresponderam ao levantamento de dados topográficos, imagens de satélite de alta resolução obtidas de fontes diversas disponibilizadas pelo software Google Earth Pro, através de mosaicos da área de estudo e posterior georreferenciamento. As imagens foram utilizadas nos mapas temáticos para identificar as áreas com moradias.

Os dados topográficos foram obtidos com base nas cartas topográficas com escala 1:2.000 com curvas de nível com equidistância de 1 metro disponibilizadas pela prefeitura municipal de São Gabriel.

Trabalhos de campo, com equipamentos de posicionamento (GPS), nos bairros com registro de eventos, permitiram determinar a área urbana afetada e caracterizar a população que sofre os danos.

Para elaboração dos mapas utilizou-se de ferramentas de geoprocessamento elaboradas no software ArcGis 10.

O perigo de inundações foi determinado a partir do cruzamento entre a definição da intensidade das inundações, mapa de suscetibilidade e mapa da área urbana definido pela fórmula:

$$P = I \times S \times A$$

Na qual, "I" corresponde à Intensidade das Inundações, "S" corresponde à Suscetibilidade e "A" corresponde à Área Urbana Edificada.

A intensidade das inundações teve como base o levantamento do histórico de ocorrências de inundações no município de 1980 a 2009. Assim, foi possível fazer a análise espaço-temporal dos eventos definindo as áreas mais afetadas.

Quanto à suscetibilidade, nos trabalhos de campo, utilizando-se equipamento de posicionamento global, com auxílio da população e as informações do inventário das inundações ocorridas no município de 1980 a 2009, foi possível definir as cotas máximas dos eventos. Assim, delimitou-se a área de suscetibilidade ao longo do rio Vacacaí.

Sobrepondo o polígono da área definida como suscetível com as imagens do Google Earth, observou-se áreas com moradias, lembrando que a suscetibilidade foi avaliada como uma faixa contínua sem referência à urbanização. Isto, portanto, diferencia a suscetibilidade da definição de perigo em que a área urbana é considerada no estudo.

A partir da integração dessas informações foram definidos dois diferentes níveis de perigo de inundação em termos de probabilidade espacial e temporal na área de estudo, conforme mostra o Quadro 1. Esta descrição das classes é uma metodologia elaborada pelo Laboratório de Geologia Ambiental (Lageolam), com o apoio nos trabalhos de campo feitos na área.

Quadro 1
DESCRIÇÃO E PESO DAS CLASSES DE PERIGO À INUNDAÇÕES

Classe	Descrição	Peso
Alta	Áreas suscetíveis com ocupação urbana com alta probabilidade temporal e espacial de serem atingidas por inundações	2
Baixa	Áreas suscetíveis com ocupação urbana com baixa probabilidade temporal e espacial de serem atingidas por inundações	1

4. Resultados e discussão

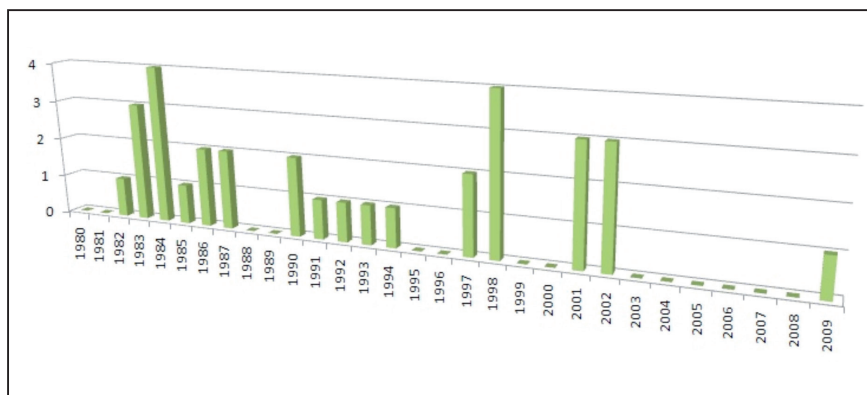
Os resultados obtidos se caracterizam por análise temporal e espacial, indicando, nos últimos 30 anos, os anos e meses em que ocorreram o processo, os bairros mais atingidos, as áreas com suscetibilidade às inundações e as áreas de perigo de inundação pelo rio Vacacaí no município de São Gabriel.

4.1 Análise Espaço-Temporal das Inundações

A área urbana de São Gabriel é afetada, comumente, por eventos de inundação, como pode ser visto no levantamento de 30 anos, de 1980 a 2009, desenvolvido no inventário dos eventos. Nestes trinta anos, dezesseis anos apresentam registros de inundações. No total destes dezesseis anos foram registrados trinta e dois casos em que a população foi afetada pelos eventos (Figura 2).

Os anos com maior incidência de eventos de inundações foram 1984 e 1998, que apresentam quatro eventos cada, ou seja, foram os anos mais expressivos nestes trinta anos. Já os anos de 1983, 2001 e 2002 apresentaram três eventos. Em todos eles foi decretado, em algum dos eventos ocorridos anualmente, situação de emergência.

Figura 2
GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO ANUAL DAS INUNDAÇÕES



A partir de levantamentos dos dados de inundações ocorridas no município, fez-se uma análise das precipitações e cotas do rio Vacacaí, disponíveis no site da Agência Nacional de Águas (ANA). Por essas informações não serem o objetivo de discussão deste trabalho e por necessitarem de uma análise particular, apenas a relação dos dados é apresentada a seguir.

Como mostra o resumo das informações no quadro 2, a menor cota de um evento com danos foi de 502 cm, no ano de 1984, com precipitação acumulada de 94 mm.

Outro evento importante foi o ocorrido em novembro de 1990, que se mostra como um dos mais significativos dentro do histórico de inundação da cidade de São Gabriel, por apresentar uma das mais altas cotas de elevação das águas do rio Vacacaí, atingindo 810 cm com precipitação de 103 mm.

Com relação à incidência mensal e a significância do evento, os dados indicam que os meses de abril e novembro são os mais importantes, pois são os que mais apresentaram ocorrências de inundações e, também, os que apresentam maior número de decretos de situação de emergência no município.

Quadro 2

RELAÇÃO DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO E COTA NO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL

Ano	Mês	Cota máxima atingida	Precipitação acumulada	Estação pluviométrica	Dias das precipitações acumuladas
1984	Maio	502cm	94mm	03053019	06 e 07
	Maio	738cm	160mm	03053019	20, 21 e 22
1986	Abril	744cm	130mm	03054018	11 a 14
1990	Novembro	810cm	103mm	03054018	04
1991	Abril	540cm	137mm	03054018	22 a 25
1993	Novembro	574cm	119mm	03054018	17 a 22
1997	Dezembro	787cm	127mm	03054018	31
1998	Junho	735cm	130mm	03054018	09, 10 e 11
2001	Outubro	541cm	94mm;	03054018;	01 a 06
			69mm	03053004	
2002	Setembro	712cm	87mm;	03054018;	12
			79mm	03053004	
	Novembro	699cm	82mm;	03053004;	21
			137mm	03054018	
Dezembro	768cm	96mm;	03053004;	01 e 02	
		123mm	03054018		
2009	Novembro	743cm	118mm;	03054020;	21, 22 e 23;
			89mm	03054018	

Na análise espacial dos eventos, identificou-se três bairros atingidos (Figura 3): Bairro Vila Maria, Bairro Baltar e Bairro Menino Jesus. O bairro Menino Jesus (1), se localiza mais ao norte ao longo do rio. Este é o bairro mais pobre com relação aos três bairros afetados. A fotografia de direção SW, em maio de 2011, apresenta moradias mais precárias, rua sem calçamento e, ao fundo, pode-se notar a mata ciliar do rio Vacacaí.

No bairro Baltar (2), a fotografia de direção NW, maio de 2011, mostra a Rua Clarestino Bento, uma das ruas mais afetadas no bairro. A fotografia também expõe as moradias altas, características deste bairro, com muros em volta como preparação para a chegada das águas e rua sem calçamento. Para leste da fotografia está o rio Vacacaí.

Já no bairro Vila Maria (3), a fotografia de direção SW, maio de 2011, mostra a Rua Celestino B. Filho, comumente afetada por inundações. Este bairro apresenta poucas moradias afetadas e rua sem calçamento. O bairro é o mais plano comparado aos outros afetados. Ao fundo aparece a mata de galeria do rio Vacacaí.

Nestes bairros os registros das inundações são similares, ou seja, os casos de cheias ocorrem paralelamente ao longo destes trinta e dois eventos em que a população foi atingida.

Figura 3

MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DOS BAIRROS AFETADOS PELOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO



4.2 Suscetibilidade às Inundações do Rio Vacacaí no perímetro urbano

A bacia do rio Vacacaí encerra cerca de 60% do território de São Gabriel, incluindo a totalidade da região da sede municipal. A definição e a caracterização do limite da área inundável do rio Vacacaí no município apresenta feições de relevo típicas de áreas nas quais ocorrem inundações periódicas. Ou seja, a rede hidrográfica da região desenvolveu amplas várzeas, identificadas pelo relevo e pelas imagens, que durante o período de cheias permanecem alagadas. Os divisores de água são superfícies planas geralmente formadas por banhados que separam a drenagem de bacias hidrográficas secundárias.

Os levantamentos de campo permitiram identificar o limite das cheias das águas do rio. Verificou-se que a cota máxima de inundação, nos bairros Menino Jesus e Baltar, é de 89m. No bairro Vila Maria, por apresentar relevo mais plano, o limite máximo atinge a cota de 91m. Estas cotas estão representadas como o limite da área de suscetibilidade.

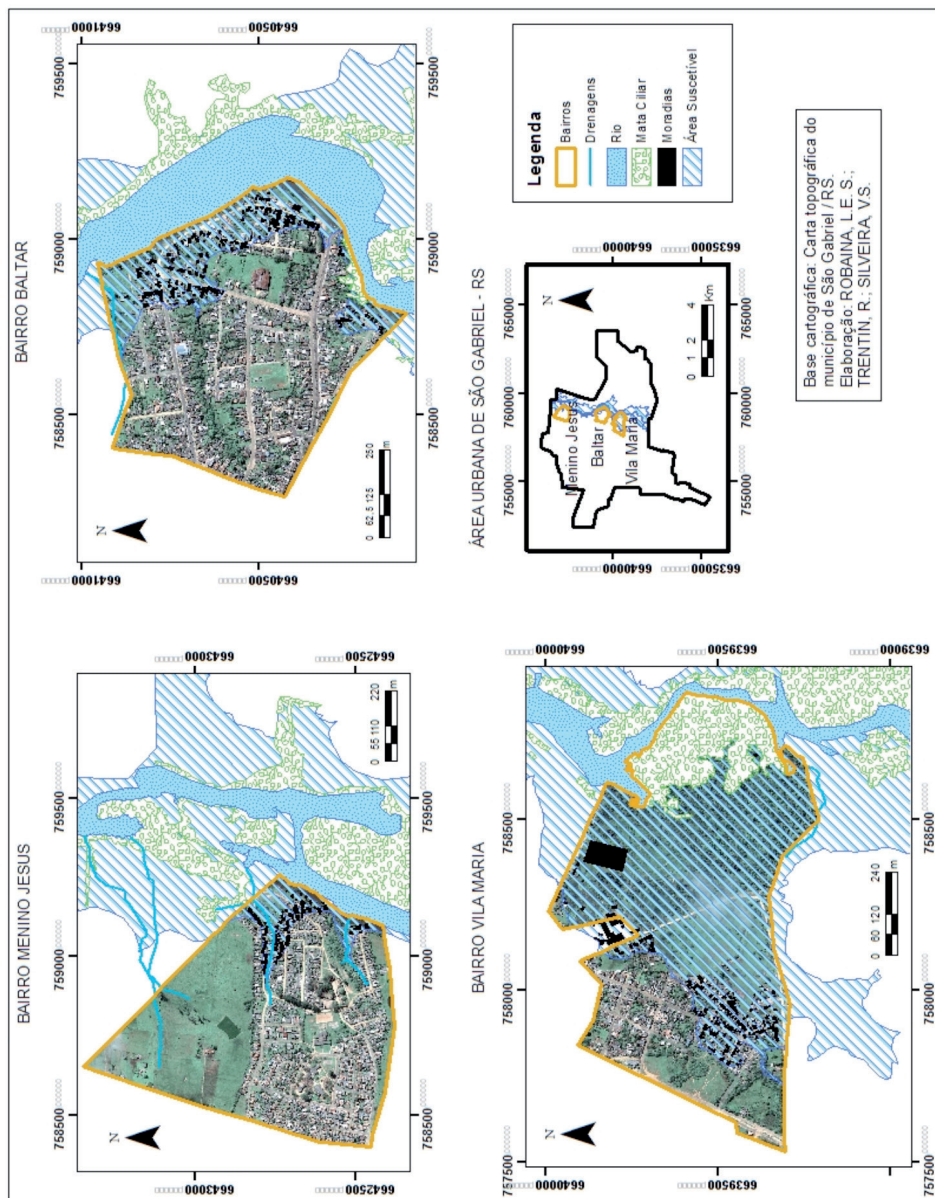
A figura 4 representa a espacialização da área de suscetibilidade às inundações do Rio Vacacaí nos três bairros afetados.

Na margem direita do rio Vacacaí a área suscetível à inundação cobre uma área de 1,93Km². Esta margem ainda não está ocupada por moradias, sendo seu uso predominantemente agrícola.

Na margem esquerda do rio Vacacaí, os processos de inundação ocupam uma área de 1,64 Km² de faixa contínua. Nesta margem ocorrem ocupações por moradias que são atingidas nos períodos de cheias causando diversos danos.

Assim, soma-se uma área total de suscetibilidade no perímetro urbano de 3,57 Km². Considerando que a área total urbana do município é de 46,03 Km², as áreas de suscetibilidade representam 7,75% de toda a área urbana.

Figura 4
MAPA DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS ÀS INUNDAÇÕES



4.3 Definição do Perigo de Inundações

A definição do perigo se deu pela identificação da área suscetível à ocorrência do processo de inundação e das características da ocupação urbana.

As áreas de perigo cobrem 0,62 Km², representando 17,36% da suscetibilidade e 1,34% da área urbana do município.

O zoneamento do perigo, a partir da probabilidade de ocorrência, determinou duas classes: alto e baixo. A classe de alto perigo tem forte relação com a demarcação legal das Áreas de Proteção Permanente.

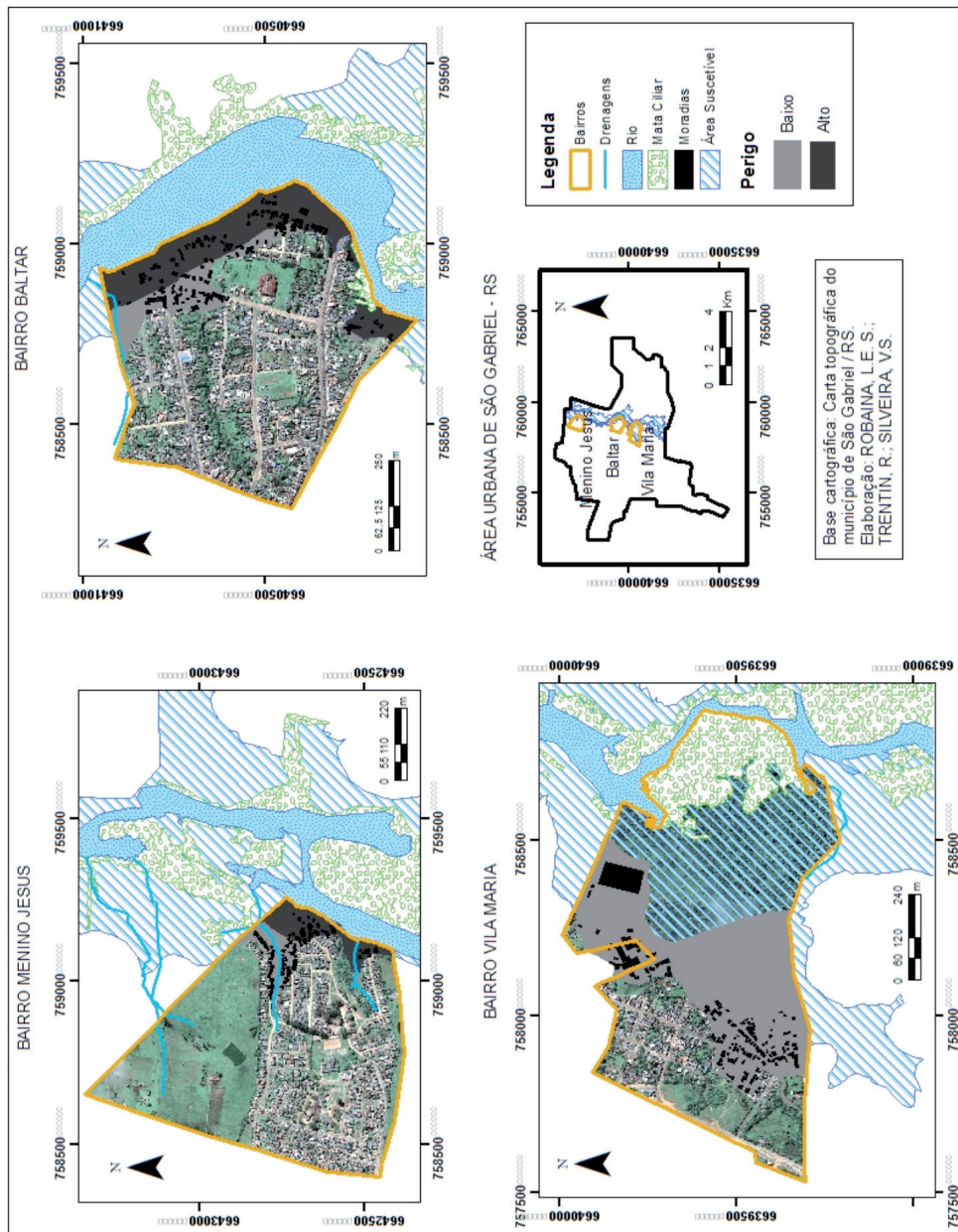
O Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15/09/65, alterada pela Lei nº 7.803, de 8/08/93), no seu Artigo 2º, define como Áreas de Proteção Permanente locais onde devem ser mantidas todas as florestas e demais formas de vegetação natural. Estes locais foram definidos como de proteção especial, pois representam áreas frágeis ou estratégicas em termos de conservação ambiental, não devendo ser modificadas para outros tipos de ocupação. A manutenção da vegetação natural nestes locais contribui para o controle de processos erosivos e de assoreamento dos rios, para garantir qualidade dos recursos d'água e mananciais e para a proteção da fauna local.

Assim, definiu-se uma faixa de 100 metros de largura ao longo do rio Vacacaí, como a área de maior probabilidade e, dessa forma, de maior perigo. Essas áreas ocupam 0,22 Km². São caracterizadas pela ocorrência de inundações de mais alta frequência.

As áreas de baixo perigo estão dentro da faixa de suscetibilidade, porém fora das áreas definidas como de proteção permanente. Essas áreas somam 0,40 Km². São caracterizadas pela predisposição a inundações de baixa frequência com grandes magnitudes.

A distribuição espacial das áreas com risco de inundação pode ser observada no mapa da figura 5.

Figura 5
MAPA DAS ÁREAS COM PERIGO DE INUNDAÇÕES



5. Considerações finais

A partir destes levantamentos e da análise dos dados dos processos de inundação ocorridos no município de São Gabriel, no estado do Rio Grande do Sul, foi possível estabelecer um zoneamento e o mapeamento das áreas suscetíveis e de perigo.

Os estudos fazem parte da análise de riscos identificando a primeira variável da análise.

Dessa forma, as análises e discussões feitas ao longo desta pesquisa são de grande importância como contribuição inicial para qualquer atividade de planejamento ambiental e gestão territorial, pois determinam diferentes ações para as diversas condições encontradas.

Nas áreas determinadas como suscetíveis devem ser implementadas ações que evitem a ocupação ou estabeleçam ali um uso restrito.

Nas áreas de perigo as ações devem buscar mitigar as perdas. Em alguns casos reassentamentos devem ser avaliados. Em qualquer caso, é fundamental a participação, no planejamento das ações, da população envolvida.

Referências

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, Natural Hazard, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de Desastres**. Brasília: [s.n.], 2003.

DAUPHINÉ, A. **Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer**. Paris: Armand Colin, 2001.

DEYLE, R. E.; FRENCH, S. P.; OLSHANSKY, R. B.; PATERSON, R. G. Hazard Assessment: The Factual Basis for Planning and Mitigation. In: CUTTER, S. (ed.). **Cooperating with Nature. Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities**. Washington, D.C.: Joseph Henry Press, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/index.php>>. Acesso em: 09 jan. 2012.

INSTITUTO GEOLÓGICO DE SÃO PAULO. **Série Desastres Naturais**. Disponível em: < <http://www.igeologico.sp.gov.br>>. Acesso em: 09 jan. 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate changes: The Physical Science Basis. **Summary of Policymakers**. 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>.

JULIÃO, R. P.; NERY, F.; RIBEIRO, J. L.; BRANCO, M. C.; ZÊZERE, J. L. **Guia Metodológico para Produção de Cartografia Municipal de Risco e para Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base Municipal**. Porto/Portugal: Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2009.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em <http://www.labhidro.ufsc.br/publicações.html>

MAIA, L. P. Geomorfologia Aplicada: Teoria e Prática. **Mercator - Revista da Geografia da UFC**, v. 1, n. 2, p. 133-137, 2002.

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

OJEDA, A. **Crecidas e Inundaciones como Riesgo Hidrológico un Planteamiento Didáctico**. Lurralde: Universidad del País Vasco, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL. **Plano diretor do município de São Gabriel**. Disponível em: < <http://www.sãogabriel.rs.gov.br>>. Acesso em: 24 jan. 2012.

RECKZIEGEL, B. **Relação dos desastres naturais registrados em municípios do estado do rio grande do sul no período de 1980 a 2005**. 2007. 261 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SOUZA, C. R. G. Flooding in the São Sebastião Region, Northern Coast of São Paulo State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, n. 2, p. 353-366, 1998.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/Ed. da UFRGS, 1995. p. 15-36.

UNITED NATIONS DISASTER RELIEF OFFICE (UNDRO). Approach to Disaster Mitigation. **UNDRO News**, jan.-febr.1991. Geneva: Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator, 1991. 20 p.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR) – Living with Risk. **A Global Review of Disaster Reduction Initiatives, United Nations**. Geneva, Suíça. 2002. Disponível em: http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-lwr-2004-eng.htm.

VEYRET, Y. (Org.). **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

Recebido em: 31/03/2014

Aceito em: 30/07/2014