

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Engenharias
Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária



Trabalho de Conclusão de Curso

**Descrição e Caracterização das Principais Inundações Ocorridas no Município
de Lajeado-RS**

Rachel Prates Mundim

Pelotas, 2018

Rachel Prates Mundim

**Descrição e Caracterização das Principais Inundações Ocorridas no Município
de Lajeado-RS**

Trabalho de conclusão de curso acadêmico
apresentado ao Centro de Engenharias, da
Universidade Federal de Pelotas, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa Souza Castro

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Diuliana Leandro

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M111d Mundim, Rachel Prates

Descrição e caracterização das principais inundações
ocorridas no município de Lajeado-RS / Rachel Prates
Mundim ; Andréa Souza Castro, orientadora ; Diuliana
Leandro, coorientadora. — Pelotas, 2018.

61 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Engenharia Ambiental e Sanitária) — Centro de
Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Inundações. 2. Impactos. 3. Lajeado. 4. Rio Taquari.
I. Castro, Andréa Souza, orient. II. Leandro, Diuliana,
coorient. III. Título.

CDD : 628

Rachel Prates Mundim

Descrição e Caracterização das Principais Inundações Ocorridas no Município de Lajeado-RS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Data da Defesa: 25 de Julho de 2018

Banca Examinadora:

.....

Prof.^a Dr.^a Andréa Souza Castro - Centro de Engenharias/UFPel
Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande

.....

Prof.^a Dr.^a. Diuliana Leandro – Centro de Engenharias/UFPel
Doutora em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná.

.....

Prof: Dr: Leandro Sanzi Aquino – Centro de Engenharias/UFPel

Agradecimentos

Aos meus pais, pela dificuldade em me apoiar financeiramente;

Aos meus amigos por me mostrarem que eu era capaz e que a formação acadêmica é só o começo.

As professoras Diuliana Leandro e Andréa Castro pelas correções

Ao setor PRAE da universidade que nunca me desamparou.

Muito obrigada!

Resumo

MUNDIM, Rachel Prates . **Descrição e Caracterização das Principais Inundações Ocorridas no Município de Lajeado-RS** . 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Os fenômenos de inundação causam impacto direto a populações na grande maioria das cidades do Brasil. As cidades geralmente foram colonizadas às margens de arroios, ambiente típico desses acontecimentos. A cidade de Lajeado, situada às margens do Rio Taquari, é uma das regiões atingidas por tais eventos devido a suas características topográficas e de ocupação inadequada. No presente estudo, foram analisados seis eventos que causaram inundações na zona urbana de Lajeado nos anos 1941, 1956, 1990, 2001, 2008 e 2011 . Para isso foram feitas visitas à biblioteca municipal da cidade, buscando nos jornais O Informativo do Vale e A voz do Alto Taquari referências históricas quanto aos danos causados desses desastres naturais. Também buscou-se dados no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (SISD) e pesquisa no CENSO 2010, em que no ano em questão, vimos quanto ao número de pessoas que habitavam e foram vitimadas as inundações e número de imóveis nos bairros mais afetados. Posteriormente foi feito o mapeamento dos principais bairros atingidos e o número de edificações que são atingidas pelas inundações. Utilizando de dados altimétricos foi possível observar que a região central da cidade é suscetível a sofrer com os eventos de inundação. Dentre os dados pesquisados destacamos a necessidade de conhecer os locais com maior ocorrência de inundações e maior número de pessoas vitimadas, pois vai depender dessas informações, as ações de remoção, salvamento e mesmo medidas de prevenção.

Palavras Chaves: Inundações; impactos; Lajeado RS; Rio Taquari.

Abstract

MUNDIM, Rachel Prates. **Description and Characterization of Major Floods Occurred in the Municipality of Lajeado-RS**. 2018. Course Completion Work (Undergraduate in Environmental and Sanitary Engineering) - Engineering Center, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2018.

Flood phenomena directly impact populations in most cities in Brazil. Cities were generally colonized by river banks, typical of these events. The city of Lajeado, located on the banks of the Taquari River, is one of the regions affected by such events due to its topographic characteristics and inadequate occupation. In the present study, six events that caused flooding in the urban area of Lajeado in the years 1941, 1956, 1990, 2001, 2008 and 2011 were analyzed. To this end, visits were made to the municipal library of the city, searching the newspapers O Informativo do Vale and the voice of Alto Taquari historical references regarding the damages caused by these natural disasters. We also sought data on the Integrated Disaster Information System (SISD) and research in CENSO 2010, where in the year in question we saw how many people lived and were victims of flooding and number of properties in the most affected neighborhoods. Subsequently, the mapping of the main districts affected and the number of buildings affected by the floods were made. Using high data it was possible to observe that the central region of the city is susceptible to suffer from flood events. Among the data surveyed, we highlight the need to know the locations with the highest occurrence of floods and a greater number of victims, since it will depend on this information, the actions of removal, rescue and even prevention measures.

Keywords: Flood; impacts; Lajeado RS; Rio Taquari.

Lista de Figuras

Figura 1. Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas.....	25
Figura 2. Municípios do Vale do Taquari.....	26
Figura 3. Hidrografia de Lajeado.....	29
Figura 4: rua Silva Jardim. Fonte: jornal A Voz do Alto Taquari.....	33
Figura 5 Antigo prédio do Hotel do comércio.....	34
Figura 6. Rua Borges de Medeiros.....	35
Figura 7: Rua Silva Jardim.....	35
Figura 8. Inundação em 1941	36
Figura 9. Imagem do rio Taquari pela escadaria de Estrela RS.....	36
Figura 10: Nível normal do rio Taquari.....	37
Figura 11 Imagem da ponte que liga Estrela a Lajeado.....	39
Figura 12 Casa totalmente destruída.	39
Figura 13: Centro de Lajeado.....	40
Figura 14 Delegacia ficou destruída.....	40
Figura 15. Bairro Centro.....	42
Figura 16. Bairro Centro.....	42
Figura 17. Bairro Hidráulica.....	43
Figura 18. Bairro Hidraulica.	43
Figura 19. Rua Julio de Castilhos, Centro.....	45
Figura 20. Inundação no Centro.	45
Figura 21. Inundação no bairro Centro.....	46
Figura 22. Inundação no bairro Conservas.....	47
Figura 23. Carro quase submerso no bairro Praia.....	47
Figura 24. Inundação no bairro Centro.....	48
Figura 25. Principais pontos de Inundação.	51
Figura 26 Perfil socioeconômico das Vítimas de Inundação.....	52
Figura 27 . Total de Domicílios e População em Áreas de inundação.....	53
Figura 28 Crescimento Populacional nos bairros sujeitos a inundações.	54

Tabelas

Tabela1 .Nivel Máximo das Inundações	30
Tabela 2. Eventos Seleccionados.....	31
Tabela 3. Tabela AVADAN 2008.	48
Tabela 4. Classificação por Renda.	51

Lista de abreviaturas e siglas

ANA - Agência Nacional das Águas

AVADANs - Avaliação de Danos

CIC - Centro de Informações Hidrometeorológicas

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

GPS - Sistema de posicionamento Global

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDE - Modelo Digital de Elevação

ONG - Organização Não Governamental

PIB Produto Interno Bruto

S2ID - Sistema Integrado de Informações de Desastres Naturais

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SPAEE - Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes

STHAS - Secretaria Municipal do Trabalho Habitação e Assistência Social

UTM - Universal Transversa de Mercator

UNIVATES - Universidade do Vale do Taquari

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVO GERAL.....	15
2.1 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 O processo de urbanização.....	16
3.2 Impactos da Urbanização.....	17
3.3 Drenagem Urbana.....	18
3.3.1 Microdrenagem.....	19
3.3.2 Macrodrenagem.....	19
3.4 Controle de Inundações	20
3.4.1 Medidas Estruturais	22
3.4.2 Medidas Não-Estruturais.....	23
3.5 Geotecnologias em estudos de inundações	23
3.6 Mapeamentos das Inundações	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 Área De Estudo	25
4.2 Procedimentos metodológicos.....	30
4.3 Sistemas de Previsão e Alerta de Enchentes (SPA) Lajeado.....	32
4.4 Mapeamentos dos locais afetados pelas inundações.....	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Eventos de 06/04/1956	34
5.2 Eventos de 06/05/1941	35
5.3 Eventos de 03/10/2001	38
5.4 Eventos de 27/10/2008	42
5.5 Eventos de 02/06/1990	45
5.6 Eventos de 21/07/2011	47
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de enchente na Terra é mais antiga que a existência humana, pois são fenômenos naturais dos regimes dos rios, presente no ciclo hidrológico natural de qualquer curso hídrico (ALVES, 2013). Mas com a ocupação antrópica de várzeas e as planícies fluviais é comum o enfrentamento de problemas com a ocorrência de enchentes e inundações (GUASSELLI; OLIVEIRA; ALVES, 2013).

Quando acontece a elevação do nível do rio até o limite do canal principal ou leito menor, é caracterizado como enchente, podendo ou não causar inundação. As inundações por sua vez ocorrem quando há o transbordamento das águas para as áreas adjacentes, atingindo edificações localizadas nas áreas sujeitas as inundações periódicas (GOERL; KOBIYAMA, 2005). As enchentes e as inundações são fenômenos naturais, os impactos negativos estão relacionados com as intervenções antrópicas sob as condições e limites naturais do meio em que vive a população, principalmente em áreas suscetíveis, como as planícies de inundações (ALVES, 2013).

No final do século 19 e parte do século 20, nos países desenvolvidos, a evolução da modernização já era uma realidade, pois já havia abastecimento de água potável para a população, pavimentação, iluminação, afastamento do esgoto, evitando assim, em parte, a proliferação de doenças. Neste período, conhecido como higienista, o uso do solo é concebido apenas para atender os interesses da população com forte adensamento. Para Tucci (2007), a maioria dos países em desenvolvimento está na fase higienista.

A forte intervenção no ambiente que aconteceu na segunda metade do século XX, como as modificações nos rios, grandes viadutos, túneis e o escoamento dos esgotos na rede pluvial sem tratamento passaram a poluir o meio urbano. Os países desenvolvidos passaram para a fase corretiva, com o tratamento do esgoto doméstico o controle das inundações urbanas, entre outras (TUCCI, 2007). Com a diminuição da disponibilidade hídrica e da deteriorização da qualidade da água, cresceram o interesse coletivo sobre os sistemas hídricos. Numa sociedade em que o uso da água é crescente e que tende a ocupar espaços suscetíveis as inundações, além de danificar o seu meio, o planejamento da ocupação das bacias hidrográficas se torna cada vez mais necessário (TUCCI, 2007).

Para Tucci (2007), o gerenciamento integrado da ocupação urbana se torna imprescindível como uma solução ambientalmente sustentável para as atuais infraestruturas e para novos empreendimentos, bem como para a preservação das funções naturais de infiltração e das redes naturais de escoamento. Segundo KOBIYAMA (2006), a cada R\$ 1 aplicado em prevenção representa, em média, entre R\$25,00 e R\$30,00 de obras de reconstrução pós evento. Os desastres naturais podem ter diversas magnitudes, necessitando a alocação de recursos e estudos preventivos nem sempre disponíveis.

Neste cenário, o monitoramento, a previsão e o controle de eventos extremos, como as inundações, são indispensáveis, especialmente em regiões urbanas, devido a quantidade de vidas, bens materiais, saneamento e infraestrutura envolvidos no processo (FERREIRA, 2007). Algumas ações para o controle dos eventos extremos, como as inundações, são apresentadas como medidas estruturais e não estruturais (TUCCI, 2013).

São classificadas como medidas estruturais aquelas que alteram o sistema fluvial prevenindo os prejuízos posteriores das inundações. Já nas medidas não estruturais, os danos são minimizados através da melhor convivência da população que vive em áreas vulneráveis as inundações (TUCCI, 2013). Um fator muito importante em relação das medidas não estruturais está o aprimoramento da aplicação de sistemas de monitoramento, previsão e alerta de inundações. Os referidos sistemas tem a finalidade de evitar o fator surpresa na população, prevendo eventos intensos de chuva e o aumento do nível dos rios, facilitando a retirada das pessoas e dos bens móveis das áreas sujeitas às inundações. (TUCCI, 2003).

Estes sistemas, incorporados às séries históricas, bases digitais de informações e imagens de satélite, são fundamentais para contribuir na definição de sistemas e modelos de mapeamento das áreas afetadas pelas inundações, para a organização da ocupação das áreas de risco e também para a definição de estratégias preventivas e de contingência. (TUCCI, 2003).

Uma tentativa de minimização adotada pelos planos diretores, para soluções estruturais em drenagem urbana é a implantação de obras de galerias e canalizações que antecipem o escoamento e o deslocamento rápido dos picos de cheias para os corpos d'água da jusante. Foi citado anteriormente que essa visão higienista transfere o problema para jusante, sobrecarregando o sistema nesse local,

causando problemas para as pessoas que habitam dentro ou próximo do mesmo. (CANHOLI, 2005).

Uma visão considerada “inovadora” mais utilizada para aumentar a eficácia hidráulica dos sistemas de drenagem tem por objetivo retardar o escoamento, de modo a aumentar os tempos de concentração e diminuir as vazões máximas. Para a melhoria das condições de infiltração, uma boa alternativa é a redução dos volumes de enchentes por meio da retenção em reservatórios e o controle da velocidade de escoamento no local da precipitação. (CANHOLI, 2005).

O presente estudo, realizado na cidade de Lajeado RS, município brasileiro de porte médio, situado na parte centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul. Está inserido na região geográfica do Vale do Taquari, conforme divisão geográfica regionalizada pelo Decreto Estadual nº40.349, de 11 de Outubro 2000, compreendendo, além do mesmo, mais outros 35 municípios.

O Vale do Taquari situa-se na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, no qual muitos dos municípios inseridos em áreas ribeirinhas desta bacia são atingidos por inundações decorrentes de precipitações intensas na cabeceira da referida bacia de drenagem, com isto estes eventos de inundações causam grande prejuízos à população local (FLINTSH, 2002).

No município de Lajeado, as inundações ocorrem periodicamente e causam grandes impactos no âmbito social, econômico e ambiental. Assim como a maior parte dos municípios brasileiros, Lajeado não teve o devido planejamento urbano ao longo de seu crescimento populacional. O desenvolvimento e a colonização ocorreram a margem direita do Rio Taquari, de modo que um dos principais problemas socioeconômicos e ambientais do município está associado às inundações. (ECKHARDT, 2008).

As inundações que ocorrem em Lajeado são de origem natural (ECKHARDT, 2008). O Rio Taquari drena as águas das cabeceiras, que na sua maior parte possui grande declividade, formando um escoamento de alta velocidade, resultando numa variação do nível do rio que pode ser de vários metros em um curto espaço de tempo. (ECKHARDT, 2008). Dessa forma, quando o relevo é acidentado em uma bacia hidrográfica, as áreas que desenvolvem altos riscos de inundação são as que apresentam características planas e mais baixas (TUCCI, 2007).

2 OBJETIVO GERAL

Devido aos problemas que a cidade de Lajeado enfrenta com as periódicas inundações, o desenvolvimento deste trabalho se torna necessário no avanço do entendimento da ocorrência e magnitude dos principais eventos de inundação já ocorridos desde então. Nesse contexto, o objetivo maior desta pesquisa é realizar o levantamento dos maiores eventos de inundações e as áreas atingidas no município de Lajeado.

2.1 Objetivos Específicos

- Analisar quantitativamente os dados históricos das principais inundações na cidade de Lajeado;
- Mapear os lugares de ocorrência de enchentes;
- Contribuir para o planejamento urbano do município em questão;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O processo de urbanização

De acordo com o pesquisador Shierholt (1995, p.13) acredita-se que a localidade do município de Lajeado tenha sido inicialmente habitado por aborígenes ibiraiaras, pertencentes a tribo indígena Ibiaçá. Os primeiros registros são do século XIX, quando a denominação oficial de Lajeado era Conventos Velhos, nessa época os irmãos João e José Inácio Teixeira receberam sesmarias, que foram divididas em fazendas.

Após o ano de 1853, terras adquiridas pela Companhia Batista Fialho de Vargas medidas pelo agrimensor alemão Carl Ernst Mutzel, com a intenção de serem comercializadas em pequenos lotes para os colonos alemães e seus descendentes (SECULTUR, 1997, p. 04). A partir de então, a localidade começou a aumentar tanto que em 1875, foi elevada a categoria de sede distrital e em 1891 foi emancipada e denominada Lajeado.

Ao se fazer uma análise do histórico da ocupação de Lajeado, nota-se que a cidade, assim como a maioria das cidades brasileiras, se formou as margens dos rios e arroios, áreas que hoje seriam classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP áreas que respeitam os limites de inundação do leito maior dos rios e arroios). Sendo assim a urbanização da região iniciou sem planejamento, além da substituição do ambiente natural por um construído, favorecendo a interferência do ciclo hidrológico no local, tanto pela impermeabilização do solo, quanto da ocupação as margens dos rios, acarretando em problemas referentes à drenagem pluvial do local. (TUCCI, 2000).

Dentre outros fatores que levaram a ocupação dessas áreas, se destaca as terras férteis da região das várzeas do Rio Taquari e afluentes, a ocupação nesses locais também foi útil para o escoamento da produção e a comunicação regional com a capital (AGOSTINI; GREVE, 2009).

Tucci e Bertoni (2003) afirmam que os impactos relacionados ao aumento da urbanização condizem ao aumento das vazões máximas, e, da sua frequência devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e

impermeabilização das superfícies. Correlaciona também, com o aumento da produção de sedimentos com a falta de proteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo), também a lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial. Como consequência disso, tem a deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, bem como a contaminação de aquíferos.

Podemos citar também os impactos correspondentes ao planejamento urbano inadequado e de infraestruturas urbanas mal dimensionadas como pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento, redução da seção do escoamento por aterros em pontes e para construções em geral, deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos, projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros (SUDERHSA, 2002).

3.2 Impactos da Urbanização

Segundo Tucci (1995) os impactos quaisquer não devem ser transferidos para sua jusante e o controle de enchentes abrange medidas estruturais e não estruturais. Os meios para a implantação do controle de inundações são o plano diretor, as legislações municipais, estaduais, federal e o manual de drenagem. As inundações são de ocorrência natural de acordo com o comportamento do rio, ou pode ser intensificada pelo processo de urbanização. Dessa maneira, Tucci e Bertoni (2003) conceituam dois tipos de inundações: inundações de áreas ribeirinhas e as inundações devido a urbanização, ambas podem ocorrer de forma isolada ou de forma integrada dentro da área urbana.

Segundo Tucci e Bertoni (2003) as inundações ribeirinhas são de ocorrência natural e ocorrem de forma em bacias de grande e médio porte, onde o declínio da área é baixo e a seção de escoamento é pequena. Durante uma chuva muito intensa se for maior que a capacidade de drenagem do rio, resultará em inundações nas áreas ribeirinhas. Os impactos acarretados por esse tipo de inundação dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual as mesmas ocorrem.

E as inundações ocasionadas pela urbanização são processos relacionados com as atividades antrópicas feitas no ambiente urbano. Tem ocorrência em bacias pequenas, com exceção para as grandes cidades. Esse tipo de inundação acontece à medida que o solo é impermeabilizado, diminuindo assim sua capacidade de infiltração, acelerando assim o escoamento, aumentando a vazão nos condutos e dificultando assim, a drenagem do local (TUCCI e BERTONI, 2003).

O Ministério das Cidades definiu em 2007 os alagamentos como sendo o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ou não ter relação com processos de natureza fluvial. Fatores que geram influência nesse fenômeno podem ser citados a substituição de grandes áreas verdes por empreendimentos civis, que impermeabilizam o solo e as construções de condutos e canais, os quais aumentam o pico da vazão máxima através do escoamento gerado.

As principais interações de condicionantes de probabilidade de ocorrência de inundação, enchente e alagamentos são os fatores naturais: formas de relevo; características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; características do solo e teor de umidade; presença ou ausência da cobertura vegetal. Existem também os condicionantes antrópicos como: uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água; disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água; alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras).

3.3 Drenagem Urbana

O conceito de drenagem urbana tinha inicialmente como meta inicial a retirada das águas pluviais em excesso de forma rápida, impedindo o risco de inundações, através de medidas estruturais, mas nos dias de hoje esse conceito se tornou bem mais amplo, pois a drenagem passou a ser um problema gerencial com componentes políticos e sociológicos. (TUCCI, 1995)

Nos dias atuais compreendemos que se trata de um conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que as populações estão expostas,

diminuindo os prejuízos ocasionados pelas inundações e proporcionar o desenvolvimento harmônico, articulado e sustentável.

3.3.1 Microdrenagem

Para Tucci (1995), podemos definir a microdrenagem urbana como um sistema de condutos pluviais em nível de loteamento. A rede de drenagem é constituída de condutores pluviais, bocas-de-lobo, poços de visita, meios-fios, sarjetas, que recolhem a água e conduzem para a macrodrenagem.

É necessário coletar dados sobre a área de estudo quando se vai fazer a elaboração de um projeto de microdrenagem como, dados como: levantamento topográfico, planta geral da bacia contribuinte, planta plani-altimétrica, locação das redes existentes, verificação do uso e tipo de ocupação dos lotes e dados relativos ao curso receptor. (TUCCI, 1995).

Para se fazer o manejo da microdrenagem pode ser no lote ou no loteamento, mas o controle no loteamento se mostra mais difícil pelos seguintes fatores: a maioria dos loteamentos da zona metropolitana são clandestinos; grande número de áreas públicas invadidas, ligação de esgoto cloacal ligado no pluvial de forma clandestina; quando não existe a rede de esgoto cloacal acaba sendo usado a rede pluvial por comunidades como forma de escoar seu esgoto produzindo em suas residências. (TUCCI, 1998)

Ao se planejar as redes de drenagem devem ser considerados certos atributos como: percurso de maior declividade para minimizar as escavações; declividade que proporcione uma velocidade na tubulação dentro de uma faixa adequada, passar por ruas nas quais a execução seja menos onerosa. (BOTELHO 1998).

3.3.2 Macrodrenagem

A composição do sistema de macrodrenagem é basicamente pelos córregos, arroios e rios, localizados nos talwegues e vales, para onde vai todo o escoamento final das águas do escoamento superficial, mais a água que é captada pelo sistema da microdrenagem. Sua rede física é um escoadouro natural, ela

sempre existiu independente da realização de obras específicas de drenagem e da localização da área urbana. (FRENDRICH et al, 1997).

As obras feitas em loteamentos aumentam a vazão, devido à redução dos tempos de concentração, além de outros fatores como a ocupação dos leitos secundários de córregos, ampliação da malha viária em vales ocupados e saneamento de áreas alagadas. (TUCCI, 1995). Um aspecto significativo em obras de macrodrenagem como o escoamento em canais abertos deve ser sabido para o dimensionamento da rede de drenagem urbana. O controle da macrodrenagem exige grandes investimentos, incluído aos impactos ambientais devido a carga de resíduos e a interligação entre os condutos pluviais e cloacais.

3.4 Controle de Inundações

As inundações são consideradas fenômenos naturais cíclicos que dependem de fatores naturais como chuvas, cobertura vegetal e escoamento superficial, desta maneira, todo rio contém uma área de inundação mais ou menos frequente ao seu redor, entretanto, as transformações antrópicas intensificam seus impactos (DO AMARAL; RIBEIRO, 2009, PINHEIRO, 2007).

No Brasil o fenômeno de inundações é muito constante, resultando na maior parte das mortes e de danos econômicos e ambientais. Elas correspondem cerca de 60% dos desastres naturais no Brasil, destacando a região sudeste, onde ocorrem 40% das inundações. (MARCELINO, 2008). Considerando os mecanismos e processos que possibilitam a ocorrência das inundações, pode-se classificá-las em dois parâmetros: intensidade e localização. (MARCELINO, 2008).

Quando a intensidade, as inundações são definidas como graduais ou bruscas. Conforme Castro (2003) as inundações graduais acontecem quando a elevação do nível de água do rio acontece de forma lenta, acontecendo normalmente em grandes bacias hidrográficas devido a interceptação da precipitação durante uma série de dias a montante. Mesmo acontecendo de forma mais lenta, este tipo de evento causa maiores danos por atingir grandes áreas. Já as inundações classificadas como bruscas, ocorrem de forma mais rápida em bacias hidrográficas pequenas e com alto grau de declividade, geralmente associada a chuvas intensas, estas são responsáveis pela maioria das perdas humanas.

Segundo Amaral e Ribeiro (2009), os fatores que geram influências nas inundações acontecem nas bacias hidrográficas e podem ser divididas entre fatores naturais e fatores antrópicos. São definidos quatro fatores naturais:

- Formas de relevo: são consideradas importantes porque agem no escoamento superficial e subterrâneo da água. A pedologia e geologia de algumas formas de relevo influenciam na porosidade dos solos e da rocha, aumentando ou diminuindo na capacidade de infiltração e saturação do solo;
- Características da rede de drenagem da bacia hidrográfica: essas características geram influências na vazão das bacias. Bacias maiores registram normalmente inundações graduais, pois há um maior tempo para a água precipitada em áreas a montante encontrar o canal principal, enquanto em bacias menores este tempo é menor, facilitando o registro de inundações bruscas;
- Intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas: As precipitações geram influência na saturação do solo, no tempo de duração e no tamanho da inundação e pode ser um agravante para as medidas de resgate e controle;
- Presença ou ausência da cobertura vegetal: A cobertura vegetal auxilia na retenção de água no solo e diminui a velocidade de escoamento da água em superfície.

Os mesmos autores trazem também três condicionantes antrópicos que são:

- Uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água: Estes são os principais agravantes nos danos econômicos e sociais, já que as inundações percebe-se que, na maioria das cidades que possuem pessoas morando em áreas sujeitas a inundação possui baixa renda e não tem outra opção de moradia.
- Disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água: os resíduos sólidos descartados irregularmente pela população acabam sendo levados a rios ou aos sistemas de drenagem ocasionando o entupimento dos bueiros ou reduzindo a capacidade de vazão destes.
- Alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água: essas alterações costumam amenizar problemas locais, entretanto,

influenciam nas dinâmicas a montante ou a jusante, impactando economicamente, socialmente e ambientalmente.

3.4.1 Medidas Estruturais

Segundo Pinto (1998), as medidas estruturais envolvem custos que muitas vezes o município não pode arcar, são classificadas em intensivas e extensivas, ambas são obras de engenharia, implementadas para reduzir o risco de enchentes.

Uma das medidas de prevenção de enchentes utilizada em muitos países é o reservatório de retardo da vazão. Para Tucci (1995) o reservatório, mesmo que de pequeno volume, numa área urbana será suficiente para diminuir significativamente a vazão máxima. Estas bacias de retenção armazenam água e liberam o líquido aos poucos, através do orifício de saída.

Simultaneamente a estas medidas, outras podem ser adotadas, como reservatórios em telhados, lotes urbanos com pequenos tanques e o pavimento poroso, sendo este pavimento construído em blocos de concreto perfurados, assentos sobre brita e areia, com os vazios preenchidos com areia. É uma boa alternativa em estacionamentos, em calçadas e ruas com pouco tráfego de veículos. O pavimento permite a infiltração, reduz os impactos na drenagem urbana no corpo receptor, minimizando o pico de vazão. (TUCCI, 2004).

As medidas estruturais citadas por Tucci (1995) podem citar o dique de proteção, que pode ser erguido de terra com enrocamento de pedra ou de concreto. Os diques de concreto apesar de mais caro são mais seguros. Como medida de segurança deve-se evitar os diques altos, pois existe o risco de rompimento.

Como medidas extensivas que agem no rio podemos citar as que têm como objetivo acelerar o escoamento da água, medidas como construção de diques que aumenta a capacidade de descarga dos rios, cortes de meandros. Outro tipo de medida considerada extensiva tem as que retardam o escoamento como reservatório e bacias de amortecimentos, podemos citar também as medidas que buscam desviar o escoamento como obras como canais de desvios. (TUCCI, 2004).

3.4.2 Medidas Não-Estruturais

As medidas não-estruturais usualmente são planejadas em conjunto com medidas estruturais para proteção das áreas atingidas pelas inundações. Dentre as medidas não-estruturais mais comuns podemos citar: seguro de inundações, instalação de vedação temporária nas aberturas das estruturas, elevação das estruturas existentes, construção de novas estruturas sob pilotis, construção de diques circulando a obra, relocação ou proteção de artigos que possam ser danificados dentro da própria obra, uso de materiais impermeáveis, adoção de incentivos fiscais e alerta de enchente na área de inundação. (TUCCI, 2004).

O mapeamento das inundações é de suma importância dentro do controle de enchentes, que podem ser de dois tipos: mapas de alerta e mapas de planejamento, bem como conhecimento da topografia da cidade, onde poderia ser colocado marcos que definem o nível da água. (TUCCI, 2004).

3.5 Geotecnologias em estudos de inundações

As geotecnologias são definidas por KOBAYAMA (2015) como sendo o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. Faz parte das geotecnologias os SIG – Sistemas de Informação Geográfica, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistemas de Posicionamento Global (ex. GPS), Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia Clássica, dentre outros. As geotecnologias são consideradas ferramentas importantes nas tomadas de decisões.

O mapeamento das áreas que inundam e o aprimoramento dos sistemas de previsão de inundações, são medidas muito importantes para o planejamento de municípios que contenham dentro de sua área populações ribeirinhas, podem ser utilizados também para contribuir para o planejamento e a reorganização do espaço urbano, o que contribui para reduzir os impactos causados por este tipo de fenômeno. (GUASSELLI, OLIVEIRA E ALVES, 2013).

Para se implantar os sistemas de previsão de inundações se relaciona a carência e precariedade de equipamentos para coleta de informações de nível e chuva, dados topográficos, entre outros, logo, compõem sistemas de difícil implantação. Mas, contrabalançando estes sistemas, é cada vez maior a

disponibilidade de dados obtidos por sensoriamento remoto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e também, as ferramentas de geoprocessamento voltadas para trabalhos e estudos associados às inundações (GUASSELLI; OLIVEIRA e ALVES, 2013).

Para Marcelino (2008), as geotecnologias propiciam a coleta, armazenamento e análise de grande quantidade de dados, que devido a multiplicidade dos desastres naturais, seriam praticamente inviáveis de serem tratados utilizando métodos analógicos e/ou tradicionais. Com a difusão da utilização de SIGs, os projetos que contêm o mapeamento de áreas vulneráveis e de perigo aos desastres naturais tiveram um grande progresso a partir da década passada (TOMINAGA; SANTORO e AMARAL, 2009).

Com a expansão da capacidade de mapeamento e análise das inundações, em áreas com essa problemática, permite monitorar e simular eventos de inundações, o que colabora para a leitura e entendimento destes fenômenos. (GUASSELLI; OLIVEIRA; ALVES, 2013). Um dos fatores de maior ganho na integração dos Sistemas de Informações Geográficas nos estudos de recursos hídricos está relacionado ao suporte que os mesmos podem possibilitar na obtenção e na análise de informações espaciais, além do suprimento dados para modelos de simulação e de sistemas de suporte a decisão (ECKHARDT, 2008).

3.6 Mapeamentos das Inundações

Segundo Silva (2013), os padrões de uso e ocupação do solo, na maior parte das cidades brasileiras, vêm agravando a situação da população que vive em áreas vulneráveis e do poder público em eventos de inundações. Sendo assim, saber quais as áreas mais suscetíveis aos impactos decorrentes das inundações, surge como técnica para a gestão de riscos, bem como o desenvolvimento de políticas urbanas para o município.

Os mapas de inundação oferecem informações quanto às áreas de risco, através de registros passados da ocorrência do fenômeno relacionado a dados arranjados através dos equipamentos de geotecnologias, auxiliando no melhor conhecimento destas áreas (RABINDRA; SHIGENOBU; TOSHIKAZU, 2008).

Para a elaboração de mapas de inundação é frequente a aplicação de dados obtidos utilizando técnicas de geoprocessamento. Os materiais mais utilizados para as referidas aplicações são imagens orbitais multiespectrais e de radar, modelos digitais de elevação (MDE), dados hidrológicos (chuva, vazão e cota) e informações físicas da bacia, como hidrografia, declividade, solos, vegetação, entre outros (OLIVEIRA, 2010).

4 METODOLOGIA

Os métodos que orientaram esta pesquisa serão descritos conforme a caracterização da área de estudo, os quais foram executados em etapas para a compreensão com maior eficiência quanto às ocorrências e os danos das inundações. Partimos da análise da régua de marcação do nível máximo da elevação do rio Taquari que se localiza no Porto de Estrela, selecionados os níveis máximos, para depois descrever como funciona o Sistema de Previsão e Alerta de Lajeado. E por fim, ao obter informações do formulário de desastres e de dados do Censo de 2010, foram traçados os locais de maior incidência de inundação e informações socioeconômicas dos vitimados.

4.1 Área De Estudo

A área de estudo do presente trabalho, compõe-se da área urbana do município de Lajeado, localizado no Vale do Taquari, mais precisamente as margens do Rio Taquari, região inferior da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, Os municípios localizados as margens do Rio Taquari são frequentemente atingidos por inundações que causam danos socioambientais, materiais e econômicos que variam de acordo com sua magnitude. A bacia hidrográfica do sistema Taquari-Antas, como mostrado na figura 4, situa-se na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 26.428 km², equivalente a 9% do território estadual, e 98 municípios, inseridos total ou parcialmente. Trata-se do principal afluente do rio Jacuí, maior formador do Guaíba (FEPAM, 2015).

Devido a sua magnitude, esta bacia possui características físicas e antrópicas diferenciadas: áreas de alto índice de industrialização, áreas com predomínio de produção primária, zonas intensamente urbanizadas e risco de

ocorrência de enchentes, entre outras. Os municípios que integram esta bacia concentram 20% do PIB estadual, caracterizando-se por possuírem a base econômica voltada para um setor industrial em crescimento. (FEPAM, 2015)

As nascentes do rio Taquari-Antas localizam-se nos municípios de Cambará do Sul, Bom Jesus e São José dos Ausentes, numa região de baixa densidade populacional, onde predomina a criação extensiva de gado. Esta paisagem começa a se transformar na altura de Antônio Prado, onde prevalece pequenas propriedades com utilização intensiva, já com densidades mais elevadas. A área mais relevante em termos de uso e ocupação do solo localiza-se entre Antônio Prado e Veranópolis, concentrando 50% da população e 57% das indústrias da bacia. Em relação ao uso agrícola, destacam-se em área cultivada as bacias de drenagem dos rios Carreiro, Forqueta e das Antas, predominando as culturas de milho e soja. Há também o cultivo de arroz nas partes mais planas, ao sul da bacia. (FEPAM, 2015)

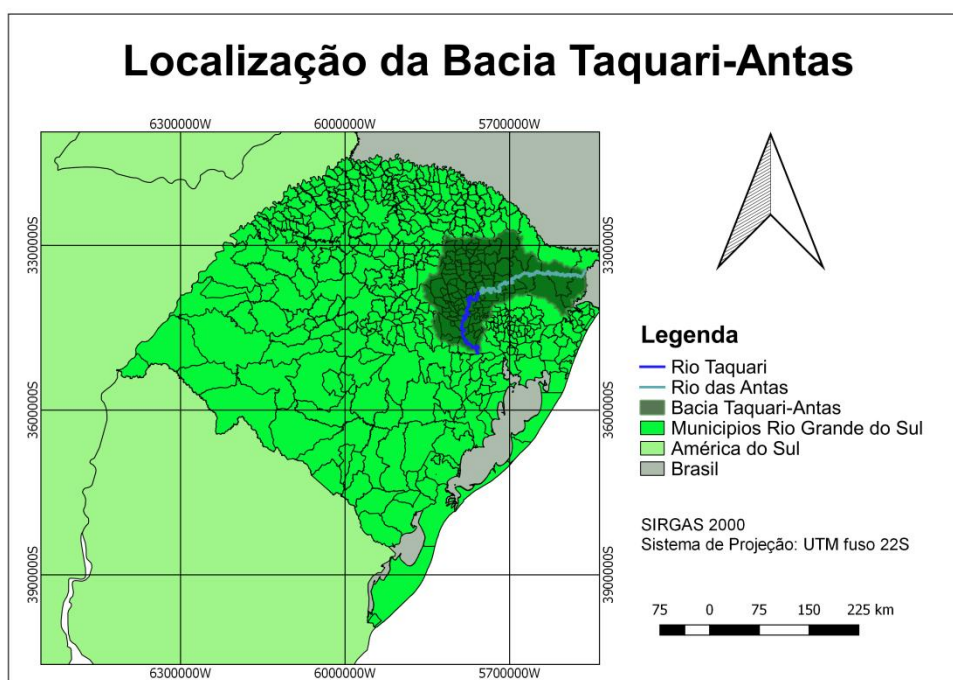


Figura 4. Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas. Fonte: A autora

A área ocupada por uma ampla variedade de cultivos agrícolas é maior do que um milhão de hectares, causando problemas referentes a utilização de agrotóxicos e adubos químicos, aos processos erosivos, com consequente aumento da turbidez, e ao assoreamento. Os solos da bacia foram analisados e demonstraram fortes limitações quanto aos aspectos pedológicos para o

desenvolvimento da agricultura de forma mais intensa, tais como restrições quanto a fertilidade e as variações na profundidade do perfil, limitações ligadas ao relevo ou a drenagem e alto risco de erosão (FEPAM, 2015).

A região do Vale do Taquari localiza-se na região centro-leste do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas UTM Zona 22S 6.695.000 N, 350.000 E e 6.830.000 N, 450.000 E. Como apresentado na figura 5, essa região é constituída por 37 municípios que apresentam área territorial de 486.905ha e população total de 356.002 habitantes (IBGE, 2014). A maioria dos municípios tem sua economia baseada na atividade primária de cunho familiar.

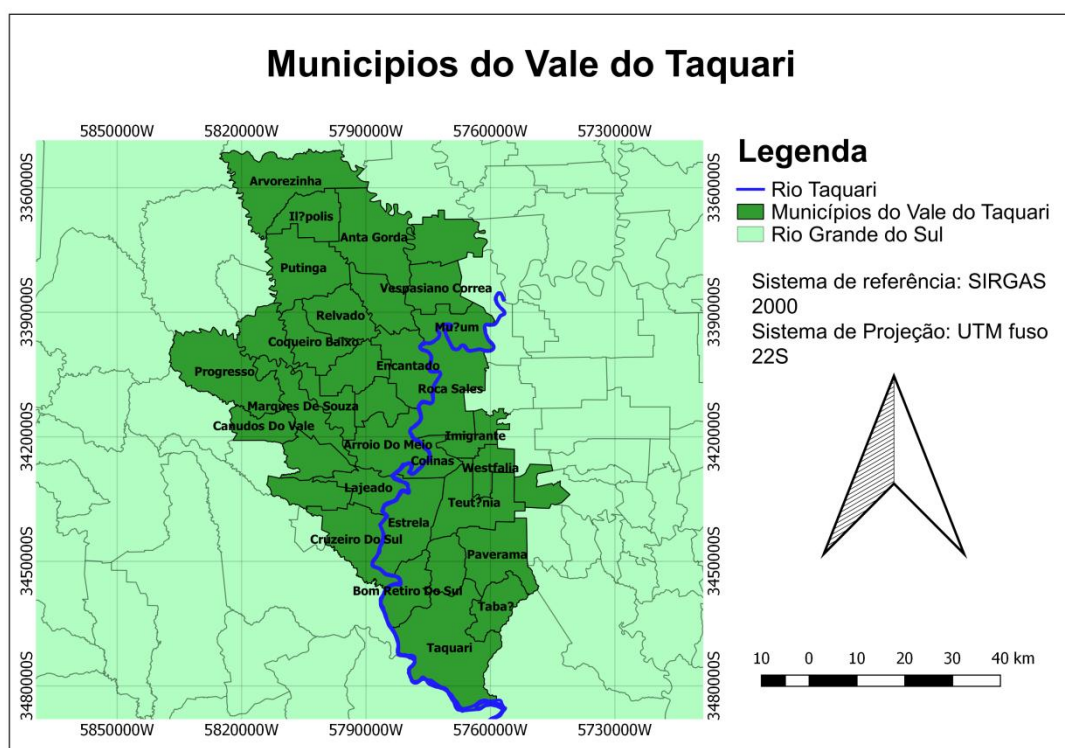


Figura 5. Municípios do Vale do Taquari. Fonte: A autora

Após o município de Muçum o Rio Taquari corre na direção norte-sul, apresentando apenas pequenas variações no nível no seu curso, descendo cerca de 25 metros de altitude em 140 quilômetros de extensão, até desembocar no rio Jacuí, junto a cidade de Triunfo (FERRI, 1991). Este trajeto, após o município de Muçum, é denominado baixo curso, ou região inferior, do Rio Taquari-Antas e contem margens consideradas pouco elevadas, ficando sujeitas a periódicas inundações (FERRI, 1991). De acordo com os dados disponibilizados pela FEPAM 2015, a média da vazão do rio Taquari, no município de Muçum é de 321 m³/s no período de 1940 a

1982, sendo que as vazões máximas chegaram a 10.300 m³/s, enquanto as mínimas entre 10 e 20 m³/s.

A região do Vale do Taquari apresenta características fisionômicas muito particulares: parte dela está localizada na encosta inferior do Planalto Meridional, outra na Depressão Central Gaúcha e outra na região conhecida como Campos de Cima da Serra. A área localizada na encosta inferior do Planalto Meridional é caracterizada pelo escarpamento acentuado devido à dissecação provocada pelo curso inferior do rio Taquari, formando assim pontos de grande aclave e porções com os típicos morros testemunhos (FEPAM, 2015).

A área em questão contém ampla e densa rede de drenagem, como representada na figura abaixo, onde é possível identificar uma diversidade de rios sendo o rio Taquari, que dá o nome à região, o mais representativo. Os demais rios apresentam uma largura que varia de 15 a 50m. São eles: rio Forqueta, rio Fão, rio Guaporé e rio Carreiro. Entre os arroios de segunda ordem, destacam-se: arroio Forquetinha, arroio Jacaré, arroio Sampaio, arroio Castelhana, arroio Santa Cruz, arroio Potreiro, Arroio Estrela, arroio Boa Vista, arroio da Seca, arroio Augusta e o arroio Zeferino, os quais são identificadas larguras que varia de 10 a 15m. Os arroios de primeira ordem compreendem córregos e cursos de água com largura que varia de 1 a 10m. (REMPEL, 2015)

O comprimento do rio Taquari, no Vale do Taquari, é de 156,65km, com largura média de 150 metros, ocupando uma área de 4.177,00ha. Por meio do Porto de Estrela, o rio Taquari liga por via fluvial a região do Vale do Taquari ao Porto de Rio Grande. A identificação de uso e ocupação do solo no Vale do Taquari caracterizada de dez tipos sendo eles: floresta estacional decidual, floresta ombrófila mista, floresta industrial, vegetação secundária, campos (nativos e antrópicos), agricultura, solo exposto, água, área urbana. (REMPEL, 2015)

Nesta área não apresenta concentrações urbanas consideráveis. Apesar de não ter cidades de grande porte, a região contém, na sua porção central, várias cidade de porte médio localizadas muito próximas umas das outras. Os principais adensamentos urbanos são os das cidades de Lajeado, Estrela, Taquari, Teutônia, Encantado, Arroio do Meio, Bom Retiro do Sul e Cruzeiro do Sul. Todas as cidades, com exceção de Teutônia, localizam-se as margens do Rio Taquari. (REMPEL, 2015).

A região do Vale do Taquari contém uma série de problemas relacionados aos impactos causados pelas inundações. As inundações sempre foram recorrentes ao longo de toda a região hidrográfica, uma vez que os rios afluentes são caracterizados por intensas e bruscas variações das vazões (FERRI, 1991).

As grandes variações da vazão da bacia decorrentes de chuvas contínuas, distribuídas em áreas grandes da bacia, acumulam rapidamente altos volumes de água que propagam com grande velocidade rio abaixo, dessa maneira, as principais inundações nesta região estão associadas com o extravasamento das águas do Rio Taquari, em períodos de altos volumes de chuva. Na região do baixo curso do Rio Taquari, onde está localizado Lajeado, são observados os maiores danos causados pelas inundações, principalmente pela alta concentração de núcleos urbanos às margens do rio (FERRI, 1991).

A área de estudo deste trabalho, constitui-se na área urbana do município de Lajeado situada a margem direita do Rio Taquari, onde deságuam os arroios que percorrem a área urbana da cidade, sendo eles o Engenho e o Saraquá. Na região central da cidade, localiza-se o centro comercial e administrativo da cidade, enquanto as regiões nordeste e sudoeste consistem em áreas residenciais.

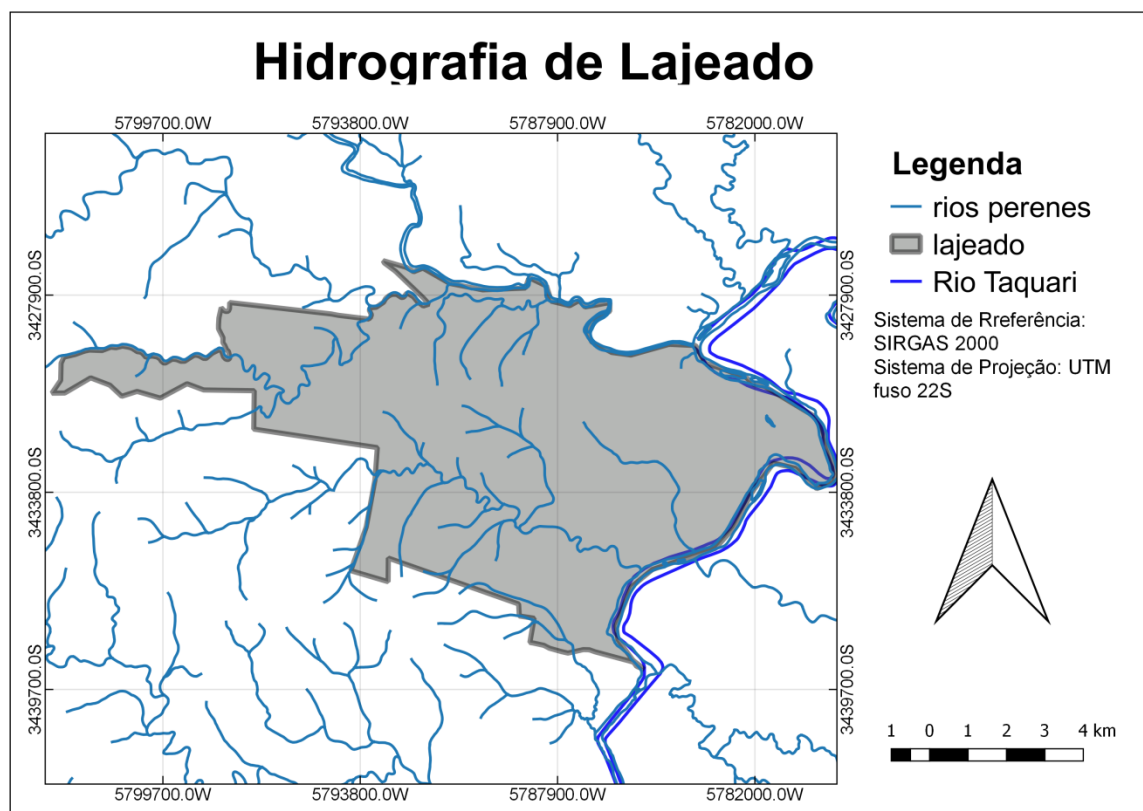


Figura 6. Hidrografia de Lajeado. Fonte: A autora

Em Lajeado, as inundações são registradas desde a sua fundação datada em 1855. Devido ao crescimento populacional e a expansão urbana dos últimos anos em áreas susceptíveis a inundações os danos associados a sua ocorrência se intensificaram. (ECKHARDT, 2008). Neste contexto, o presente trabalho visa realizar um levantamento histórico das principais inundações da cidade, levando em consideração a cota do rio e os danos causados às pessoas e ao município, bem como caracterizando as áreas que foram inundadas durante o evento. Além disso, demonstra a importância de se registrar a ocorrência de desastres naturais na escala municipal, esses registros mostram-se de fundamental importância no gerenciamento de qualquer tipo de desastre natural.

4.2 Procedimentos metodológicos

Para atender os objetivos deste estudo, foi realizado, inicialmente, o levantamento das maiores inundações ocorridas no município de Lajeado, através da Série Histórica de Inundações desenvolvida pelo CIC (Centro de Informações Hidrometeorológicas) da Univates, medida no Porto Fluvial de Estrela, por meio da régua linimétrica instalada no próprio Porto, na qual é feita as medições do nível da água do rio. As medições foram organizadas em forma de tabela, conforme mostrado abaixo, e divulgadas pelo CIC. É preciso ressaltar que a inundação de 27/01/1946 não foi possível documentar pela falta de informações nos jornais em que foi pesquisado para se fazer este trabalho.

Por meio desse levantamento é documentado o nível máximo alcançado pelo rio Taquari se tornando um importante registro histórico das inundações que ocorreram no município de Lajeado. A tabela foi organizada de forma decrescente do nível máximo de inundação, sendo assim mais fácil a visualização das datas selecionadas para este estudo.

Tabela1: Nível Máximo das Inundações

Data	Nível máximo de inundação (m)	Data	Nível máximo de inundação (m)
06/04/1956	28,86	17/10/2005	22,95
06/05/1941	28,65	3/06/2002	22,4
27/01/1946	27,4	16/10/1990	22,1
03/10/2001	26,95	21/09/2015	22,1
21/07/2011	26,85	21/02/2003	21,8
27/10/2008	26,65	28/09/2009	21,75
02/06/1990	26,64	10/08/2009	21,55
18/07/1940	26,4	23/09/2010	21,55
22/08/1965	26,4	15/07/2015	21,35
20/09/1967	26,33	20/09/2012	21,25
22/07/2001	26,3	19/05/2005	20,94
24/09/2007	26,25	25/10/2003	20,73
18/11/1941	25,93	20/10/2014	20,49
25/09/1989	25,89	15/12/2003	20,38
05/08/1997	25,6	06/06/2014	19,89
29/06/1982	25,4	27/07/2006	19,86
28/05/1992	25,35	09/07/2003	19,65
12/09/1989	25,2	22/09/2013	18,69
10/07/1983	24,75	23/07/2007	18,66
10/08/2011	24,66	27/04/2010	18,3
11/07/2007	24,51	01/09/2005	17,35
12/09/2009	24,5	15/06/2005	17,32
15/09/1988	24,25	02/11/2007	16,55
05/01/2010	23,95	29/10/2005	15,77
20/05/1942	23,9	16/05/2007	15,72
25/08/2013	23,83	16/07/2004	15,17
13/10/2000	23,8	16/09/2004	14,09

Fonte: Adaptado de ECKHARDT, 2008.

Para analisar os impactos causados pelas inundações, além dos jornais, foram utilizados os formulários do AVADANs do município de Lajeado, organizados

pelo Conselho Municipal da Defesa Civil após a ocorrência das inundações. Os relatórios citados apresentam informações sobre as características da área afetada, as causas do desastre, os danos humanos, danos materiais (referentes as edificações e infraestruturas), danos ambientais e os prejuízos econômicos e sociais. O AVADAN apresenta uma avaliação conclusiva sobre a intensidade do desastre (ALVES, 2013).

Para o levantamento do histórico das inundações foi feito pesquisas no acervo dos jornais O Informativo do Vale e do extinto jornal O Alto Taquari da Biblioteca Pública de Lajeado realizando o levantamento das inundações das seguintes datas: 06/04/1956, 05/05/1941, 03/10/2001, 21/07/2011, 27/10/2008, 02/06/1990, como mostrado na tabela2.

Tabela 2. Inundações selecionadas na pesquisa

Data	Nível Máximo das Inundações (m)
06/05/1941	29,92
06/04/1956	28,86
02/06/1990	26,64
03/10/2001	26,95
27/10/2008	26,65
21/07/2011	26,85

Fonte: Adaptada de Eckardt, 2008.

4.3 Sistemas de Previsão e Alerta de Enchentes (SPAЕ) Lajeado

Analizando os problemas ocasionados pelas inundações na Região do Vale do Taquari, foi desenvolvido em 2002 o Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes (SPAЕ), tendo como gerenciadores e operadores o Centro de Informações Hidrometeorológicas da UNIVATES (KUREK, 2012). De acordo com Ferreira (2007) mesmo não sendo muito preciso devido às dificuldades quanto á captação e a modelagem de dados, os quais não supunham a influência dos rios tributários, mesmo assim o sistema disponibiliza resultados satisfatórios e reconhecidos por instituições como Agência Nacional de Águas (ANA) e a Defesa Civil do RS, considerando o SPAЕ, como pioneiro na aplicação deste tipo de tecnologias no Estado do Rio Grande do Sul.

O SPAЕ funciona da seguinte maneira, ele faz a avaliação da quantidade de água precipitada na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, o nível da água do

rio, faz a projeção de ocorrência e o alcance de uma determinada inundação e entra em contato com os Conselhos Municipais de Defesa civil (ECKHARDT, 2008). A abrangência do SPAE contempla 10 municípios que margeiam o Rio Taquari: Lajeado, Estrela, Arroio do Meio, Cruzeiro do Sul, Colinas, Roca Sales, Encantado, Muçum, Bom Retiro do Sul e Taquari (FERREIRA, 2007).

Em 2012, o SPAE recebeu um grande auxílio de recursos, pelo projeto “Revitalização da Infraestrutura e Aperfeiçoamento do Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes do Vale do Taquari”, que trouxe a possibilidade de implantação de uma nova rede de equipamentos para o monitoramento da chuva e o nível dos rios ao longo da Bacia Hidrográfica Taquari Antas, com operação em tempo real e de forma automatizada. (MORAES, 2015).

4.4 Mapeamentos dos locais afetados pelas inundações

Após a análise das áreas de alagamento noticiadas nos jornais O Informativo do Vale e A Voz do Alto Taquari e das informações disponibilizadas no Sistema Integrado de Informações de Desastres Naturais (S2ID), os locais afetados pela cheias foram associados com o Modelo Digital do Terreno, disponibilizado por Eckardt (2012), onde por meio dos dados altimétricos SRTM foi extraído as curvas com suas respectivas alturas elipsoidais correlacionando com os pontos atingidos. Os dados SRTM são uma importante ferramenta para a diferenciação das unidades de relevo, sendo empregado para o mapeamento geomorfológico, nesta pesquisa os dados SRTM de 30m de 1 arco de segundo. Com isso foi correlacionado com o nível alcançado pelo rio Taquari na régua de medição localizada no Porto de Estrela. Esse levantamento foi feito utilizando ferramenta Qgis.

Depois de demarcada as áreas e da altitude do terreno dessas áreas, foi feito uma caracterização da região afetada, o poder aquisitivo dos moradores que residem atualmente nessas áreas. A amostragem da coleta de dados foi baseada nas cinco classes socioeconômicas adotadas pelo Critério Brasil (ABEP).

O número de imóveis e pessoas que residem foi feita pela base de dados do IBGE, através da pesquisa de CENSO 2010. Pois a partir desse ultimo censo que iniciou pesquisas sobre pessoas e imóveis em situações de risco em Lajeado. Este

trabalho tem como meta contribuir para o município traçar estratégias de investimentos, otimizando medidas a serem propostas aquelas já existentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho, foram analisados os seis maiores eventos que ocasionaram inundações no perímetro urbano de Lajeado, as datas pesquisadas foram 06/05/1941; 06/04/1956; 03/06/1990; 03/10/2001; 27/10/2008; 21/07/2011, organizadas em ordem decrescente de nível máximo de inundação, para melhor organização das datas a serem pesquisadas. A relação existente entre as principais áreas afetadas pelas inundações foi feita de acordo com as notícias publicadas nos jornais O Informativo do Vale e A Voz do Alto Taquari e através dos Relatórios AVADANs emitidos pela Defesa Civil. O levantamento do número de residências e de pessoas morando nessas áreas foi feito com base nos dados do CENSO 2010 elaborado pelo IBGE.

5.1 Eventos de 06/04/1956

Na edição do jornal Voz do Alto Taquari de 26 de Abril de 1956, relata como foi a inundação em Lajeado, que em poucas horas transformou-se numa grande Veneza. As várzeas, plantações, ruas, edifícios, casas comerciais, residências particulares, tudo que se encontrava ao alcance da violência das águas foi atingido. Diversas ruas do centro da cidade ficaram inundadas, principalmente a rua Silva Jardim, onde há diversos estabelecimentos comerciais como as duas agências Ford e Chevrolet, mostradas na Figura 4, na qual pode-se ter uma dimensão da altura da água. Os prejuízos foram calculados em vários milhões, famílias sem lar foram contadas em dezenas, casas desaparecidas também.



Figura 4: rua Silva Jardim. Fonte: jornal A Voz do Alto Taquari.

A lavoura teve perdas enormes, uma vez que as plantações se encontravam em várzeas costeiras do rio. O milho ficou reduzido a nada, este que estava sendo considerada uma grande fonte de renda pra o ano. O governador do Estado solicitou ajuda ao Presidente da Republica, expondo ao mesmo a situação dos vitimados pela enchente do rio Taquari.

5.2 Eventos de 06/05/1941

Na edição de 6 de outubro de 2001 o jornal Informativo do Vale trás informações sobre a enchente que ocorreu em maio de 1941, neste é relatado como sendo uma das piores enchentes da qual se tem registrado. O rio Taquari, normalmente com 13 metros alcançou 29,92 metros. As águas cobriram a Rua Silva Jardim, até onde estão localizados hoje os prédios dos antigos Correios e Fórum como mostrado na figura 7.

Ainda nessa mesma edição o jornal trás uma foto (figura 5), na esquina da Borges de Medeiros com Bento Gonçalves em frente a Praça Marechal Floriano, o antigo Hotel do Comércio, importante ponto da cidade na época, pela foto é possível observar a presença da população que assistia o avanço das águas.



Figura 5 Antigo prédio do Hotel do comércio.
Fonte O Informativo do Vale, 2001

Um importante registro histórico disponibilizado pelo site da ONG Aeplan do município de Estrela, vizinho a Lajeado que também registrou a inundação de 1941 como uma das maiores a atingir o município, pela figura 9, é possível observar a presença de curiosos na escadaria de Estrela para observar a altura do nível da água do rio Taquari, em outra foto (figura 10), é possível ver o nível normal do rio, tendo assim uma dimensão da inundação que ocorreu.



Figura 6. Rua Borges de Medeiros.
Fonte: O Informativo do Vale, 2001



Figura 7: Rua Silva Jardim.
Fonte: O Informativo do Vale, 2001



Figura 8. Inundação em 1941. Fonte o Informativo do Vale, 2001



Figura 9. Imagem do rio Taquari pela escadaria de Estrela RS.
Fonte: O Informativo do Vale, 2001.



Figura 10: Nível normal do rio Taquari.
Fonte: Google Street, 2018.

5.3 Eventos de 03/10/2001

A edição do Jornal informativo de 4 de Outubro de 2001 já noticiava a inundação do dia 3 como uma das maiores dos últimos tempos, diversos curiosos saíram as ruas para verem a altura que a água chegou, diversos moradores relataram que se fazia muito tempo que não tantas ruas tomadas pela água.

Em Lajeado foi decretado situação de emergência pelo prefeito Claudio Schumacher, diversos bairros tiveram grande parte de sua área tomada pelas águas, com a cobertura total das moradias ou inundações das mesmas, como f pode ser observao na figura 11. Os bairros mais atingidos foram Centro, Hidráulica, Conservas, Carneiros, Universitário, Moinhos, Santo Antônio, Morro 25 e Nações.

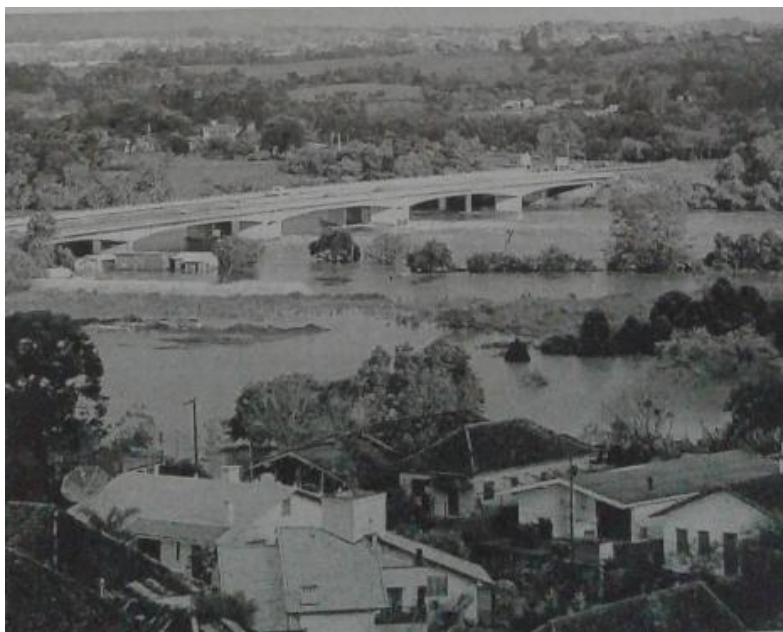


Figura 11 Imagem da ponte que liga Estrela a Lajeado,
Fonte: O Informativo do Vale, 2001.

O Levantamento feito por técnicos da Secretaria Municipal do Trabalho, Habitação e Assistência Social (STHAS) mostra que 48 residências foram danificadas e 22 completamente destruídas, como mostrado na figura 12, representando um prejuízo estimado em R\$224,6 mil. Cerca de 300 famílias desabrigadas foram transferidas de suas casas com a ajuda da prefeitura, e, destas, 102 foram alojadas em ginásios. Diversos prédios da região central da cidade, tiveram o primeiro andar inundado, deixando o restante dos moradores ilhados, como mostrado na figura 13.



Figura 12 Casa totalmente destruída.
Fonte: O Informativo do Vale, 2001.



Figura 13: Centro de Lajeado.
Fonte O Informativo do Vale, 2001

O relatório também aponta prejuízos causados nas lavouras num total de R\$14.504,00, segundo o levantamento da Secretaria Municipal de Agricultura e Emater. Foram prejudicadas culturas de milho e trigo em nove propriedades rurais, totalizando 51,8 hectares, aonde a estimativa de perdas chega a 80%. A edição do 27 de Outubro de 2001 do jornal Informativo do Vale alertava a população sobre as matas ciliares do Rio Taquari, a equipe da PATRAM acompanhou de perto os prejuízos causados pelas águas, com o tombamento de árvores e deslizamentos em áreas sem qualquer proteção.

Em Lajeado de acordo com a matéria do dia 5 de Outubro de 2001 a delegacia de Trânsito, assim como o Departamento de Policia da cidade e o 7º Distrito Regional de Policia, foi tomada pela enchente. O prédio, que tem um vão no primeiro andar, foi construído desta forma já prevendo futuras enchentes, mas ainda assim a água tomou arquivos da repartição (figura 14).



Figura 14 Delegacia ficou destruída.
Fonte: O Informativo do Vale, 2001.

5.4 Eventos de 27/10/2008

Na edição do dia 31 de Outubro de 2008 já se falava sobre o sistema de alerta que fica sob o comando da Univates, o qual poderia prevenir para que o socorro aos atingidos seja feito com antecedência. O sistema de alerta de enchentes foi criado em 2003 e contém um simulador que se torna possível saber quais serão os pontos mais atingidos da região de acordo com o nível do Rio Taquari, podendo assim definir atendimentos prioritários a população e está inoperante por causa de problemas na rede de equipamentos.

As prefeituras de Lajeado e Taquari decretaram situação de emergência em decorrência da enchente, em Lajeado 110 famílias ficaram desabrigadas e foram acolhidas em três ginásios. A enchente também provocou estragos em moradias e vias públicas, como pode ser visto pela figura 15, onde mostra toda a área do parque dos Dick submerso, a Defesa Civil calcula que o custo dos trabalhos de mudança dos atingidos e limpeza soma mais de R\$50 mil. Na figura 16 é possível ver os fundos da delegacia da Policia Civil já tomado pela água. Outro fato que causou tristeza na população de Lajeado foi que parte da barranca do Rio Taquari, no final da ciclovia desmoronou, levando consigo árvores centenárias.



Figura 15. Bairro Centro.
Fonte: O Informativo do Vale, 2008.



Figura 16. Bairro Centro
Fonte: O Informativo do Vale, 2008.

Conforme a edição do dia 28 de Outubro de 2008, o comportamento atípico das águas revelado nos anos passados, repetiu-se na região. Como seria de costume, as primeiras modificações no nível dos rios deveriam ser percebidas na parte alta do Vale do Taquari, e só depois sentidas nas demais cidades. No entanto antes da inundação o nível do Rio Taquari apresentava os mesmos índices em Encantado e Estrela. O bairro Hidráulica mais uma vez teve suas ruas inundadas, pode ser observado nas figuras 17 e 18, onde mostra as vias já tomadas pela água.



Fonte: O Informativo do Vale, 2008
Figura 17. Bairro Hidráulica.



Figura 18. Bairro Hidraulica.
Fonte: O Informativo do Vale, 2008.

Além dos tradicionais engarrafamentos no Centro de Lajeado, fruto da inundação das principais vias da cidade, o avanço das águas bloqueou pelo menos sete rodovias no Vale do Taquari. A RS-129 foi atingida em três pontos. A RS-130 em Cruzeiro do Sul e VRS-811, que liga Arroio do Meio a localidade de Forqueta. No entanto, o transtorno foi mais evidente no quilômetro 86 da RS-130, em Arroio do Meio. A cheia deixou pelo menos 5 mil casas sem energia elétrica nos municípios de Arroio do Meio, Estrela, Bom Retiro do Sul e Lajeado.

5.5 Eventos de 02/06/1990

Na edição do dia 06 de Junho o Jornal Informativo trás o relatório final dos danos provocados pela enchente em Lajeado. Segundo este levantamento foram destruídas 10 casas, todas elas levadas pela correnteza e outras 23 danificadas. A rede de esgoto pluvial também foi atingida devendo ser refeitos 550 metros lineares, enquanto que a pavimentação de ruas foi igualmente castigada, foram 5450 m² de paralelepípedos que foram arrancados. Também o aterro da ponte sobre o Saraquá necessitou de, no mínimo, 50 cargas de terra. A estimativa dos prejuízos causados pela cheia em Lajeado foi de R\$4.439.000,00.

O total de flagelados foi de 2.113 pessoas flageladas tendo a prefeitura atendido 176 famílias, muitas das quais já retornaram as suas casas. A situação mais critica era a da Vila São José, e toda a área adjacente ao Arroio Saraquá, bem como o Bairro Praia e a área entre o rio e o centro da cidade, pelas imagens 19, 20 e 21, é possível perceber boa parte do centro da cidade sendo invadido pelas águas. Os tradicionais matos de eucalipto, conhecidos como “o Mato dos Dick”, e o “Mato dos Irmãos Maristas” ficaram totalmente inundados.



Figura 19. Rua Julio de Castilhos, Centro.
Fonte: O Informativo do Vale, 1990.



Figura 20. Inundação no Centro.
Fonte: O Informativo do Vale, 1990.



Figura 21. Inundação no bairro Centro.
Fonte: O Informativo do Vale, 1990.

O bairro Praia, onde contém estabelecidos comércios de peso, foi um dos mais atingidos pela enchente, a ponto de alagar todas as ruas e a água invadir todas as lojas da rua Silva Jardim desde a Ponte do Saraquá até a esquina da Caixa Forte, interrompendo o acesso ao bairro Conservas. A própria ponte do Saraquá, foi coberta pelas águas, o que não chegou a acontecer no passado. Cerca de 15 famílias tiveram que ser evacuadas das margens do rio Taquari que residem no “Porto dos Bruder” e ao longo da rua Bento Gonçalves, mais adiante do Colégio

Estadual Castelo Branco, vinte famílias abrigadas em baixo de lona. Elas residiam na beira do rio e foram as ultimas a deixar suas casas.

5.6 Eventos de 21/07/2011

A água começou a subir às 3h da manhã em uma velocidade que surpreendeu os moradores do Bairro Centro (Praia e São José), os primeiros a serem atingidos. Além do Centro, os bairros, Hidráulica, Beira do Rio, Praia, Conservas e Jardim do Cedro foram afetados, como demonstrados nas figuras 22, 23 e 24. Com o rio 13 metros fora do leito, o socorro chegou de todas as formas, no bairro Centro (São José). A inundação comprometeu boa parte das residências das vias Beira Rio, Barão de Santo Ângelo e Francisco Oscar Karnal, onde houve a primeira interdição. A prefeitura estimou em R\$100 mil o valor dos investimentos para a recuperação e limpeza em consequência da enchente.



Figura 22. Inundação no bairro Conservas.
Fonte: O Informativo do Vale, 2011.



Figura 23. Carro quase submerso no bairro Praia.
Fonte: O Informativo do Vale, 2011.



Figura 24. Inundação no bairro Centro.
Fonte: O Informativo do Vale, 2011.

Um levantamento da Emater Regional, com base nas perdas das lavouras, estimou se que as águas tenham deixado seu pior rastro na produção de hortifrutigranjeiros. Os estragos alcançam 30% nas áreas que ficaram totalmente alagadas e 20% nos ambientes próximos a esses terrenos submersos em decorrência da grande umidade. As perdas só não foram maiores, porque a região não tem característica de produzir culturas de inverno, como o trigo e as colheitas de milho e soja já haviam sido feitas.

A edição do jornal Informativo do Vale do dia posterior a enchente já trazia informações sobre a enchente ocorrida no dia anterior, como os estragos e o número de desabrigados, em Lajeado que o nível da água ainda atingia 13 metros acima do nível normal mesmo mais de 24 horas da enchente, foram 55 famílias que tiveram que ser removidas, a maioria habitantes do bairro Praia.

5.7 Caracterizações dos Níveis das Inundações

A inundação ocorrida em 06 de Maio de 2008 registrada nessa data o nível máximo de inundação de 26,65 e a registrada no dia 06 de Abril de 1956 que atingiu a cota máxima de 28,86 são caracterizadas como magnitude máxima pelos padrões da AVADAN. Em 02 de junho de 1990 registrada na época a cota máxima de 26,64 é caracterizada como magnitude grande. Todos os registros foram feitos na régua de medição instalada no porto de Estrela. A relação dos prejuízos está baseada nos formulários de Avaliação de Danos – AVADAN que o Conselho Municipal da Defesa Civil emitiu para decretar o estado de emergência.

A partir de 2008, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (SI2D) começou a apresentar os locais e prejuízos de acordo com as informações disponibilizadas pela Defesa Civil do Município, apresentamos na tabela abaixo o resumo dos dados dos AVADANs referentes as inundações analisadas: 27 de Outubro de 2008 e 21 de Julho de 2011.

Tabela 6. Tabela AVADAN 2008.

Data da Inundação	Nível (m)	Danos humanos	Danos materiais	Danos Ambientais	Danos econômicos	Danos Sociais	Total de prejuízos do município (mil R\$)	Orçamento anual do município
			(mil R\$)	(mil R\$)	(mil R\$)	(mil R\$)		(mil R\$)
		Pessoas afetadas	Edificações	Infraestrutura				
27/10/2008	26,65	530	122	35.000	244.065,00	10.000	401.065	80.000.000,00
21/07/2011	26,85	720	820	-	820	-	820	124.000.000,00

Fonte: Defesa Civil

A inundação que ocorreu no dia 27 de outubro de 2008 em lajeado foi descrita no formulário do AVADAN como “enchente ou inundações graduais”. Atingindo a cota de 26,65 no porto de Estrela, o evento foi caracterizado com nível de intensidade “II”, porte “médio” e padrão evolutivo “gradual e previsível”. Foi definida como um evento de características típicas e já esperadas para esse tipo de fenômeno, como elevação gradual das águas no espaço de tempo em torno de 42 horas e lento retorno para o nível normal em aproximadamente 78 horas.

O evento de inundação que ocorreu 21/07/2011 apesar de ter registrado quase a mesma cota (26,85) foi caracterizada de forma diferente, vindo a ser, descrita como atípica, uma vez que a elevação das águas ocorreu de forma brusca e repentina. A elevação do nível da água foi registrada em 18 horas, tempo considerado bastante curto, enquanto o retorno ao nível normal se deu de forma gradual, sendo em 60 horas.

Essa característica fora do padrão está relacionada as enxurradas que ocorreram nas microbacias do rio Forqueta, onde elevados índices de precipitação caíram em um pequeno espaço de tempo causando uma das maiores inundações já registradas nesse rio. Essa contribuição feita pelo rio Forqueta, considerada maior que a chuva na bacia principal Taquari-Antas, que ocasionou a elevação abrupta das águas nos municípios a jusante do rio Forqueta.

Foi registrado no AVADAN “como enchente ou inundações graduais” sendo classificada como nível de intensidade “III”, porte “grande” e padrão evolutivo “gradual e imprevisível”. Segundo a descrição do relatório esse evento causou

danos e perdas totais em residências, prédios, empresas, indústrias, praças e interrupção do tráfego urbano.

5.1.6.2 Características dos Bairros Atingidos

Inicialmente, é de fundamental importância destacar que o dano ocasionado pela inundação está relacionado a ocupação daquela região, o crescente número de ocorrências de eventos com impactos negativos é associado a expansão populacional. Com base em um levantamento feito pela Defesa Civil de Lajeado, foi possível estimar o custo médio para atender a população durante um evento de inundação, estimado em R\$239,00 por família para cada dia.

Como mostra-se na figura 25, os locais que possuem áreas sujeitas à inundação são principalmente os adjacentes ao rio Taquari, arroio Saraquá, parque dos Dick (arroio Encantado) e arroio Engenho. O fato da ocupação da cidade ter tido início as margens dos rios e arroios dificulta a implementação de restrição a moradia nessas áreas visto que a ocupação já está consolidada.

Com relação às inundações em Lajeado, nenhum bairro tem sua totalidade atingida, cada bairro tem uma determinada área inundável. Como a população afetada é equivalente a área de inundação, foi pesquisado no levantamento feito por Fadel (2015) e nos dados da Prefeitura de Lajeado que dispõe de informações levantadas pelo Censo do IBGE 2010, informações dos totais de população e domicílios existentes nas áreas que apresentam inundações (figura 27), correlacionando também com as classes socioeconômicas (figura 26).

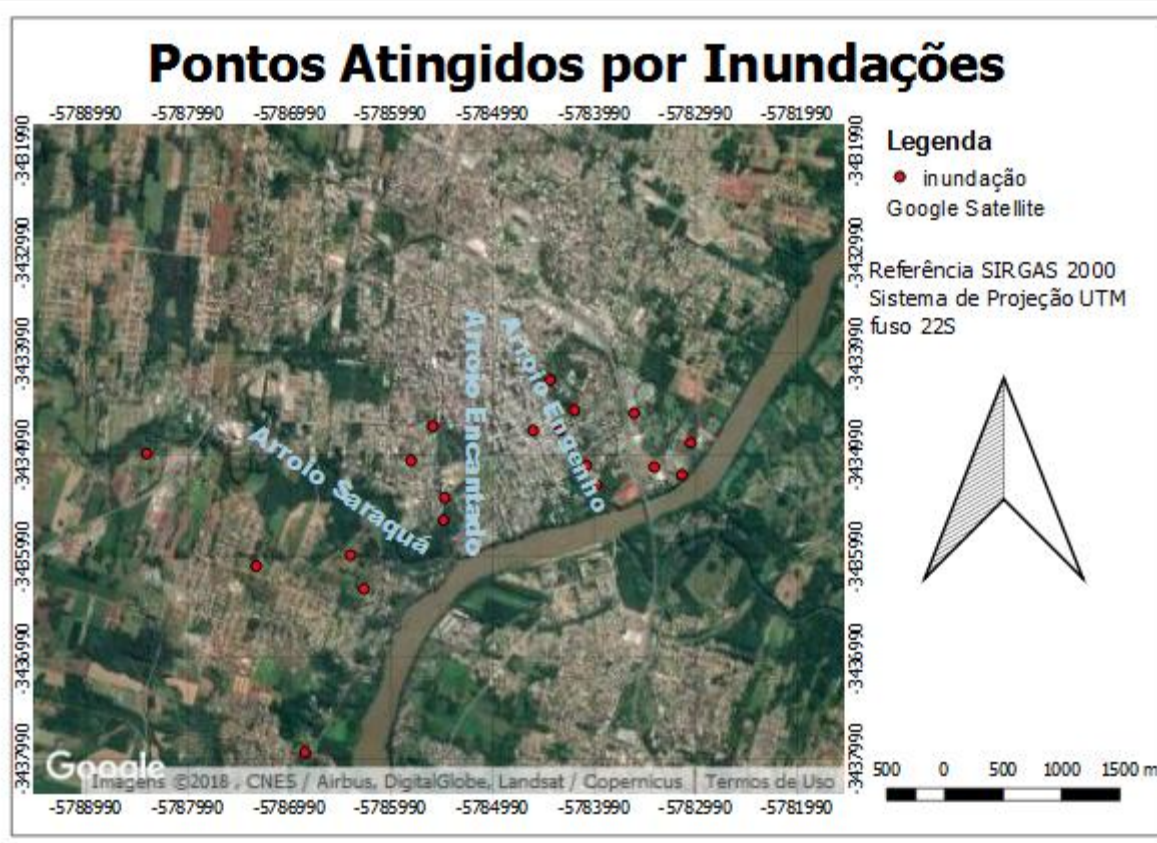


Figura 25. Principais pontos de Inundação. Fonte: A autora

O critério de divisão socioeconômica, foi baseada na mesma utilizada pelo CENSO do IBGE, sendo este:

Tabela 4. Classificação por Renda.

Classe	Renda familiar média (R\$)
A1	9733,47
A2	6563,73
B1	3479,36
B2	2012,67
C1	1194,53
C2	726,26
D	484,97
E	276,7

Fonte: Critério Brasil 2016

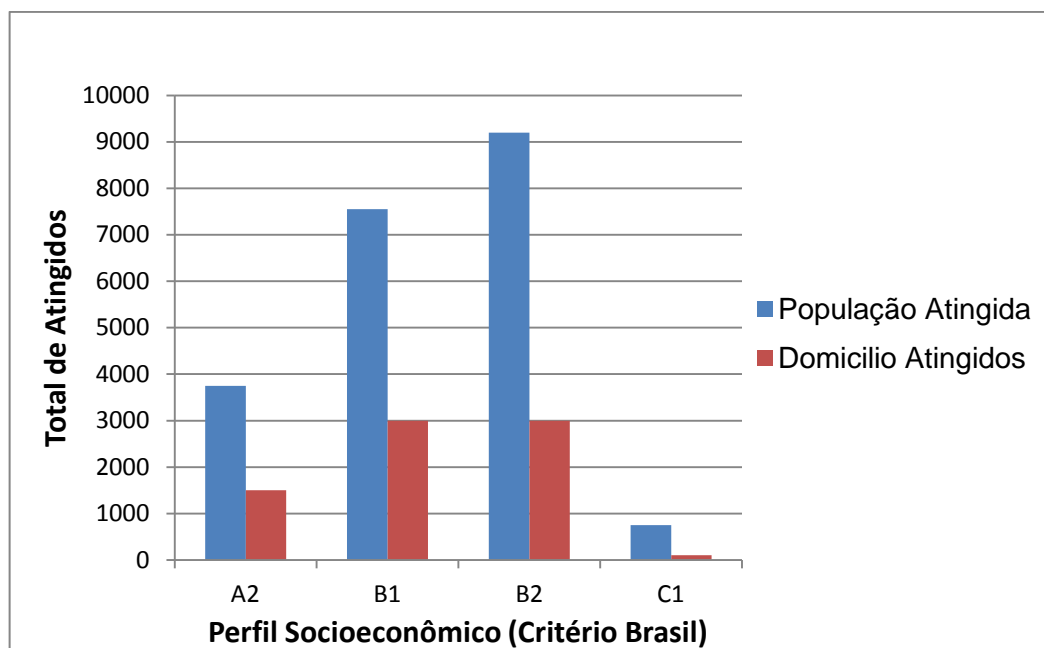


Figura 26 Perfil socioeconômico das Vítimas de Inundação.
Fonte: Fadel, 2015

Como demonstrado na figura 26, a população mais atingida tem uma renda salarial média de R\$2012,67. Por ser o bairro centro a mais atingida e por nessa área se concentrar pessoas de elevado poder aquisitivo, a média salarial se apresentou elevada, mas a cheia dos arroios ainda é o principal problema das famílias menos favorecidas e residentes dos bairros periféricos.

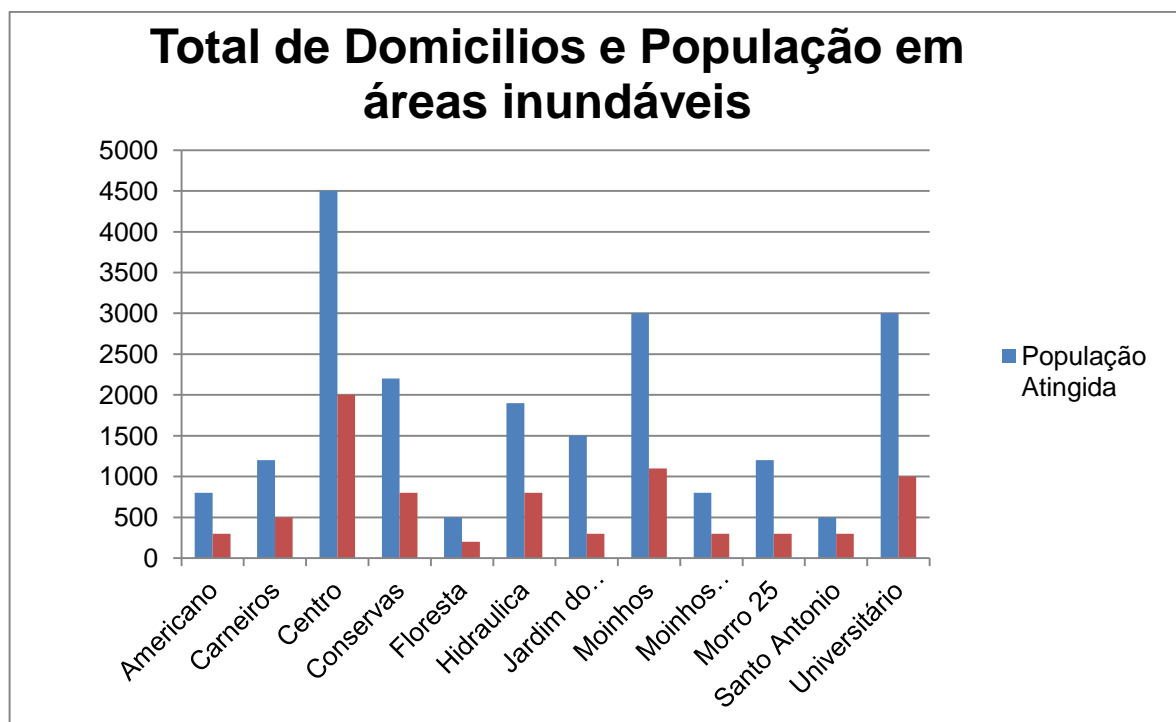


Figura 27 Total de Domicílios e População em Áreas de inundação.
Fonte: Fadel, 2015.

Como relatado nos jornais e pelos dados do IBGE, os bairros que possuem maior número de pessoas residindo em áreas susceptíveis a inundação são o Centro, Hidráulica, Moinhos e Universitário como demonstrado no gráfico da figura 27. No caso dos bairros Hidráulica, Moinhos onde as pessoas moram pela praticidade de ser perto do comércio e escolas, mesmo sendo em áreas de inundação, muitos consideram inviável ir morar em locais mais afastados. No bairro Hidráulica, por se situar as margens do arroio Engenho, acaba por sofrer as consequências de inundação sempre que seu nível se eleva.

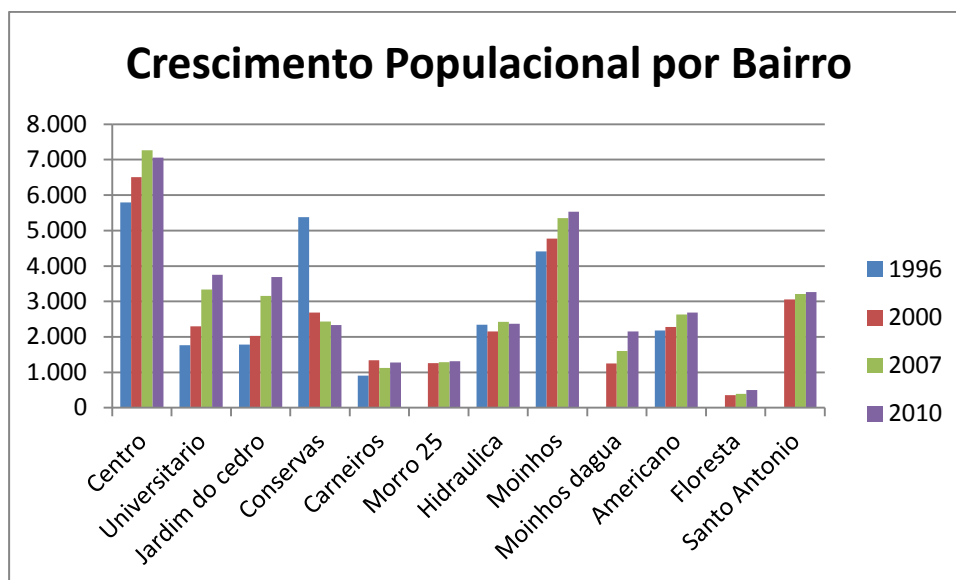


Figura 28. Crescimento Populacional nos bairros sujeitos a inundação.
Fonte: PML

O centro corresponde ao núcleo central do município, onde estão localizados o centro histórico, as sedes administrativas e maioria dos estabelecimentos comerciais e indústrias, se localiza na região do centro, a grande parcela das regiões alagáveis sendo elas o Praia e a Vila São José, sendo caracterizadas como áreas de pessoas de baixa renda, as inundações são atribuídas com a proximidade com os arroio Encantado, localizado no Parque dos Dick. Já as inundações que ocorrem na parte de alta renda (Americano e Moinhos) são atribuídas a elevação do nível das águas do arroio Engenho, mesmo canalizado, em épocas de cheia elevam suas águas provocando cheias em algumas partes dos bairros.

O bairro Universitário teve seu povoamento na década de 90, quando houve implementação do Centro Universitário UNIVATES, que estabeleceu o crescimento no entorno dessa área, especialmente através do surgimento de novos loteamentos residenciais. Grande parte do bairro está inserida abaixo da cota de 27 metros e são áreas sujeitas às inundações do Rio Taquari.

O bairro Santo Antonio e Morro 25 são os locais que mais possui ocupações irregulares e áreas com risco de inundações e erosões. Através do gráfico de crescimento populacional é possível observar que esses dois bairros vem apresentando um baixo nível de crescimento populacional graças a intervenções da prefeitura que vem restringindo construções nessas áreas.

Um dado que se pode observar com o gráfico é a diminuição da população no bairro Conservas, sendo atribuída a realocação de pessoas fora das áreas de risco, graças aos projetos, habitantes do bairro tiveram a chance de se mudar para áreas mais seguras.

Associando os dados obtidos nos exemplares dos jornais e os disponíveis nos AVADANs, com a curva de nível da cidade, foi possível observar que os locais de inundação não sofrem variação. Realizando a marcação dos locais que registraram inundação, foi possível gerar um mapa (Figura 29), mostrando que todos esses lugares estão abaixo de 40m de altitude elipsoidal, sendo muito propicio a sofrer com as cheias do Rio Taquari e seus afluentes, através do mapa também é possível observar que a área rural também é atingida.

A partir do mapa pode-ser confirmar os dados fornecidos pelo IBGE 2010, onde informam que o local onde tem a maior parte das pessoas e imóveis atingidos é o bairro Centro e Moinhos, lugares mais próximos dos arroios Saraquá e Encantado. Através dessas informações, esperamos contribuir para o melhor planejamento da ocupação da cidade de Lajeado.

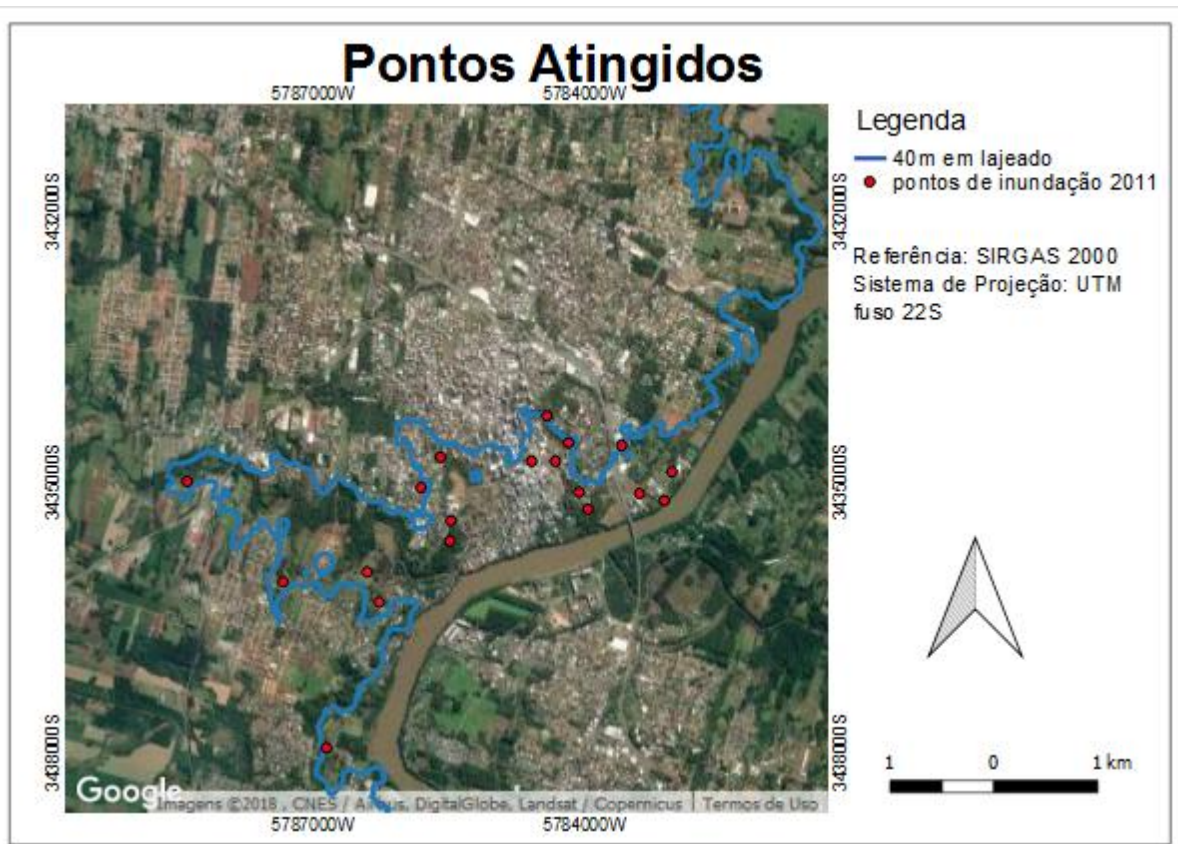


Figura 29. Pontos Atingidos em Lajeado. Fonte: A autora

6. CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho foi possível entender a magnitude das inundações que aconteceram no município de Lajeado. O levantamento feito nesta pesquisa, quanto aos maiores eventos já ocorrido, demonstrou as zonas de maiores suscetibilidades a inundações. Visamos em nossas análises contribuir com a criação dos mapas onde estão marcados os principais pontos atingidos, estimular a elaboração de planos de proteção e minimização dos riscos de inundações.

Os dados quanto às inundações foram coletados em visitas à Biblioteca pública de Lajeado, em que utilizamos dos jornais O Informativo do Vale e A Voz do Alto Taquari para obter fontes históricas do município. Nota-se que as inundações de grande magnitude sempre fizeram parte da história do município, assim como problemas recorrentes de falta de planejamento quanto à ocupação dos bairros e a especulação imobiliária dentro de áreas de alagamento.

A construção urbana da cidade em questão abrangeu lugares de maiores ocorrências de inundações, como os bairros Centro, Conservas, Hidráulicas e Moinhos que são os lugares mais próximos da planície de inundação dos arroios Saraquá, Engenho e Encantado e que estão abaixo da altitude elipsoidal de 40m. O levantamento feito também pode contribuir para o planejamento urbano do município de orientação a não ocupação das áreas abaixo desse nível. Contudo, cabe ao poder público assumir a sua responsabilidade perante a população. Políticas públicas são necessárias para tentar promover a ocupação ambientalmente correta destas áreas e combater os efeitos adversos das inundações.

A tendência do poder público é minimizar gastos com a retirada da população de áreas inundáveis para a redução de perdas, porém há formas mais eficientes de lidar com esse impasse. Torna-se necessário desenvolver ações embasadas em estudos científicos, para que a manutenção das pessoas seja feita e realmente reduzir assim, os problemas advindos das cheias na cidade e dessa forma utilizar do planejamento para minimizar os prejuízos.

As características naturais antecederam a construção dos bairros. As margens dos três arroios possuem características próprias, como as inundações comuns em suas margens, sendo possível a previsibilidade e controle da gestão estatal quanto

ao investimento em obras de contenção dos danos destes eventos, se precavendo de não agravar a situação em outros pontos da bacia. As inundações anteriores apontam quais são os bairros sempre atingidos, o que facilita a implantação de medidas para os moradores destes locais. Fica a cargo da parceria de habitantes e a administração pública da cidade, para que em longo prazo tornem os bairros mais seguros ou realoque as pessoas para outras áreas, evitando assim perdas humanas e materiais para o município. Enquanto as áreas de inundação forem negligenciados por parte dos órgãos públicos e privados, esses eventos continuarão afetando o município, podendo alcançar proporções maiores que as já registradas.

REFERÊNCIAS

A Voz do Alto Taquari, Jornal, Lajeado, RS, 26 de Abril de 1956

AGOSTINI, C.; GREVE, G. (org.). **Planejamento Estratégico Regional do Vale do Taquari**. Conselho de Desenvolvimento do Vale do Taquari (CODEVAT), 2009

Alves, A.; Bianchini, C. D.; Malheiros, M.; Quartieri, M. T.; Salvador P. F.; Eckhardt, R. R. **Correlação entre o nível atingido e os prejuízos causados pelas inundações do Rio Taquari no Município de Cruzeiro do Sul-RS**. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 5, n. 4,

AMARAL, Rosângela. RIBEIRO, Rogério Rodrigues. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; DO AMARAL. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. Instituto geológico, 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Brasília, 2011.

BOTELHO, S. A. Restauração de matas ciliares. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n.207, p.65-74, 2000. TEC/UNIVATES, 2013.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de textos, 2005. 302p.

CASTRO, A.S. **Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle quali-quantitativo do escoamento superficial urbano**. 2011. 142p. Tese (Doutorado programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR-RS.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p. Disponível em: <http://www.esdec.defesacivil.rj.gov.br/documentos/publicacoes_da_secretaria_nacional/6_desastres_naturais_voll.pdf

ECKHARDT, R. R. **Geração de Modelo Cartográfico Aplicado ao Mapeamento das Áreas Sujeitas às Inundações Urbanas na Cidade de Lajeado / RS**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2008.

FADEL. A. W. **Incorporação do Risco de Prejuízo no Gerenciamento de Medidas de Controle de Inundação**. Tese. (Mestrado programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015).

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS.
RioTaquari e Rio das Antas Disponível em:
<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/taquariantas.asp>>

FERRI, G. **História do Rio Taquari-Antas**. 1ª Ed. Encantado: Grafen, 1991.
 FERREIRA, E. R.; ECKHARDT, R. E.; HAETINGUER, C.; BOTH, G. C.; FAVA E SILVA, J.;

DIEDRICH, V. L.; AZAMBUJA, J. L. F. **Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes do Vale do Taquari - RS - Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e Tecnológicos (SIBRADEN), 2, 2007, Santos. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2007. Artigos, p. 85. CD-ROM.

FLINTSCH, G. B. A. **Prevenção das enchentes no Baixo Taquari, Estrela/Bom Retiro do Sul – RS**. Monografia (MBA Internacional em Gestão Ambiental). Porto Alegre, 2002. 54p.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. **Considerações sobre as inundações no Brasil**.
 SHIERHOLT, J. A. **Lajeado II: APEUAT – raízes do ensino superior**. Lajeado: J.A. Shierholt, 1995.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 2005, João Pessoa. **Anais...**Porto Alegre: ABRH, 2005.

GUASSELLI, L. A.; OLIVEIRA, G. G de; ALVES, R. de C. M. (orgs.) **Eventos Extremos no Rio Grande do Sul: Inundações e Movimentos de Massa**. Porto Alegre: Evangraf, 2013.

IBGE. Perfil dos municípios brasileiros: Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações. 2011.

KUREK, Roberta Karinne Mocva. **Avaliação do tempo de retorno dos níveis das inundações no Vale doTaquari/RS**. 2012. 90 f. f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, do Centro Universitário UNIVATES, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

MARCELINO, E. V. Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos. 40p.
INPE, Santa Maria, Brasil. Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18>, v. 80, n. 2008, p. 07.02, 2008.

MORAES, L. A. F. de; SANTOS, R. L. C. dos & SOBRAL, L. G. S. **Metodologia de aplicação do geoprocessamento na avaliação da contaminação de metal pesado em solo: estudo de caso em área confinada de indústria**. Série Gestão e Planejamento Ambiental SGPA – 07. Artigo técnico nº4, 2006

O Informativo do Vale, Jornal, Lajeado, RS, 6 de Junho, 1990

O Informativo do Vale, Jornal, Lajeado, RS, 4 de Outubro, 2001

O Informativo do Vale, Jornal, Lajeado, RS, 5 de Outubro, 2001

O Informativo do Vale, Jornal, Lajeado, RS, 5 de Maio de 2008

O Informativo do Vale, Jornal, Lajeado, RS 28 de Outubro de 2008

O Informativo do Vale, Jornal, Lajeado, RS, 31 de Outubro de 2008

OLIVEIRA, G. G. **Modelos para Previsão, Espacialização e Análise das áreas Inundáveis na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, RS.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2010.

PML. Prefeitura Municipal de Lajeado. Lei nº 7.650, de 10 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Lajeado. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-lajeado-rs>.

PINTO, N. L. S., HOLTZ, A. C. T., MARTINS, J.A., GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica.** 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1976. p.13-21.

SECULTUR – Secretaria de Cultura e Turismo de Lajeado. **Descobrimos Lajeado:** aspectos históricos, culturais, paisagísticos e muito mais... Caxias do Sul: Mercoplan, 1997.

SHIERHOLT, J. A. **Lajeado II: APEUAT – raízes do ensino superior.** Lajeado: J.A. Shierholt, 1995.

SILVA, J. G. D. Velhos e novos mitos do rural brasileiro. Estudos Avançados, v. 15, n. 43, p. 37-50, 2001

Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental; Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba - Manual de Drenagem Urbana** - dez. 2002

RABINDRA, O.; SHIGENOBU, T.; TOSCHIKAZU, T. **Flood hazard mapping in developing countries: problems and prospects.** Disaster Prevention and Management, v.17, n.1, p.104-113, 2008.

REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R. **Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari.** 2015

TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (org). Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 1, p. 11 – 23.

TUCCI, C. M. **Inundações urbanas** – Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos: 2007. 393p.

TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. 5ª reimp. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2013.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (ORG.) **Inundações Urbanas da América do Sul**. PortoAlegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 471p.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre:Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 428 p. (Coleção ABRH de RecursosHídricos).

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 558p.