

## PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO: UMA ANÁLISE DE ALAGAMENTOS EM SÃO LEOPOLDO, RS

*Gabriel Abelim da Silveira<sup>1\*</sup>, Bárbara Maria Giacom Ribeiro<sup>2</sup> & Carlos André Bulhões Mendes<sup>3</sup>*

**Resumo** – Nas últimas décadas, houve um grande crescimento das cidades, no Brasil, impulsionado por migrações da zona rural para a zona urbana, em vista de melhores condições de vida. Para acomodar tal contingente populacional, fez-se necessária uma série de investimentos em infraestrutura. Assim, devido à falta de planejamento que impera no Estado brasileiro, bem como às deficiências em leis e em programas governamentais, como o Minha Casa Minha Vida, esse processo acarretou uma série de problemas sociais e ambientais. Neste cenário, desenvolveu-se o bairro Feitoria, em São Leopoldo, o qual tem grande parte de suas habitações localizadas em uma planície de inundação, às margens do Rio dos Sinos. Na época das cheias do rio, ocorre um problema com a drenagem pluvial, que retorna pelos condutos, alagando grande parte deste bairro. O objetivo do trabalho é, portanto, a análise da drenagem pluvial, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, buscando apontar quais as causas dos sucessivos alagamentos no bairro Feitoria e possíveis soluções ao problema identificado.

**Palavras-Chave** – planície de inundação; refluxo de drenagem pluvial; válvula *flap*.

## FLOOD PLAIN: A WATERLOGGING ANALYSIS IN SÃO LEOPOLDO, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

**Abstract** – In the last decades, cities have grown considerably in Brazil, driven by migrations from the rural zone to the urban zone, with the population seeking for better living conditions. To accommodate such increase of population, a series of investments in infrastructure were required. Thus, due to the lack of planning that prevails in the Brazilian State, as well as deficiencies in laws and government programs, such as “My House, My Life”, this process has brought about a series of social and environmental problems. In this scenario, the Feitoria neighborhood was developed in the city of São Leopoldo, (Rio Grande do Sul state, Brazil) and a large amount of its dwellings is located in a floodplain, on the banks of the Sinos River. In the flood season, a problem occurs with the stormwater drainage, which returns by the conduits, waterlogging a great part of this neighborhood. This study aims, therefore, to analyzes the stormwater drainage, with the aid of geoprocessing techniques, in order to identify the causes of successive waterloggings in the Feitoria neighborhood and possible solutions to the identified problem.

**Keywords** – flood plain, stormwater drainage reflux, flap valve.

## INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XX, no Brasil, a busca por melhores condições de vida aliada à falta de políticas para fixação do homem no campo resultou em grande migração da zona rural para a urbana. Essa urbanização foi realizada de forma muito acelerada, entretanto, o planejamento urbano brasileiro não foi ágil o suficiente para acompanhar o vertiginoso crescimento dos centros urbanos. A falta de planejamento implicou em uma infraestrutura escassa e ineficiente, incapaz de suprimir o

<sup>1</sup> \* Gabriel Abelim da Silveira, Engenheiro Civil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), gabriel.abelim@gmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), barbara.giacom@ufrgs.br

<sup>3</sup> Professor Titular do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mendes@iph.ufrgs.br

aumento populacional das cidades. Dessa forma, os centros urbanos desenvolveram-se de maneira desorganizada, culminando em sérios desequilíbrios sociais e problemas ambientais (Oliveira; Santos, 2012). Em virtude disso, faz-se cada vez mais necessário investir em infraestrutura para as cidades. Todavia, este processo é dificultado pela carência de estudos técnicos para a viabilidade de empreendimentos numa dada localidade, de forma a causar baixo impacto ambiental, o que vêm resultando em construções em locais impróprios e habitações irregulares (Vieira Filho et al., 2013).

Além disso, “Cabe registrar que as cidades, como alvo de políticas públicas, são tratadas de forma ampla, quando deveriam ser encaradas em suas especificidades e complexidades.” (Akaishi, 2011, p. 45). Como consequência, verifica-se a ausência de arcabouço jurídico-institucional que contemple as características e o contexto relativos aos pequenos municípios, dificultando a confecção de normas e diretrizes passíveis de orientar o seu desenvolvimento. Com relação ao Estatuto das Cidades, por exemplo, sua aplicabilidade é voltada basicamente ao combate à especulação imobiliária e a inversão do padrão excludente do mercado imobiliário formal, visando reparar as distorções do crescimento urbano, as quais são características de grandes centros urbanos. Assim, as pequenas cidades ficam excluídas de sua aplicabilidade.

Quanto aos Planos Diretores, devido à sua complexidade, mesmo em grandes municípios de maior institucionalização e de mais recursos financeiros, surgem inúmeros entraves que dificultam a sua aprovação e aplicação. Consoante a esta situação, nos municípios de menor porte, com limitadas condições financeiras e corpo técnico, a aplicabilidade do Plano Diretor é uma tarefa muito difícil, já que diversos desses municípios se quer possuem uma quantia mínima de informações pertinentes as suas próprias características, impossibilitando a elaboração de projetos para o seu planejamento urbano. Além disso, ressalta-se o fato de que também não se fazem presente, na maioria dos pequenos municípios, ferramentas como a Lei de Ocupação e Uso do Solo, Lei de Perímetro Urbano, Lei de Zoneamento, Código de Obras, as quais são significativas para a confecção de um adequado planejamento urbano. A ausência, por exemplo, de Lei de Perímetro Urbano acarreta em uma expansão desmedida da área das cidades, dificultando a cobertura adequada de infraestrutura para as habitações localizadas à periferia dos centros urbanos, agravando as condições de vida desses moradores (Akaishi, 2011).

Em meio a esta conjuntura, baseando-se fundamentalmente em interesses políticos e imobiliários, sucedeu-se o desenvolvimento da política urbana brasileira, que é responsável por segregar à periferia das cidades os seus habitantes de mais baixa renda, intensificando as desigualdades sociais do país. Essa política acaba refletindo-se, inclusive, em programas habitacionais de moradias populares como o Minha Casa Minha Vida (MCMV), que oferece baixa qualidade para as habitações, as quais se localizam em regiões de insuficiente infraestrutura (Nascimento; Tostes, 2011; Rolnik; Klink, 2011).

Um dos principais problemas ambientais que sofre o território brasileiro são os alagamentos e inundações, os quais, em geral, são causados pela falta de planejamento urbano que se reflete em um inadequado gerenciamento da drenagem das cidades (Tucci, 2015). O bairro Feitoria, de São Leopoldo, que apresenta diversas habitações em área pertinente à planície de inundação do Rio dos Sinos (inclusive com moradias do MCMV), faz parte deste contexto. Durante o período de cheias do Sinos, além da inundação das residências existentes à margem do rio, ocorre um refluxo da drenagem pluvial que acaba por alagar várias casas deste bairro, localizadas mais à montante. Assim, em razão dos diversos fatores de ordem política, legislativa e social envolvidos, o objetivo principal do trabalho é analisar a ineficiência da drenagem pluvial da área em questão, baseado em sua topografia, características de solos e em dados de série histórica de cotas fluviométricas máximas, com o intuito de apontar quais as causas dos frequentes alagamentos a que é acometida, indicando uma possível solução para a redução dos alagamentos frente ao problema de refluxo pluvial existente.

## **RELAÇÃO ENTRE REFLUXO DE DRENAGEM PLUVIAL E VASOS COMUNICANTES**

Na concepção de um projeto para um sistema de drenagem, pode-se optar tanto pela confecção de canais abertos quanto por fechados. Caso ocorra um evento de chuva cuja intensidade seja superior

àquela prevista em projeto, no caso de canais abertos, a água extravasa por sua seção, gerando alagamentos. Já, no caso de canais fechados, com o afogamento de sua seção transversal em função do aumento de nível dos rios, ocorre refluxo da água da chuva. Este refluxo é responsável por intensificar os alagamentos, dado que, com o afogamento da seção, o canal acaba operando como um conduto forçado, propagando o efeito de remanso de jusante para montante, para manter o equilíbrio no sistema. Assim, a água escoada retorna com força, causando mais alagamentos (Fendrich; Malucelli, 2015).

De acordo com Stevin, o Princípio de Vasos Comunicantes é regido pelo o fenômeno denominado de “paradoxo hidrostático”. Neste fenômeno, a pressão ao fundo de dois recipientes abertos, interligados e contendo o mesmo líquido, é exatamente igual. Desta forma, pode-se definir um sistema de vasos comunicantes como um conjunto de vasos contendo o mesmo líquido e todos interligados e submetidos à pressão atmosférica, de tal forma que, em cada ramo deste conjunto, o líquido atingirá a mesma altura para manter o equilíbrio de pressões (Ferreira, 2010).

Pode-se, então, assumir que um sistema de macrodrenagem comportasse de forma análoga a um sistema de vasos comunicantes, explicando o fenômeno de refluxo da drenagem pluvial na época de cheias dos rios (Comunello, 2001). Cidades como São Leopoldo (no bairro Feitoria), Teresina (Piauí) apresentam este refluxo pluvial (ilustrado na Figura 1) que se faz presente, também, na cidade de Santarém (Pará), durante as cheias do Rio Tapajós.

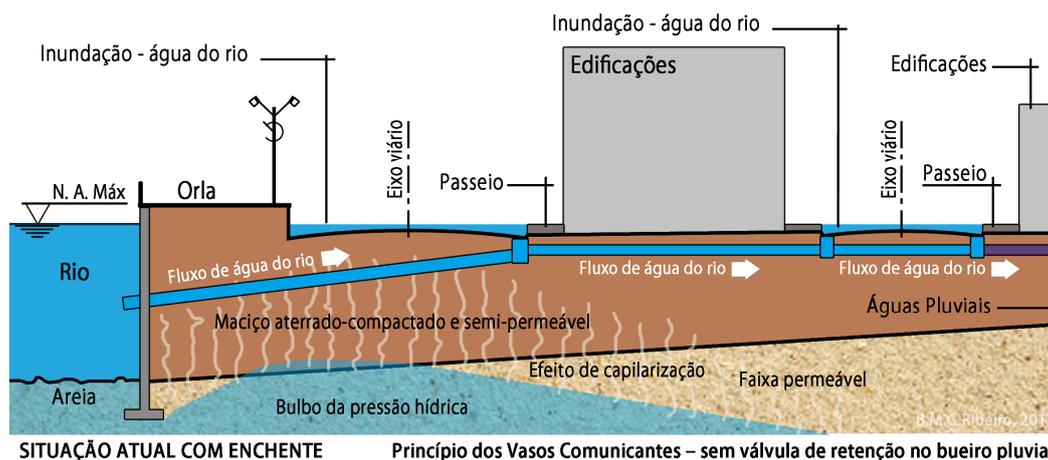


Figura 1 – Refluxo de drenagem, baseado no Princípio de Vasos Comunicantes, em Santarém, no Pará, nas cheias do Rio Tapajós. Fonte: elaboração própria (2017).

## VÁLVULAS FLAP

Para impedir o refluxo pluvial em canalizações, durante os eventos de cheias ou de marés, é amplo o emprego de válvulas *flap* (Figura 2), que permitem manter um fluxo unidirecional. Essas válvulas servem tanto para a micro quanto para a macrodrenagem, sendo instaladas na saída dos dutos, evitando efeitos de refluxo em diversas situações, como por exemplo, em estações de bombeamento; reservatórios de detenção *off-line*; áreas planas protegidas por diques; em pontos de baixa altitude de canais e galerias pluviais; em condutos de à beira mar, com significativo efeito de marés (Hydrostec Tecnologia e Equipamentos LTDA, 2015; Rezende, 2010).

As válvulas *flap* são feitas de aço carbono, material leve e resistente, capaz de proporcionar uma perfeita estanqueidade, sendo disponibilizada em diversas dimensões e pode ser fixada nas tubulações por meio de flanges ou fixas em paredes de concreto. Para garantir o fluxo unidirecional, recomenda-se que, após a instalação, a válvula mantenha-se com uma inclinação de 10 graus em relação a um plano vertical (Hydrostec Tecnologia e Equipamentos LTDA, 2015). As válvulas devem sempre estar desobstruídas e com suas juntas em boas condições de estanqueidade; seus pinos devem estar lubrificados para garantir seu movimento de abre e fecha, sendo recomendado realização de manutenção periódica ao menos uma vez ao ano.

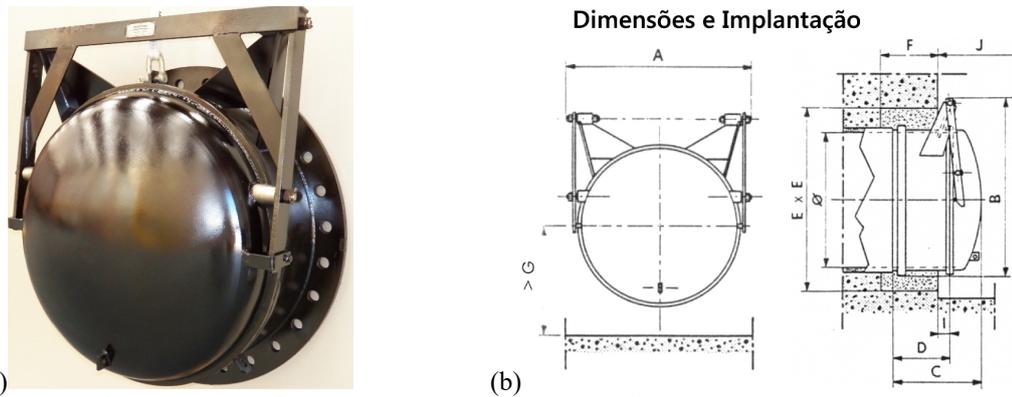


Figura 2 – (a) foto de válvula *flap* e (b) representação em vista frontal e corte para embutimento.  
 Fonte: Hydrostec Tecnologia e Equipamentos LTDA (2015, p. 2)

### ESTUDO DE CASO: BAIRRO FEITORIA, EM SÃO LEOPOLDO

O bairro Feitoria da cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, apresenta deficiências na sua rede de drenagem pluvial que provocam alagamentos, além de apresentar boa parte de sua área inserida na planície de inundação do Rio dos Sinos. O município de São Leopoldo está situado na região de menores altitudes da Bacia do Sinos (Baixo Sinos) e pertence à grande Porto Alegre, fazendo fronteira com as cidades de Novo Hamburgo, Sapucaia do Sul, Portão e Estância Velha. A representação geográfica de São Leopoldo, bem como do bairro Feitoria, é indicada pela Figura 3.

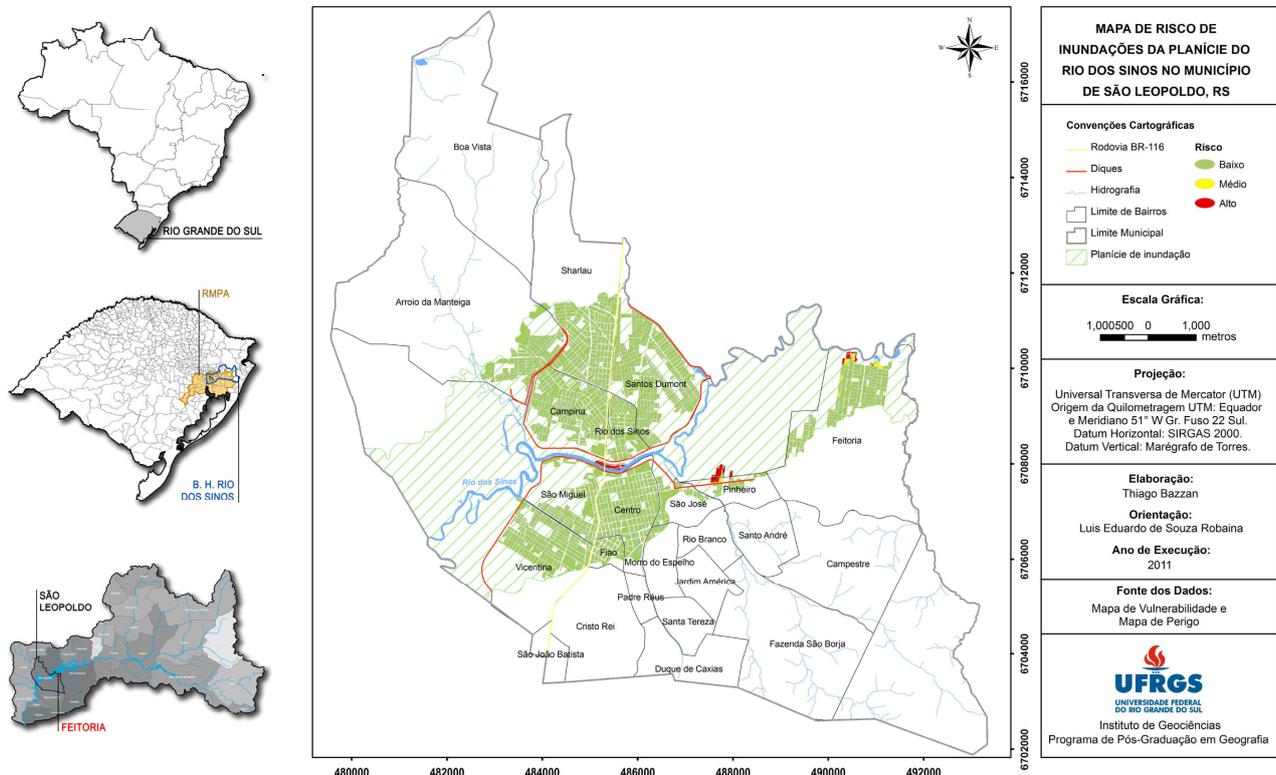


Figura 3 – À esquerda, macrolocalização da área de estudo e, à direita, áreas de risco de inundação em São Leopoldo.  
 Fonte: elaboração própria (2017); Bazzan (2011, p. 116)

A cidade de São Leopoldo teve um crescimento que se deu de maneira rápida e desordenada, visando a ocupação de regiões próximas ao Rio dos Sinos, o qual era de grande importância ao desenvolvimento da cidade. Em virtude das baixas altitudes de São Leopoldo às margens do Sinos, diversas moradias estão contidas em sua planície de inundação. Desta forma, diversas áreas do município são suscetíveis às inundações durante os períodos de cheias, especialmente os bairros não

contemplados com o sistema de diques existentes em São Leopoldo. Dentre estes bairros, o Feitoria encontra-se em uma das regiões que apresentam os mais elevados riscos de inundações, conforme demonstrado pela Figura 3. Além disso, a grande maioria dos solos presentes ao longo do Rio dos Sinos (em São Leopoldo: Gleissolos e Cambissolos) favorecem a ocorrência de eventos de inundações e alagamentos nas cidades localizadas ao longo de suas margens, especialmente na região do baixo sinos, onde encontra-se São Leopoldo (Streck et al., 2008; Paz, 2011).

## METODOLOGIA

Para análise da drenagem pluvial do bairro feitoria, em São Leopoldo, utiliza técnicas de geoprocessamento, com o auxílio do *software* SAGA-GIS, para delimitar a Bacia do Sinos, a partir de dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), de 1 arco-segundo (aproximadamente, 30 metros por 30 metros, em cada célula), disponibilizados pela plataforma *Earth Explorer* (NASA, 2015). Delimitada a bacia, extraíram-se suas características morfométricas e delimitou-se a planície de inundação do Rio dos Sinos. De posse destes resultados, foi analisado o fenômeno de refluxo pluvial que causa alagamentos no bairro Feitoria, de São Leopoldo, o qual se baseia no princípio de vasos comunicantes. Como solução a estes alagamentos é proposto o dimensionamento de uma válvula *flap* para o canal em que ocorre o refluxo. As etapas metodológicas são apresentadas na Figura 4.

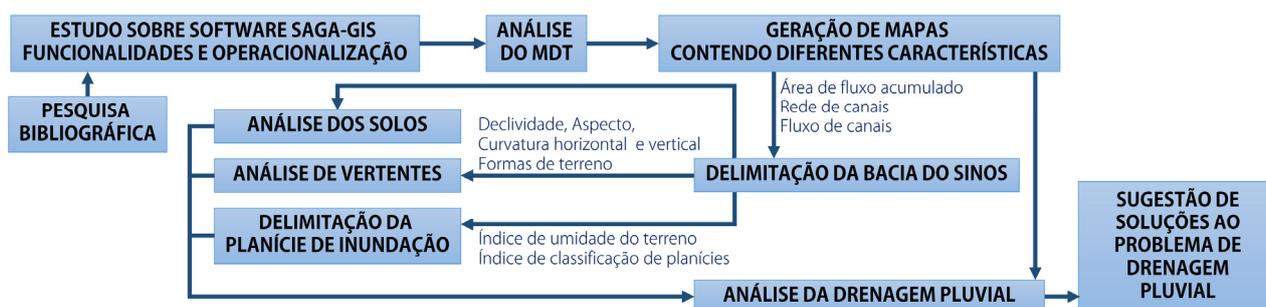


Figura 4 – Diagrama do delineamento do trabalho

## RESULTADOS

A delimitação da planície de inundação do Rio dos Sinos permite averiguar sua influência no bairro Feitoria de São Leopoldo, de acordo com as Figuras 5 e 6. Analisando essas figuras, percebe-se que este bairro está inserido dentro da planície de inundação do Rio dos Sinos. Assim, na época das cheias do rio, o bairro Feitoria está sujeito às inundações ribeirinhas, causando diversos transtornos às populações que habitam a região, em geral de baixa renda. Diante desse cenário, fica evidente o mau planejamento habitacional para este bairro, em que não foram impostos limites de ocupação pelas autoridades, de acordo com os níveis de inundação do Rio dos Sinos e com a finalidade de uso do solo da área. Nesta área há, inclusive, moradias populares do Programa Minha Casa, Minha Vida, construídas dentro dos limites desta planície de inundação.

Neste cenário, deveriam ter sido implantadas medidas estruturais para se evitar os impactos de inundações ribeirinhas pela construção de moradias na planície de inundação do rio e, ao mesmo tempo, aproveitar o seu leito maior para a construção de praças, parques (facilitando a infiltração da água da chuva e criando espaços de lazer) e até mesmo de dispositivos como bacias de retenção ou retenção (reduzindo o volume de escoamento superficial e atenuando o pico de vazão na época das chuvas), gerando menos alagamentos nas cidades.

Como uma possível solução ao problema de refluxo de drenagem pluvial identificado neste estudo de caso, sugere-se a adoção de uma válvula *flap*. A opção por este dispositivo se dá pelo seu baixo custo de instalação e manutenção frente a outras alternativas (e.g., aumento da seção do Rio dos Sinos, que é considerado, atualmente, inviável técnica e economicamente), bombeamento de água para o rio, pelo alto custo de operação, etc.). A válvula *flap* permite manter o fluxo em uma única direção,

fechando-se no momento em que a pressão hidrostática exercida pelo rio dos Sinos é maior do que a exercida pelo escoamento no conduto, que se dá por gravidade. Sendo assim, conforme o pressuposto para o trabalho, de que o alagamento gerado pelo extravasamento de água do conduto, pelo fechamento da válvula *flap*, é consideravelmente inferior ao gerado pelo refluxo da drenagem pluvial (em que a água retorna a grandes pressões), com a adoção deste dispositivo será impedido o refluxo da drenagem pluvial, reduzindo os impactos dos frequentes alagamentos que acometem o bairro Feitoria.

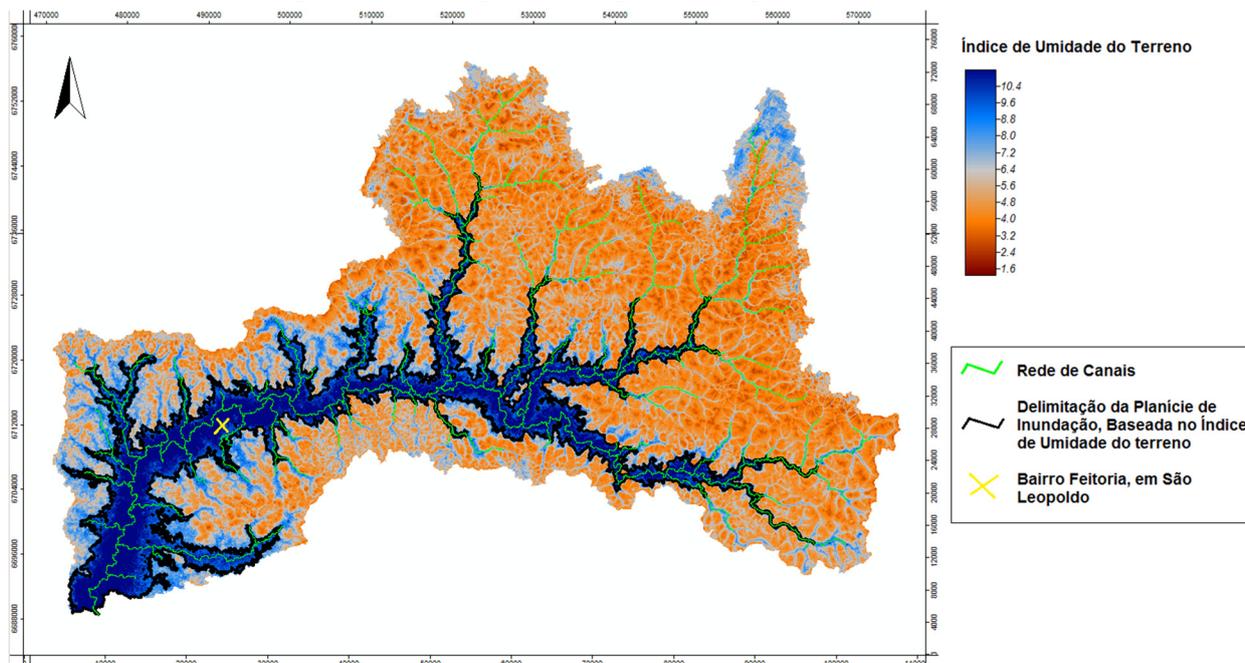


Figura 5 – Planície de inundação do Rio dos Sinos sobreposta ao mapa de índice de umidade. Fonte: Silveira (2015).

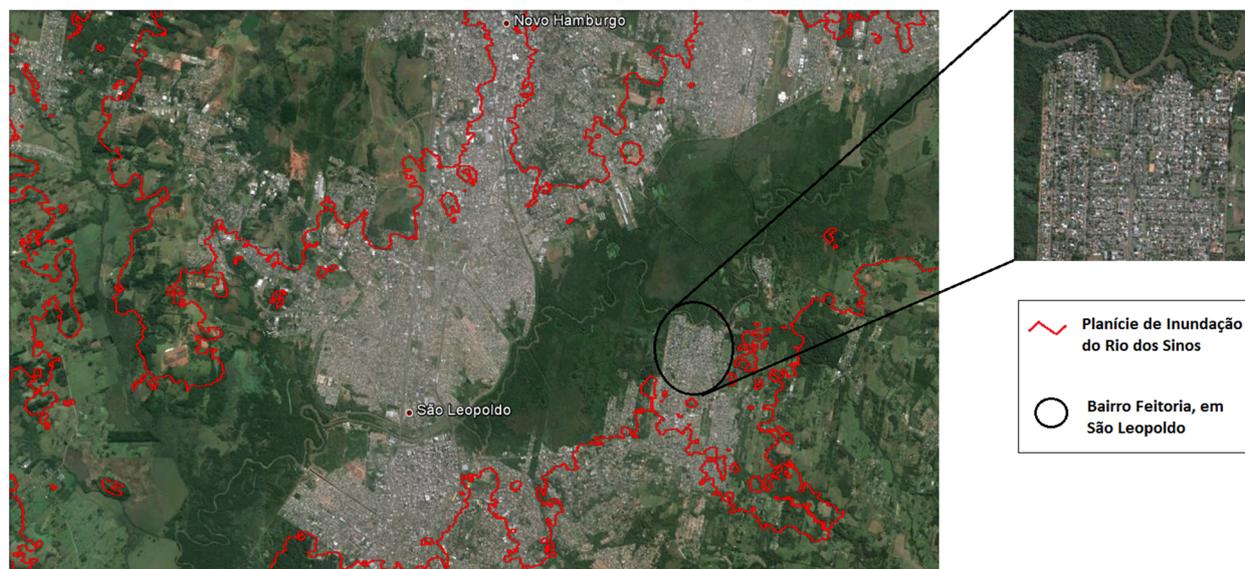


Figura 6 – Planície de inundação do Rio dos Sinos, com destaque para o bairro Feitoria. Fonte: Silveira (2015).

Para o dimensionamento da válvula *flap*, foi previsto um diâmetro de 1000 mm (mesmo diâmetro estimado para o conduto) e embutimento em estrutura de concreto, sendo obtidas suas dimensões por tabela do fabricante Hydrostec (vide Figura 2). As dimensões da válvula proposta são apresentadas na Tabela 1. Para o cálculo da vazão de escoamento, a partir do diâmetro de 1m estimado para o conduto, foram obtidos os resultados indicados pela Tabela 2.

Para a escolha do local no conduto em que será instalada a válvula *flap*, analisou-se a altimetria do terreno, de forma a prever um local em que fosse possível realizar sua manutenção periódica sem

grande perigo, em virtude das cheias do Sinos. Assim, pelos riscos de afogamento, descartou-se a hipótese de instalação junto ao Rio dos Sinos. Como o conduto está localizado todo em um patamar de 10 m, determinou-se uma distância de aproximadamente 200 m do rio dos Sinos para sua instalação, na intersecção entre duas avenidas, conforme representado pela Figura 7. Adotou-se este local, pois se evita o contato imediato do operador com a água e há espaço para a construção de um poço de visita que permite o acesso à válvula. Além disso, caso a instalação ocorresse em um ponto mais afastado do Rio dos Sinos, possivelmente, haveria uma distância até a válvula *flap* suficiente para que o refluxo da drenagem provocasse alagamentos nas moradias mais próximas ao rio.

Tabela 1. Dimensões da válvula *flap* e das formas de concreto necessários para o seu embutimento

DN (mm)	Dimensões da válvula <i>flap</i> (mm)					Dimensões das fôrmas de concreto (mm)			
	A embutir					E	F	G	I
	A	B	C	D	J				
1000	1170	1280	620	400	1290	1300	400	700	100

Fonte: adaptado de Hydrostec Tecnologia e Equipamentos LTDA (2015, p. 2). Vide Figura 2.

Tabela 2. Grandezas para o cálculo da vazão de escoamento

Grandezas	Valores
$A_m$ – área molhada	0,785 m <sup>2</sup>
$RH$ – raio hidráulico	0,250 m
$i$ – declividade	0,004 m/m
$n$ – coeficiente de rugosidade de Manning	0,018
$V$ – velocidade de escoamento no canal	1,394 m/s
$Q$ – vazão de escoamento no canal	1,095 m <sup>3</sup> /s

Fonte: Silveira (2015)



Figura 7 – Local de instalação da válvula *flap* no conduto em que ocorre refluxo de drenagem pluvial, conforme a altimetria do terreno. Fonte: Silveira (2015).

## CONCLUSÕES

Este estudo buscou caracterizar a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, em especial, o município de São Leopoldo, onde se localiza o estudo de caso: o bairro Feitoria. Utilizaram-se dados SRTM de 1 arco-segundo, os quais compõem o Modelo Digital de Terreno (MDT) da região de estudo. Por meio do *software* SAGA-GIS, o MDT foi pré-processado, suas falhas foram preenchidas e as bordas de suas depressões, escavadas. Foi então obtida a área de fluxo acumulado da bacia, o que possibilitou a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Realizou-se análise dos solos, sendo que na região de São Leopoldo estão presentes os Gleissolos e os Cambissolos, solos com grande nível de saturação, com alto nível do lençol freático, implicando em grandes dificuldades para drenagem, e contribuindo de forma a acelerar as cheias do Sinos, facilitando a ocorrência de inundações e alagamentos.

Foram extraídas características morfométricas (declividade, aspecto e formas de terreno) para a análise das vertentes. Pelas declividades, verificou-se a característica plana do bairro Feitoria, o que faz com que o Rio dos Sinos tenha a velocidade de suas águas reduzida neste local e que propicia o acúmulo de sedimentos em seu leito, limitando a capacidade de vazão de sua calha, de forma a facilitar os processos de enchentes, bem como proporcionar uma maior amplitude à planície de inundação dos

Sinos, nessa região. Verifica-se, assim, a influência negativa das baixas declividades para a ocorrência de inundações e alagamentos no bairro. Através das curvaturas verticais e horizontais, determinou-se as principais formas de terreno. Devido à presença de características convergentes (orienta o desague para um mesmo local), côncava (acúmulo de água em uma dada região) e retilínea (facilita o fluxo de água em certa direção), percebe-se a influência significativa das formas de terreno para acelerar os processos de enchente do Sinos, que favorecem os episódios de inundações e alagamentos na região em questão.

A delimitação da planície de inundação do Rio dos Sinos foi realizada por meio do cálculo do índice de umidade do terreno. Também foi calculado o índice de classificação de planícies. Estando inserido na planície de inundação, o bairro Feitoria também fica sujeito a inundações quando o Rio dos Sinos extravasa para o seu leito maior. Em acréscimo, dada sua característica plana, nos períodos de cheia, localidades do bairro são submetidas ao refluxo de drenagem pluvial, baseado no Princípio de Vasos Comunicantes, i.e., no momento em que a pressão hidrostática do Sinos é superior à pressão do escoamento drenado, a água retorna pela tubulação de drenagem, causando grandes alagamentos.

Como uma possível solução ao problema de refluxo de drenagem pluvial, sugeriu-se a adoção de uma válvula *flap*, devido ao seu baixo custo de instalação e manutenção frente a outras alternativas existentes. Para fins de manutenção periódica, sem que haja riscos ao operador, recomendou-se a instalação da válvula a uma distância de 200 m do Sinos, onde há espaço para a construção de um poço de visita de concreto. Ressalta-se que, este afastamento em relação à margem rio, deve ser o menor possível (desde que permita realizar sua manutenção com segurança), pois assim minimizam-se os riscos de que essa distância seja suficiente para provocar alagamentos devido ao refluxo no trecho compreendido entre a extremidade do conduto (junto ao Rio dos Sinos) e o dispositivo.

## REFERÊNCIAS

- AKAISHI, A. G. (2011) Desafios do Planejamento Urbano Habitacional em Pequenos Municípios Brasileiros. *Risco: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo*, São Paulo, (14), pp. 41-50.
- BAZZAN, T. (2011) *Mapeamento das áreas com risco de inundação do Rio dos Sinos no município de São Leopoldo, RS*. 134 f. Dissertação (Mestrado) Prog.de Pós-Graduação em Geografia, UFRGS, Porto Alegre.
- COMUNELLO, E. (2001) *Dinâmica de inundações de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto Rio Paraná*. 47 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá.
- FENDRICH, R.; MALLUCELI, F. C. (2015) *Macro drenagem urbana: canais abertos versus canais fechados*. São Paulo: PHA/Escola Politécnica/USP.
- FERREIRA, R. F. (2010) *Mecânica de Fluidos e Algumas Aplicações*. 56 f. Trabalho de Diplomação (Graduação) Departamento de Física, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná (RO).
- HYDROSTEC TECNOLOGIA E EQUIPAMENTOS LTDA. (2015) *Válvulas Flap: proteção contra o retorno d'água*. Disponível em: <[http://www.hydrostec.com.br/catalogo/canais\\_reservatorios/A40-07-1.pdf](http://www.hydrostec.com.br/catalogo/canais_reservatorios/A40-07-1.pdf)>.
- NASCIMENTO, D. M.; TOSTES, S. P. (2011) Programa Minha Casa Minha Vida: a (mesma) política habitacional no Brasil. *Arquitextos*, São Paulo, (12), 133.03.
- OLIVEIRA, W. N. DE; SANTOS, P. C. dos. (2012) Ocupações irregulares e impactos socioambientais na região noroeste de Goiânia. In: *Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Goiânia, pp. 1-5.
- PAZ, M. R. (2011) *Integração do sistema de informações geográficas e do cadastro técnico multifinalitário para zoneamento de áreas de risco com base na pedologia*. 193 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- REZENDE, O. M. (2010) *Manejo de Águas Pluviais: uso de paisagens multifuncionais em drenagem urbana para controle das inundações*. 104 f. Trabalho de Conclusão (Especialização). Univ. Federal do Rio de Janeiro.
- ROLNIK, R.; KLINK, J. (2011) Crescimento Econômico e Desenvolvimento Urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias?. *Revista Novos Estudos CEBRAP*, São Paulo, (1)89, pp. 89-109.
- SILVEIRA, G. A. da (2015) *Ineficiências no sistema de drenagem : análise de utilização de válvulas Flap em São Leopoldo, RS*. 212 f. Trabalho de Conclusão (Graduação). Engenharia Civil, UFRGS.
- STRECK, E. V.; ET AL. (2001) *Solos do Rio Grande do Sul*. 2 ed. Porto Alegre: EMATER.
- TUCCI, C. E. M. da. (2015) *Inundações Urbanas*. Brasília: Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/>>
- VEIRA FILHO, D. DE S.; ET AL. (2013) Infraestrutura urbana: infraestrutura e o crescimento populacional no Brasil. *Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas*, (1)16, pp. 19-25.