

## IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DE PORTO XAVIER, RS

ADRIANE AVELHANEDA MALLMANN<sup>1</sup>, JOSÉ AMÉRICO DE MELLO FILHO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba-PR, mallmann.adriane@gmail.com;

<sup>2</sup>Professor Titular, UFSM/DER/CCR/Campus Santa Maria - RS, jamellofilho@gmail.com.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
Goiânia/GO – Brasil  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi identificar as áreas de risco de inundação na área urbana do município de Porto Xavier, RS. Para tanto, foram empregados os conhecimentos científicos e metodológicos propostos pela geotecnologia. Na metodologia foram utilizadas diversas plataformas de pesquisa para a aquisição de dados gratuitos que fizeram parte do banco de dados criado no *software* QGIS 2.14. Os resultados demonstraram que em uma situação de máxima inundação 26,7% da área urbana pode ficar submersa. Por meio da metodologia utilizada foi possível gerar informações importantes de interesse de gestores e poderá contribuir para a tomada de decisões no planejamento urbano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologia, recursos hídricos, planejamento urbano, uso e ocupação do solo, QGIS.

### IDENTIFICATION OF FLOOD RISK AREAS IN THE URBAN AREA OF PORTO XAVIER, RS

**ABSTRACT:** This work aimed to identify the areas at risk of flooding in the urban area of Porto Xavier, RS. For this, we used the scientific and methodological knowledge proposed by geotechnology. Several research platforms were used to acquire free data that were part of the database created in the QGIS 2.14 software. The results showed that in a situation of maximum flooding, 26.7% of the urban area can be submerged. This methodology allowed the creation of relevant information for managers and may contribute to decision-making in urban planning.

**KEYWORDS:** Geotechnology, water resources, urban planning, land uses, QGIS.

### INTRODUÇÃO

O processo de ocupação em terrenos marginais aos recursos hídricos, com a destruição da mata ciliar e a impermeabilização do solo, contribui para agravar os problemas de drenagem nessas áreas, assoreamento dos mananciais e inundações (Porath, 2004). As inundações são fenômenos de ocorrência natural nos cursos d'água, principalmente após chuvas de longa duração ou chuvas intensas e rápidas que provocam grandes vazões. Quando os canais de drenagem ultrapassam a cota máxima, com a deficiência em escoar todo o volume de água, ocorre o transbordamento das águas para as áreas marginais, causando as inundações. Dessa forma, todas as áreas marginais dos canais de drenagem e demais talvegues, são pontos de escoamento pluvial ou fluvial, sujeitas naturalmente a processos erosivos, enchentes e inundações, motivo pelo qual essas planícies de inundação não deveriam ser ocupadas (Botelho, 1998).

Porto Xavier, Rio Grande do Sul, teve o rio Uruguai como fator importante para sua formação, e assim como vários municípios, possui a sua população estabelecida às margens desse importante e internacional rio. O município é frequentemente atingido por inundações, ocasionadas pelo aumento do nível das águas do Rio Uruguai, que avançam em grande parte sobre a área urbana do município,

causando perdas e destruição, deixando pessoas desabrigadas e algumas vezes vítimas fatais (Mallmann & Mello Filho, 2019; Mallmann, 2017; Righi & Robaina, 2010).

Empregando-se os conhecimentos científicos e metodológicos propostos pela geotecnologia, com os recursos possibilitados pelo sensoriamento remoto, cartografia e fotointerpretação o objetivo deste trabalho consiste na identificação das áreas de risco de inundação na área urbana de Porto Xavier, RS, visando servir de base para identificação das áreas com potencial para o desenvolvimento urbano (Mallmann & Melo Filho, 2019; Mallmann, 2017).

## MATERIAL E MÉTODOS

O objeto de estudo compreende a área urbana do município de Porto Xavier, localizado a noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), à margem esquerda do Rio Uruguai. O município possui aproximadamente 280,5 km<sup>2</sup> e situa-se entre as coordenadas geográficas 27°50'00" e 28°3'00" de latitude Sul e 55°00'00" e 55°30'00" de longitude Oeste, na microrregião de Cerro Largo.

O clima é classificado Subtropical - Cfa segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), com chuvas durante todos os meses do ano e temperatura superior a 22°C no mês mais quente e superior a 3°C no mês mais frio. A precipitação anual é de cerca de 1.816 mm, a precipitação média mensal é de 151 mm, o mês mais chuvoso corresponde a abril, e o mais seco a agosto (Moreno, 1961). De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), a precipitação anual apresenta-se em torno de 1.900 mm e a precipitação média mensal é de 158 mm.

Hoje, com mais de 50 anos de independência, o município compreende a área definida como majoritariamente rural com zona urbana de 14,2 km<sup>2</sup> em constante expansão (Mallmann & Mello Filho, 2019; Mallmann, 2017). Possui uma população de 10.558 habitantes e densidade demográfica de 37 habitantes.km<sup>-2</sup>, com cerca de 49,4% destes residindo em área urbana (IBGE, 2010), próximos ao Rio Uruguai.

Para a criação da base de dados georreferenciada foram utilizadas diversas plataformas de pesquisa. Por meio da pesquisa no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) da Defesa Civil do Rio Grande do Sul, foram obtidos Relatórios Técnicos (ReTec); Portarias; Avaliações de Risco (Avadan); e Formulários de Informações dos Desastres (Fide). Mediante essa pesquisa da relação eventos de inundação ocorridos no município, no período de 1972 a 2017 foram identificadas as elevações que as águas alcançaram acima do nível normal do rio.

Do site da *United States Geological Survey* (USGS), foram adquiridas gratuitamente imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 30 m que possuem valores de altitude do terreno. No *software* QGIS versão 2.14 as imagens passaram pelo processo de união (mosaico) e da imagem resultante foi recortada a área de interesse. A imagem SRTM foi utilizada para a extração de curvas de nível, identificação das altitudes e cálculo da declividade presente na área urbana do município. As declividades foram calculadas em percentagem e classificadas de acordo com as definições da EMBRAPA (1979).

Por meio do complemento *Open Layers plugin* do QGIS, foi obtida a imagem orbital do *Google Satellite* que cobre toda área urbana do município. Foram salvas 60 imagens na escala de 1:2.500, formato *GeoTiff* que passaram pelo processo de união (mosaico) para gerar a imagem final. Essa imagem foi utilizada para que por meio da fotointerpretação fosse identificadas as classes de uso e ocupação do solo e delimitas as áreas de preservação permanente (APP) e a rede de drenagem da área urbana, constituída pela margem do Rio Uruguai, cursos de rios, açudes, sangas e lajeados.

Para o uso e ocupação do solo foram identificadas cinco classes de uso: I) Área Urbanizada: áreas com ocupações consolidadas, identificadas pela existência de construções e pavimentações; II) Agricultura: áreas cultiváveis, solo exposto, solo em pousio; III) Floresta: cobertura vegetal de maciços florestais naturais e artificiais; IV) Campos: cobertura vegetal de forração gramínea e de pequeno porte; e V) Água: formações naturais (banhados e lagos) e artificiais (barragens e açudes). A vetorização se deu por meio da criação de *shapefiles* na escala de 1:2.500. Para quantificar a porção aproximada de água presente na área, foi criado um *buffer* de 2 metros em torno da rede de drenagem, simulando a largura média desses cursos d'água.

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) por rede de drenagem, foi considerado o Artigo 4º da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), que aponta as APP das áreas rurais e urbanas como sendo as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do

leito regular, em largura mínima de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura. Foram criados *buffers* de 30 metros no entorno da rede de drenagem, representando as dimensões legais em que as APP deveriam abranger. A classe de uso do solo Floresta foi recortada tendo como máscara os *buffers* de 30 metros para assim se obter a vegetação existente dentro desse limite. Assim, com uma operação de diferença entre essas duas camadas, foi possível identificar as porções de APP que não atendiam a legislação.

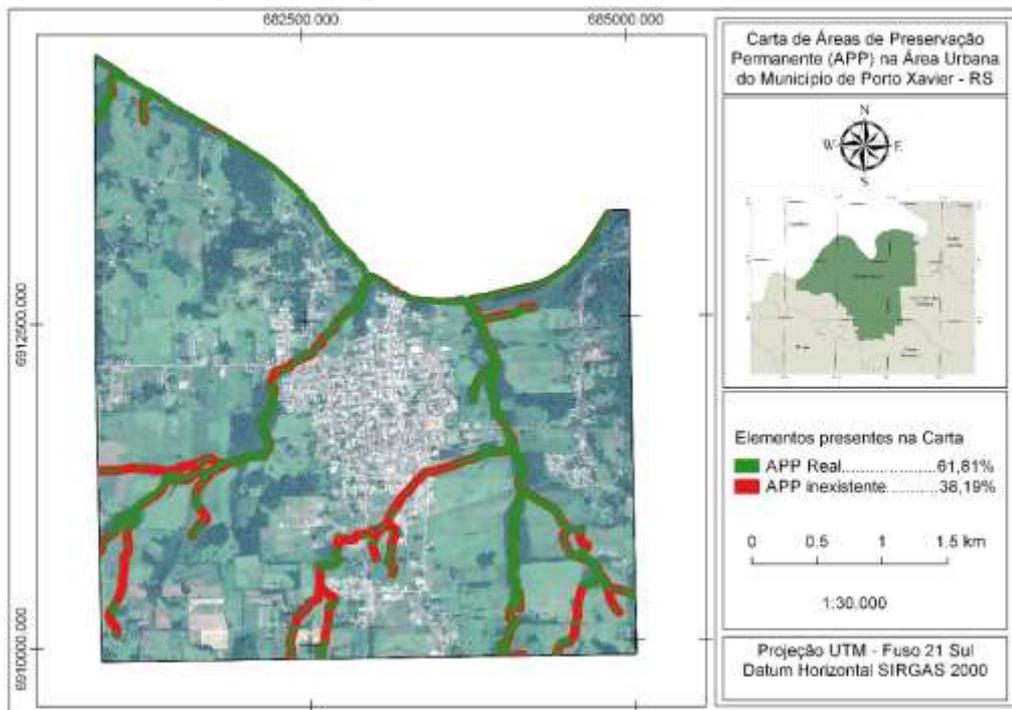
Assim, de porte da cota de inundação e dos mapas básicos (declividade, hipsometria, drenagem, curvas de nível, e uso e ocupação do solo) foi possível identificar as áreas de risco e críticas de inundação na área urbana do município e as características dessas áreas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A máximo valor de altitude é de 190 m e o mínimo é de 80 m, onde se encontra o nível normal do rio. A maior parte da área urbana do município apresenta altitudes que variam de 80 m a 113 m, situadas próximas ao rio e a rede de drenagem, o que demonstra que, essas regiões podem ser facilmente afetadas mesmo por inundações de pequena escala. A classe de declividade suave ondulado (3 a 8%) é predominante, cobrindo 8,2 km<sup>2</sup> (58,2%) da área urbana, seguida das classes plano (3%) que cobre 2,8 km<sup>2</sup> (19,8%), ondulado (8 a 20%) que cobre 2,0 km<sup>2</sup> (14%) e em menor proporção as classes forte ondulado (20 a 45%) e montanhoso (45 a 75%).

Apresenta 3,8 km<sup>2</sup> de floresta (27,2%, nativa e plantada); 2,8 km<sup>2</sup> de agricultura (19,9%, principalmente plantações de cana-de-açúcar); 2,2 km<sup>2</sup> de área urbanizada (15,3%, construções e casas); 0,1 km<sup>2</sup> com presença de água (0,7%, açudes e cursos d'água); e 5,3 km<sup>2</sup> de campo (36,9%, campos e pastagens). As APP, com até 30 m de largura ao longo dos cursos d'água, deveriam apresentar 1,2 km<sup>2</sup> (125,2 ha), porém o valor encontrado é de 0,8 km<sup>2</sup> (77,4 ha, 61,8%) ou seja, 38,2% das áreas se apresentam inadequação ao Código Florestal Brasileiro.

Figura 1. Áreas de preservação permanente na área urbana de Porto Xavier, RS



Em julho de 1983 ocorreu uma das maiores inundações já registradas no município, esse evento foi muito importante na época, motivo pelo qual a Comissão Municipal de Defesa Civil criou um marco, chamado de Marco de Enchente, posicionado na Rua Marechal Floriano Peixoto, Longitude: -55.15 e Latitude: -27.90, que indica o ponto máximo alcançado pelas águas.

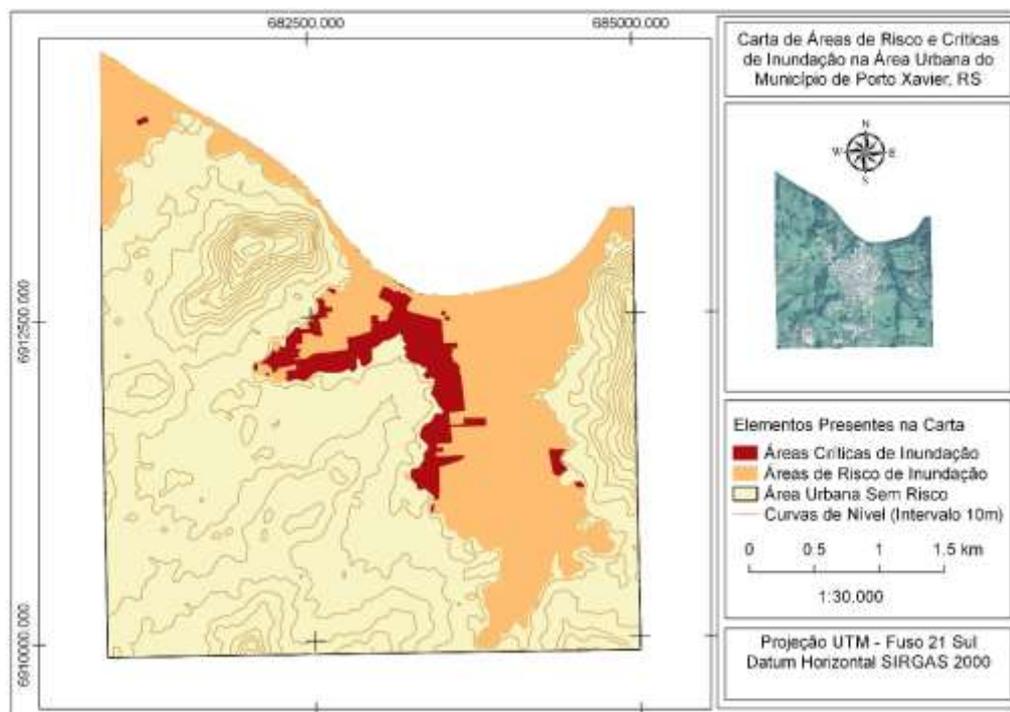
Conhecendo no terreno a posição do marco de inundação de 1983 correspondente aos 16,6 m de elevação que as águas alcançaram naquele ano e com auxílio das cartas hipsométricas e das curvas

de nível de 10 m plotadas sobre a imagem do *Google Satellite* foi possível identificar o nível normal do rio e a cota altimétrica correspondente ao marco de inundação. A partir daí, com base na pesquisa ao banco de dados do Si2D, supondo que o nível máximo de elevação alcançado pelas inundações nos últimos 45 anos foi de 17,65 m, o valor de 18 m foi considerado como o máximo de elevação que as águas podem chegar e esse valor somado ao nível normal do rio, equivale à cota altimétrica de provável inundação, utilizada para delimitação das áreas atingidas.

Sabendo-se que as águas alcançaram a elevação de 16,6 m acima do nível normal do rio (80 m), obteve-se que o marco da inundação de 1983 fica a aproximadamente 97 m de altitude, e que a maior inundação já ocorrida no município em 45 anos alcançou aproximadamente 98 m de altitude. Dessa forma, a cota de máxima e provável inundação que pode ocorrer no município, em situações excepcionais, foi definida como 98 m. A partir dessa cota foi traçado um polígono que representa a abrangência da área de inundação, cerca de 378,25 ha, que equivale a 26,7% da área urbana (Figura 2).

As áreas identificadas como de risco de inundações (laranja) são os terrenos marginais dos cursos d'água, as planícies de inundação, sem a ocupação por núcleos habitacionais e ocupam 3,2 km<sup>2</sup> (22,5 %) da área urbana. Já as áreas consideradas críticas de inundação (vermelho) ocupam 0,6 km<sup>2</sup> (4,2%) da área urbana e correspondem aos terrenos marginais a cursos d'água ocupados por núcleos habitacionais sujeitos ao impacto direto do aumento do nível do rio e consequente invasão das águas, o que compromete a integridade física das pessoas residentes no local, além de deixá-las sujeitas a perdas ambientais, econômicas e materiais.

Figura 2. Áreas de risco e críticas de inundação na área urbana de Porto Xavier, RS.



Os locais identificados como mais propícios à ocorrência de inundações, são as áreas com relevo plano a suavemente ondulado, com declividades menos acentuadas, próximas ao rio Uruguai, locais com a existência de cursos d'água e solos com baixa infiltração, principalmente devido a urbanização.

Dessa forma, o grande volume de precipitação somado ao desmatamento das encostas (APP), a ocupação das planícies de inundação, o assoreamento dos rios pela perda quantitativa do solo, e a diminuição da capacidade de infiltração e retenção de água no solo em áreas impermeabilizadas (áreas edificadas, asfaltadas e cimentadas), são fatores que influenciam na ocorrência de inundações bruscas e suas problemáticas.

Nesse sentido, há a necessidade de planejamento da área urbana, e cabe aos órgãos públicos responsáveis pela gestão, a identificação das áreas com potencial para expansão urbana no município

de Porto Xavier. Além disso, também é necessário a adoção de medidas preventivas que minimizem as consequências das inundações, visando a diminuição do número de pessoas residentes afetadas.

## **CONCLUSÃO**

As menores classes de declividade e as menores altitudes estão próximas às margens do Rio Uruguai.

É de extrema importância a recomposição das Áreas de Preservação Permanente, identificadas com apenas 61,81% da área exigida.

Em uma situação de máxima inundação 26,7% da área urbana pode ficar submersa.

Por meio da metodologia utilizada foi possível gerar informações importantes de interesse de gestores e poderá contribuir para a tomada de decisões no planejamento físico-territorial, em prol da sustentabilidade e qualidade de vida local.

## **REFERÊNCIAS**

- BRASIL. Lei de Proteção da Vegetação Nativa. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, 25 de maio de 2012.
- Botelho, M. H. C. Águas de chuvas: Engenharia das águas de chuvas nas cidades. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1998. 2 ed. 38p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Súmula da x reunião técnica de levantamento de solos (SNLCS. Série miscelânea, 1). Rio de Janeiro, 1979. 83 p. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/480004>>. Acesso em: 20/03/2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de Porto Xavier. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-xavier/panorama>>. Acesso em: 20/03/2020.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 19/09/2017.
- Mallmann, A. A. Atlas da qualidade ambiental do município de Porto Xavier, RS, por geotecnologias. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2017.
- Mallmann, A. A.; Mello Filho, J. A. de. Uso de Geotecnologias aplicadas na identificação da qualidade de vida da população do município de Porto Xavier, RS. In: Francisco et al. Ciência, Desenvolvimento e Inovação na Engenharia e Agronomia Brasileira. 2019. v.3, Cap. 9, p. 84 - 99.
- Moreno, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Transcrições. p. 49 - 83, 1961. Disponível em: <<https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/3236/3310>>. Acesso em: 20/03/2020.
- Porath, S. L. A paisagem de rios urbanos: a presença do rio Itajaí-Açú na cidade de Blumenau. 150 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.
- Righi, E.; Robaina, L. E. de S. Enchentes do Rio Uruguai no Rio Grande do Sul entre 1980 e 2005: uma análise geográfica. Sociedade & Natureza, v.22, n.1, p.35-54, 2010.
- S2iD. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Arquivo Digital. Disponível em: <<https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>>. Acesso em: 20/03/2020.
- USGS. United States Geological Survey. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. 2015. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20/03/2020