

PROPOSTA DE MONITORAMENTO DE INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS NA FRONTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL ATRAVÉS DE UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Proposal of an application for mobile devices for flood notifications on the west border of Rio Grande do Sul

Alexandre Bernardino Lopes
Universidade Federal do Paraná
Centro de Estudo do MAR - CEM
ablopesrp@ufpr.br

Alexandre Russini
Universidade Federal do Pampa
Laboratório de Sistema Inteligente e Modelagem - LabSIM
alexandrerrussini@unipampa.edu.br

Christopher Ferrari Thums
Universidade Federal do Pampa
Laboratório de Sistema Inteligente e Modelagem – LabSIM
christopherthums.aluno@unipampa.edu.br

Maurycio Oviedo Espinosa
Universidade Federal do Pampa
Laboratório de Sistema Inteligente e Modelagem – LabSIM
maurycioespinosa.aluno@unipampa.edu.br

Robert Martins Silva
Universidade Federal do Pampa
Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura – NECA
robertsilva@unipampa.edu.br

Rogério Rodrigues Vargas
Universidade Federal do Pampa
Laboratório de Sistema Inteligente e Modelagem – LabSIM
rogeriovargas@unipampa.edu.br

Resumo:

A ocupação crescente de áreas de risco em cidades “ribeirinhas”, é um problema que atinge o Brasil como um todo, além do mais, municípios tem a obrigação de acordo com a Lei N. 12.608, de 10 de abril de 2012, conforme o Art. 2º, tomar medidas que reduzam riscos de desastre. À vista disso, o objetivo do trabalho é desenvolver e disponibilizar um aplicativo que auxilie o usuário na tomada de decisão quando deparado com o problema de cheias do rio Uruguai, que resultam em inundações urbanas na cidade de Itaqui-RS. Por estar conectado por uma

API (interface de programação de aplicações) à Agência Nacional de Águas têm-se a cota do rio em tempo real, permitindo simular, mapear e alertar o usuário em caso de algum risco.

Palavras-chave: cota, inundação, notificação, simulação.

Abstract

The increasing occupation of risk areas in riverside towns is a problem that affects Brazil as a whole. Besides, municipalities have an obligation under Law No. 12,608, of April 10, 2012, according to the Art. 2, to promote measures that reduce risks of disaster. Thus, the objective of the work is to develop and provide an application that helps the user in decision making when faced with the Uruguay River flood problem, which results in urban flooding in the city of Itaqui-RS. As it is connected by an API (Application Programming Interface) to the Agência Nacional de Águas, the river quota is available in real-time, allowing to simulate, map, and alert the user in case of any risk.

Keywords: quota, flood, notification, simulation.

1. INTRODUÇÃO

As inundações podem ser expressadas como excesso da água da chuva em que o solo não conseguiu escoar ou absorver, resultando em grandes alagamentos. Consequentemente elevando o nível das águas dos rios em decorrência desse fenômeno natural, sendo o que mais representa riscos para o ser humano, deixando-o vulnerável na sua segurança, gerando perda de bens e promovendo impactos socioeconômicos em grande escala. Reckziegel (2007, p.110), em seu trabalho sobre Desastres Desencadeados por Eventos Naturais no Estado do Rio Grande do Sul, apontou para o período de 1980 a 2005 o registro de 1.258 ocorrências de desastres desencadeados por enchentes, sendo que foram homologados 571 decretos de Situações de Emergência e 42 de Estado de Calamidade Pública. As cidades mais atingidas por inundações na Região hidrográfica do Uruguai foram, Marcelino Ramos, Iraí, Porto Lucena, Porto Xavier, Alegrete, São Borja, Itaqui e Uruguaiana (Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai, 2006, p.51). As áreas de risco a inundação e enchente nos perímetros urbanos, são problemas sociais, econômicos e ambientais bem presentes, considerados pelo crescimento populacional desordenado e a falta de planejamento. A interferência humana com o desenvolvimento das cidades próximas aos cursos d'água, é a principal problemática desse trabalho, no que diz respeito ao crescimento sem controle das cidades e áreas ribeiras, assim sofrendo com as enchentes e inundações dos rios.

No caso dos municípios de Itaqui, São Borja e Uruguaiana na fronteira oeste do Rio Grande do Sul os prejuízos são frequentes tanto para a população quanto para os municípios atingidos. Nesses locais é comum a remoção de casas volantes para áreas secas que geralmente não possuem estrutura sanitária adequada para atender a população. (ARAÚJO et al, 2019) aponta que o município de Itaqui possui áreas urbanas de extremo risco de inundação.

Com isso, o objetivo do projeto foi o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis, disponível para os sistemas operacionais Android e iOS, que fosse capaz de amparar o usuário ou administrador público de um município na tomada de decisão. Através de um sistema funcional e de fácil manuseio a ferramenta e notifica, mapeia e simula locais em que a inundação pode atingir, fazendo tudo em tempo real. Instrumento que pode ser levado em conta, quando agregado ao Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), que torna-se um importante

instrumento para a administração municipal, assim como destaca (AMORIM; SOUZA; YAMASHITA, 2009).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada consiste no desenvolvimento de um aplicativo para dispositivo móvel que utilizam as plataformas Android e iOS. O dispositivo teve como base para seus dados o modelo digital de elevação desenvolvido por SILVA (et al, 2020), que tem como intuito fazer a representação da área inundável do Rio Uruguai no perímetro urbano do município de Itaqui-RS. O aplicativo apresenta a cota do nível do rio em tempo real, bem como, locais que possam ser atingidos por inundações futuras. O dispositivo foi desenvolvido em uma linguagem que seja possível se comunicar com os principais sistemas operacionais de dispositivos móveis.

2.1. Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de Itaqui que se situa as margens do rio Uruguai, na fronteira com a Argentina a oeste do estado do Rio Grande do Sul, entre as cidades de Uruguaiana e São Borja, conforme mostra a Figura 1. O município conta com uma área de cerca de 3.404 km² e conforme o censo realizado em 2010, estima-se cerca de 39.049 habitantes, onde 87,25% pertence ao perímetro urbano.

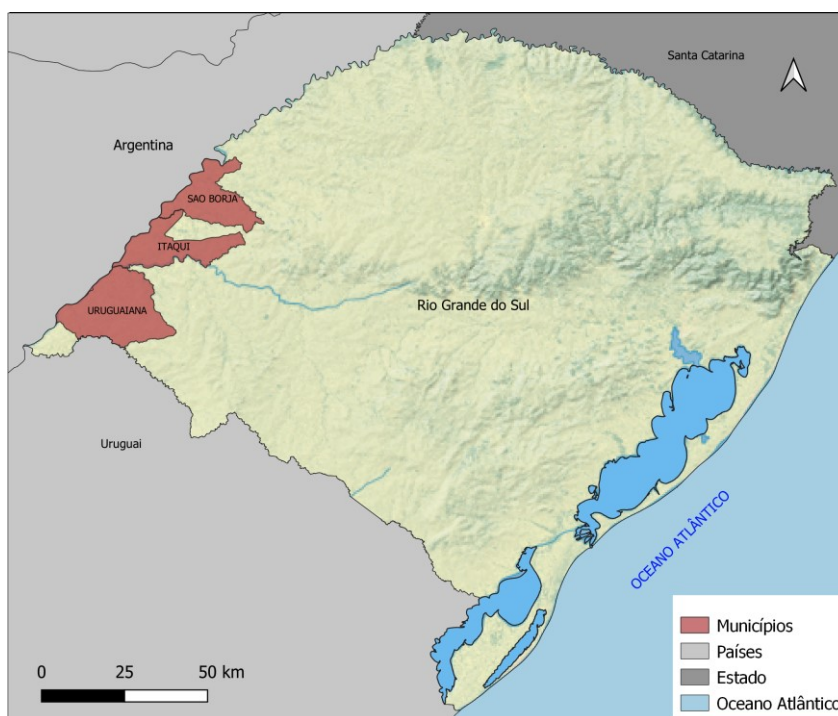


Figura 1 - Mapa de localização da cidade de Itaqui-RS. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2. Framework

O desenvolvimento do aplicativo se deu pelo *framework Flutter* que é mantido pela Google e tem como objetivo facilitar a criação de aplicativos móveis com alto desempenho para iOS e Android de forma nativa. A linguagem de programação usa SDK (*Software Development Kit*) na linguagem *Dart*, a qual é orientada a objetos, similar ao *Java* ou *Javascript*, como é descrito pelo seu próprio *site*¹, onde facilita o desenvolvimento do aplicativo com apenas uma linguagem.

2.3. Sistemas de alertas e notificação

De acordo com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), por meio da promulgação da Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012, conforme o Art. 2º é dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre. Assim como em muitas cidades no Brasil que sofrem com desastres naturais, os municípios ficam à mercê das notificações da Defesa Civil, sendo assim, moradores antigos da cidade ou os que já passaram por alguma cheia do rio, não possuem o completo conhecimento dos locais onde serão atingidos, já que mudanças podem ocorrer nesses eventos de inundação devido a ação antropogênica na área em questão ou até mesmo por variações no leito do rio.

A Lei Nº 12.608, explana sobre diversos temas que dizem respeito ao desenvolvimento de sistemas de informação e monitoramento de desastres, estando grande parte dos deveres sob responsabilidade dos municípios. Dentre outras, compete ao município identificar e mapear áreas de risco, bem como agregar as ações de proteção e planejamento municipal com a defesa civil. Nota-se que há uma integração das Políticas Nacionais de Proteção e Defesa Civil, obrigando assim ao município o desenvolvimento de propostas adequadas para a gestão territorial.

2.4. Prejuízos e dados

Com as fortes chuvas que tem ocorrido ao longo dos anos, muitas são as famílias que sofrem com os danos que as inundações geram. Famílias tem perdas de seus pertences sendo eles, documentos pessoais, roupas, eletrodomésticos e podendo chegar até a destruição de seus imóveis.

Conforme SILVA (2017) comenta em seu trabalho, as ocupações indevidas geram muitos transtornos, destacando que além da falta de dinheiro vindo do setor público, já existe um gasto frequente com os danos causados com as inundações, que são quase anuais.

“Em sua grande maioria, as famílias ribeirinhas vivem nas chamadas casas volantes, essas são casas de madeira e podem ser transportadas de um local para o outro. Porém em alguns eventos extremos como os ocorridos nos anos de 1983, 2014 e 2017 algumas famílias perderam todos os seus

1 <https://flutter.dev/>

pertences e em alguns casos até suas moradias, restando ao poder público arcar com ajuda nas despesas das mesmas.”

Uma iniciativa vinda do setor público ocorre no município de Itaguaí-RJ, onde a prefeitura municipal cede isenção de IPTU para imóveis atingidos por inundações, por meio da Lei Municipal nº 3.725 de 2019. Dessa forma, tem direito ao benefício, imóveis com IPTU no limite de vinte mil reais, sendo aplicado a isenção ao ano seguinte da ocorrência causadas pelas chuvas para os imóveis situados em áreas de risco (PRIETOS, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aplicativo proposto apresenta duas ações principais que são a simulação e o monitoramento. Para a simulação foi possível a adequação e aplicação proposta do modelo gerado por SILVA (2020), conforme proposto na metodologia, sendo que o monitoramento se vinculou com o *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), atualmente atualiza a cota d'água em dois horários no dia, às 7:00 e às 17:00.

Como é visto na Figura 2, a interface inicial, têm as opções bem diretas de sua funcionalidade, bem como, a escolha do seu idioma de uso, que varia entre o português e o inglês. Na caixa de texto embaixo do Logo do aplicativo o usuário pode escolher a cidade. Até o momento a cidade de Itaquí está cadastrada e com todas as funcionalidades do aplicativo, entretanto será providenciado as mesmas funcionalidades para os municípios de São Borja e Uruguaiana.

O *menu* de opções (mostrado na Figura 3) apresenta uma série de alternativas como telefones úteis/emergenciais, que conta com números da polícia militar, bombeiros, prefeitura, defesa civil, entre outras entidades.

A opção de Contato é para o usuário escrever algum *feedback* da ferramenta para os desenvolvedores. E por fim, a opção Sobre, mostra os créditos pelo desenvolvimento do aplicativo. A Figura 3 apresenta a principal tela do aplicativo com uma simulação em tempo real da cota de 14 metros do rio Uruguai.

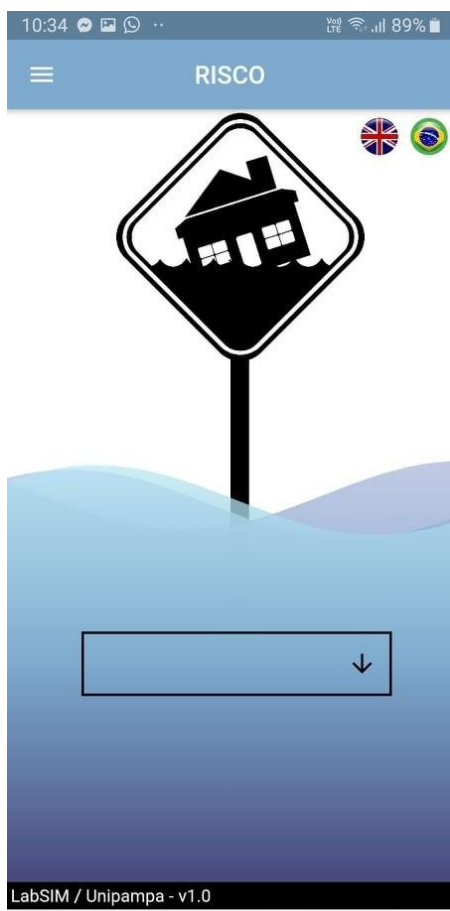


Figura 2 - Tela inicial do aplicativo.
Elaborado pelo Autor.

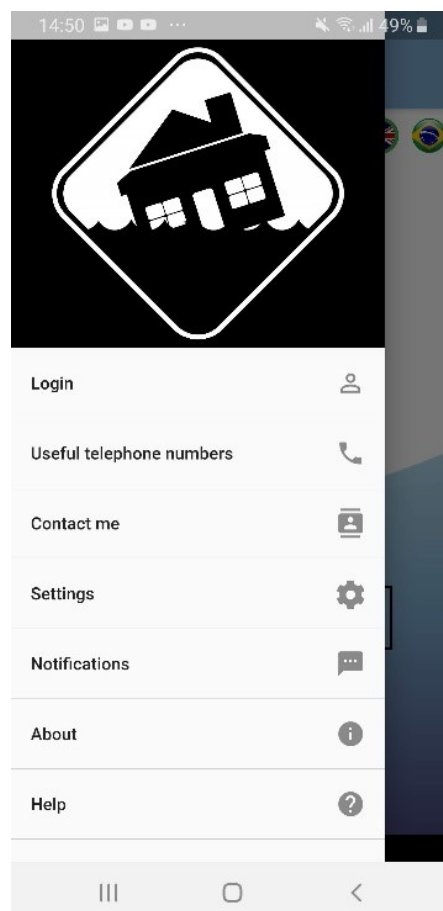
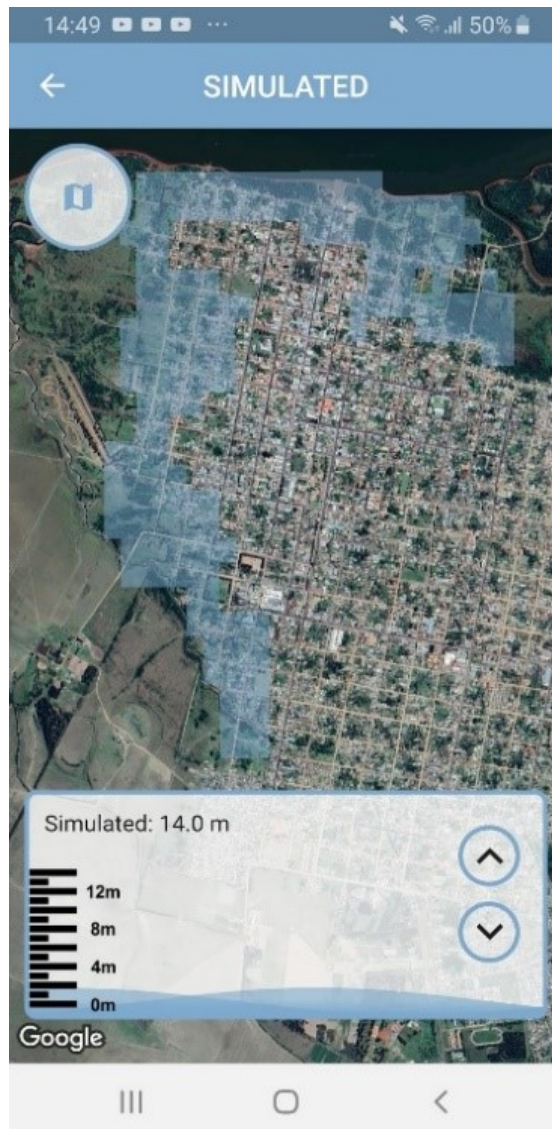


Figura 3 – Menu de opções do aplicativo.
Elaborado pelo Autor.

Na Figura 4 o usuário visualiza como está a cota do rio Uruguai em tempo real. Também pode ser feita no aplicativo a simulação dos locais atingidos pela inundação variando a cota d'água dentro da escala definida por dados históricos (no caso de Itaquí a escala é de 0 a 14 metros). Ao mudar a cota d'água a área atingida é sinalizada (em azul) no mapa. Essa funcionalidade fornece uma segurança para os consumidores do mercado imobiliário (compra e aluguel de imóveis), pois mostra aos usuários os locais com potencial de inundação.

Existe ainda a possibilidade de trocar a forma de visualização do mapa podendo ser por imagem de satélite ou pelo mapa que contém os nomes das ruas, ambos disponibilizados pela Google.

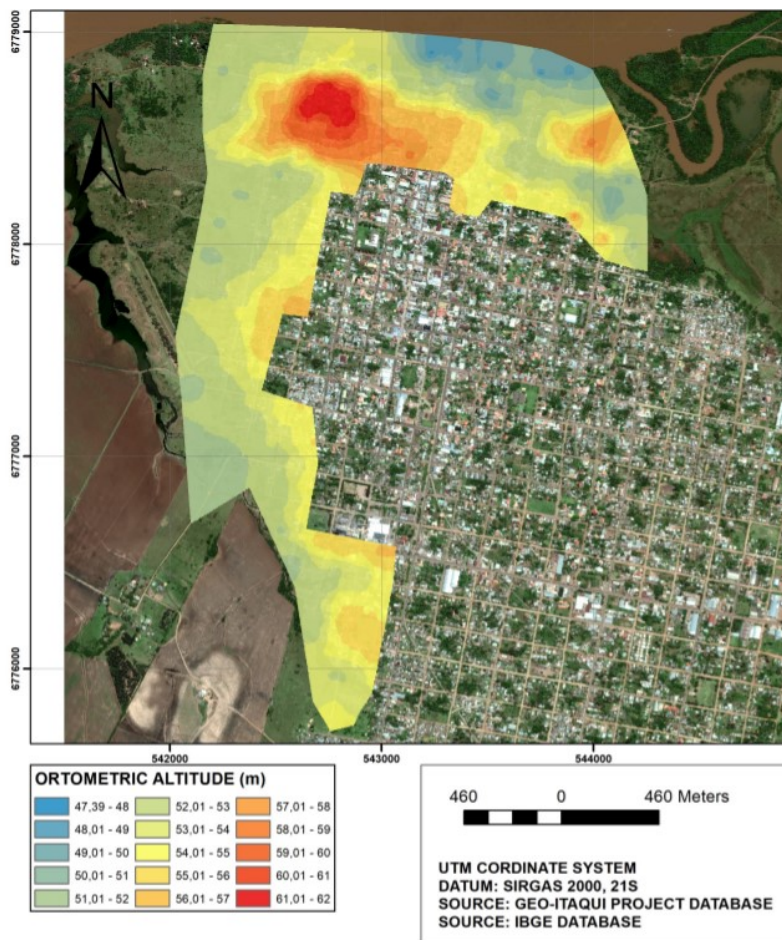
Figura 4 - Simulação de inundação com avanço das águas com cotas de 14m.



Elaborado pelo autor.

Comparando a área molhada na Figura 4, simulada no aplicativo na cota d'água máxima de 14 metros, com os dados altimétricos vinculados ao *Datum* altimétrico brasileiro mostrado na Figura 5 (SILVA, 2020), verifica-se que a água de fato atinge as regiões mais baixas, mostrando uma correlação entre área inundada e o modelo altimétrico.

Figura 5 - Modelo digital de elevação. Fonte: Silva, 2020.



Fonte: Silva, 2020.

4. CONCLUSÕES

Em locais de frequentes inundações as ferramentas que auxiliam no monitoramento, previsão e alerta são fundamentais para a população e o poder público. O aplicativo desenvolvido possui interface amigável e de fácil manuseio para que o usuário obtenha a cota de água e a área inundada no mapa em tempo real bem como a simulação.

Aliado a sistemas de previsões meteorológicas a simulação auxilia na tomada de decisões por parte da defesa civil, pois é possível verificar as primeiras áreas atingidas.

Além das funcionalidades apontadas, a ferramenta pode ser usada pelo poder público para a promoção de políticas públicas, como a atualização da planta de valores do município (promovendo a justiça tributária), o planejamento necessário para retirar a população das áreas de risco e a realização de obras de infraestrutura para mitigar os problemas causadas por inundações. Um exemplo de política pública relacionada ocorre na cidade de São Paulo, que através da Lei Nº 14.493 de 9 de agosto de 2007 autorizou o poder executivo a conceder isenção ou remissão de impostos a locais atingidos por enchentes ou alagamentos ocorridos no município.

Para o município de Itaquí-RS os sistemas já possuem dados que possibilita simulação e obtenção em tempo real e o projeto é aplicável as demais cidades que sofrem com o mesmo

problema.

Referências

AMORIM, A.; SOUZA, G. H. B.; YAMASHITA, M. C. **Cadastro técnico multifinalitário via internet: um importante instrumento de apoio ao planejamento municipal**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 60, n. 2, 2009.

ARAÚJO, P. V. N.; AMARO, V. E.; SILVA, R. M.; LOPES, A. B. **Delimitation of flood areas based on a calibrated a DEM and geoprocessing: case study on the Uruguay River, Itaquí, southern Brazil**. NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES, v. 19, p. 237-250, 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai**. Brasília, 2006. 132p.

PRIETOS, R. **Prefeitura de Itaguaí concede isenção de IPTU a imóveis atingidos por enchentes**. Jusbrasil, 2020. Disponível em <https://ramonprietos.jusbrasil.com.br/noticias/815447338/prefeitura-de-itagua-i-concede-isencao-de-iptu-a-imoveis-atingidos-por-enchentes?ref=feed>. Acesso em: 12 ago. 2020.

RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005**. 2007. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Área de Concentração em Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SMAD – Sistema de Monitoramento de Alerta de Desastres. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://intranet.sema.rs.gov.br/conteudo/1064/smad---sistema-de-monitoramento-e-alerta-de-desastres> Acesso em: 10 ago. 2020.

SILVA, R. M. **Proposta de metodologia para definição de um modelo digital de elevação para monitoramento de áreas de inundação**. 150p. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete, Alegrete, 2017.

SILVA, R. M.; MOREIRA, V. S.; LOPES, B.L.; ARAÚJO, P. V. N.; CORTES, A. F. **Proposta metodológica de alta acurácia para delimitação de áreas de inundação urbana: um estudo de caso em Itaquí-RS, Brasil**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 43, n. 2, p. 263-276, 2020.