

## ESTIMATIVA DE ÁREAS INUNDADAS EM UMA BACIA TRANSFRONTEIRIÇA COM O MODELO MGB E IMAGENS SENTINEL 1

LUKAS DOS SANTOS BOEIRA<sup>1</sup>; THAIS MAGALHÃES POSSA<sup>2</sup>; JÉSSICA RIBEIRO FONTOURA<sup>3</sup>; GABRIEL BORGES DOS SANTOS<sup>4</sup>; VIVIANE SANTOS SILVA TERRA<sup>5</sup>; GILBERTO LOGUERCIO COLLARES<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas- lukasdossantosboeira@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul- thaispossa03@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul - jessica.ribeirofontoura@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas - gabrielqwsantos@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas- vssterra10@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas- gilbertocollares@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

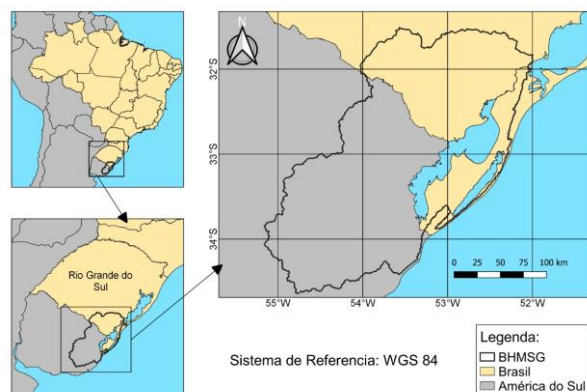
Desastres como enchentes e inundações são os mais frequentes e acabam causando transtornos nas zonas urbanas (GONÇALVES et al., 2021). O mapeamento de áreas de risco de inundação é uma ferramenta de auxílio para reduzir ou evitar tais danos. Geralmente, utilizam-se para o mapeamento das áreas inundadas modelos hidrológicos e/ou hidrodinâmicos. Esses modelos também são capazes de fornecer estimativas de vazão e nível dos rios associados a eventos extremos de máxima (BIERKENS et al., 2015; FLEISCHMANN et al., 2019; FLEISCHMANN et al., 2020; WONGCHUIG et al., 2019).

Um exemplo de modelo hidrológico-hidrodinâmico utilizado para o mapeamento de áreas propensas à inundação é o Modelo de Grandes Bacias (MGB). O MGB estima as áreas inundadas através do modelo de terreno HAND (Height Above Nearest Drainage ou Altura Acima da Drenagem Mais Próxima), na qual, calcula alturas relativas ao rio por meio da diferença entre a altitude extraída do Modelo Digital de Elevação (MDE) e a rede de drenagem, seguindo as direções de fluxo (RENNÓ et al., 2008; NOBRE et al., 2011). Outra alternativa para o levantamento de manchas de inundação é através das imagens de sensores orbitais, mesmo que a presença de nuvens e a dificuldade de coincidir a data de passagem do satélite sobre a área de interesse com o momento de cheia possa prejudicar a identificação das áreas inundadas (ALVES et al., 2020).

A bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG) apresenta grande importância para a região em que se encontra, visto que, é uma bacia transfronteiriça, localizada entre o Brasil e o Uruguai, e suas águas têm grande aporte ao setor econômico da região, destacando-se o cultivo de arroz irrigado (STEINKE; SAITO, 2008). Com isso, o presente estudo objetiva mapear as áreas inundadas por um evento de cheia para bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo usando o Modelo de Grandes Bacias (MGB), verificando seu desempenho ao comparar com áreas inundadas obtidas por imagens de satélite.

### 2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido na BHMSG (Figura 1) que possui uma área total de aproximadamente 62.250 km<sup>2</sup> e localiza-se na costa atlântica da América do Sul, uma bacia transfronteiriça, dos quais 29.250 km<sup>2</sup> (47%) em território brasileiro e 33.000 km<sup>2</sup> (53%) em território uruguaio (SOSINSK, 2009).



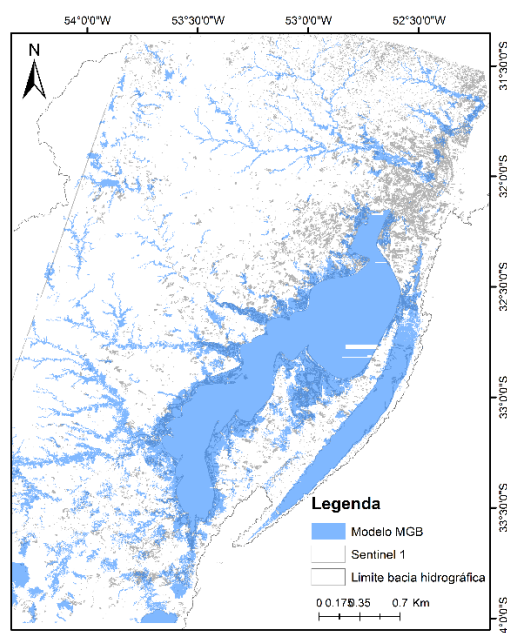
**Figura 1 - Mapa de localização da BHMSG**

Foi selecionado os meses de setembro e outubro de 2015 para geração da mancha de inundação simulada, realizada através do modelo MGB, a partir da cota média do trecho de rio da mini-bacia, empregando a estratégia proposta por POSSA (2019). As imagens de satélite, Sentinel 1, foram obtidas e processadas na plataforma Google Earth Engine e a determinação da área inundada seguiu os passos sugeridos pelas Nações Unidas (UNOOSA, 2021).

Os resultados gerados foram comparados e analisados através da Taxa de acerto - H, Razão de Falso Alarme - F e do Índice de sucesso crítico - C, metodologia proposta por FEWTRELL et al. (2008). Os índices variam de 0 a 1, sendo que para H e C, valores mais próximos a 1 significam a melhor representação da extensão de inundação, por sua vez, para o índice F e, quando mais próximo a 0, menos erros são apresentados nas estimativas de inundação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As manchas de inundação geradas pelo modelo MGB e a imagem de satélite Sentinel 1 para o período de estudo são apresentadas pela Figura 2.



**Figura 2 - Mancha de inundação estimada para o período de estudo pelo modelo MGB e Sentinel 1**

A partir Figura 2 é possível notar que a estimativa gerada pelo MGB apresentou uma semelhança visual com a imagem de satélite para o período em questão. Estudos como de FLEISCHMANN et al. (2017) mostram resultados semelhantes em que o MGB apresentou uma boa representação de áreas inundáveis para grandes planícies de inundação, como por exemplo na Laguna dos Patos. Com isso, foi realizada a comparação através dos índices H, C e F.

No que compete ao índice H, que representa a taxa de acerto da extensão da inundação, ou seja, o quanto a mancha observada está inundada pela mancha simulada, observou-se uma má representação, com uma métrica de 0,29. Por sua vez, o índice F, que indica os falsos alarmes (áreas inundadas onde não foi encontrado na imagem do satélite Sentinel 1) obteve uma métrica  $1,27 \times 10^{-04}$ , mostrando que o modelo MGB obteve uma boa resposta. Por fim, o índice crítico C apresentou um valor 0,13, um valor abaixo do esperado, porém corroborando com o estudo de ALVES et al. (2020) que analisaram a estimativa das áreas inundáveis pelo MGB através do método HAND com imagens do satélite Landsat 5 e obteve métricas semelhantes de F ( $8,76 \times 10^{-06}$ ), C (0,22) e H (0,99) porém, relata em um falso resultado, por conta que a simulação ter apresentado uma grande área inundada e com isso podendo influenciar no cálculo da métrica em questão).

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que, foi possível mapear as áreas inundadas pelo evento de chuva aqui analisado, para a BHMSG, por meio do MGB. A partir dos resultados encontrados, fica evidente a importância da validação das manchas de inundação geradas por modelos hidrológicos e/ou hidrodinâmicos a fim de verificar se está sendo bem representado seus eventos extremos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. E. P.; FAN, F. M.; SIQUEIRA, V. A.; LAIPELT, L. Flood mapping employing local, regional and global scale modeling methods for the Uruguay river. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, 2020.

BIERKENS, M. F. P. et al. Hyper-resolution global hydrological modelling: What is next?: 'Everywhere and locally relevant'. **Hydrol. Process.** 29, 310–320, 2015.

FLEISCHMANN, A. S.; SIQUEIRA, V. A.; FAN, F. M.; PONTES, PAULO R. M.; JARDIM, P.; LOPES, V. A.; SORRIBAS, M.; PAIVA, RODRIGO C. D.; COLLISCHONN, W. Estimativa de áreas inundadas em grandes bacias com o modelo MGB-IPH e pacote de geoprocessamento IPH-Hydro Tools. In: **XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2017, Santos. Anais do XVIII SBSR, 2017.

FLEISCHMANN, A.; PAIVA, R.; COLLISCHONN, W. Can regional to continental river hydrodynamic models be locally relevant? A cross-scale comparison. **J. Hydrol.** X 3, 100027, 2019.

FLEISCHMANN, A.; SIQUEIRA, V. A.; CORREA, S. W.; COLLISCHONN, W.; PAIVA, R. As grandes cheias de 1983 na América do Sul: uma visão através de modelagem hidrológica em escala continental. In: **II Encontro Nacional de Desastres**, 2020. **Anais** do II Encontro Nacional de Desastres, 2020.

FEWTRELL, T. J.; BATES, P. D.; HORRITT, M. S.; HUNTER, N. M. Evaluating the effect of scale in flood inundation modelling in urban environments, **Hydrological Processes**, 22(26), 5107–5118, doi:10.1002/hyp.7148, 2008.

GONÇALVES, G. M. S.; SANTOS, G. B.; BOEIRA, L. S.; LAZUTA, A. M.; BARTELS, G. K.; COLLARES, G. L. Inundações na bacia hidrográfica Taquari-Antas – estudo de caso do município de Encantado-RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 37, p. 52-68, 2021.

NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; HODNETT, M.; RENNÓ, C. D.; RODRIGUES, G.; SILVEIRA, A.; WATERLOO, M.; SALESKA, S. Height above the Nearest Drainage, a hydrologically relevant new terrain model. **Journal Hydrology**, v. 404, n. 1-2, p.13-29, 2011.

POSSA, T. M. **Modelagem hidrológica e hidrodinâmica integrada da bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo com influência do vento**. 2019. 123f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

RENNÓ, C.; NOBRE, A.D; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M. HAND, a new terrain descriptor using SRTM DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 9, p. 3469-3481, 2008.

SOSINSKI, L. T. W. Caracterização da Bacia Hidrográfica Mirim - São Gonçalo e o uso dos recursos naturais. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, 35 p. 2009.

STEINKE, V. A.; SAITO, C. H. Exportação de carga poluidora para identificação de áreas úmidas sob risco ambiental na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim. **Sociedade & Natureza (UFU. Impresso)**, v. 20, p. 43-67, 2008.

UNOOSA- United Nations Office for Outer Space Affairs. **Step-by-Step: Recommended Practice: Flood Mapping and Damage Assessment using Sentinel-1 SAR data in Google Earth Engine**. Disponível em: <https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-google-earth-engine-flood-mapping/step-by-step>. Acesso em: 05 de agosto de 2021.

WONGCHUIG, S. C.; DE PAIVA, R. C. D.; SIQUEIRA, V.; COLLISCHONN, W. Hydrological reanalysis across the 20th century: A case study of the Amazon Basin. **J. Hydrol.** 570, 755-773, 2019.