MANCHA DE INUNDAÇÃO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA EM MUNICÍPIOS DA RMPOA

Letícia Figueiredo Sartorio [1], Marcos Wellaussen Dias de Freitas [2]

[1]Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, leticia.sartorio98@gmail.com;
[2]Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mfreitas@ufrgs.br

RESUMO

Diversos municípios do Rio Grande do Sul foram impactados por enxurradas, inundações e deslizamentos de terra devido a elevada taxa de precipitação que ocorreu entre abril e maio de 2024. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo gerar a mancha de inundação observada e a área diretamente afetada – ADA em alguns municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPOA. Para tal, foram utilizadas imagens Planet de alta resolução espacial da data de 6 de maio de 2024, um dia após o pico de inundação registrado. Nesta foi aplicada a técnica de segmentação de imagens e o classificador Random Forest, seguido por processamento vetorial da mancha produzida. A mancha de inundação possibilita visualizar a magnitude do evento e a geração da ADA permitiu mensurar corretamente as áreas e estabelecimentos atingidos, já que a mancha de inundação representa a área observada, o que pode excluir quadras e construções internas.

Palavras-chave — Planet, Classificação, GEOBIA.

ABSTRACT

Several municipalities in Rio Grande do Sul were impacted by flooding and landslides due to the high rainfall rate that occurred between April and May 2024. The aim of this study is to generate the observed flood spot and the directly affected area (ADA) in some municipalities in the Porto Alegre Metropolitan Region (RMPOA). To this end, we used high spatial resolution Planet images from May 6, 2024, one day after the peak flooding. The image segmentation technique and Random Forest classifier were applied, followed by vector processing of the map produced. The flood map makes it possible to visualize the magnitude of the event and the generation of the ADA made it possible to correctly measure the areas and establishments affected, since the flood map represents the observed area, which can exclude blocks and internal constructions.

Key words — *Planet, classification, GEOBIA.*

1. INTRODUÇÃO

Diversos municípios do Rio Grande do Sul foram impactados por enxurradas, inundações e deslizamentos de terra devido a elevada taxa de precipitação que ocorreu entre abril e maio de 2024, o que causou enormes prejuízos socioeconômicos e perdas de vida. A significativa quantidade de precipitação registrada causou uma rápida subida do nível dos rios nas áreas de serra e inundações longas e de grande magnitude espacial nas porções mais baixas do estado, como na capital Porto Alegre e nos municípios do entorno da Laguna dos Patos. Por conta disso, este evento é classificado como o maior desastre climático registrado no Rio Grande do Sul com graves consequências socioeconômicas [1].

A nota técnica elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM apresenta que o nível máximo atingido pelo Guaíba em Porto Alegre/RS no Cais Mauá foi de 5,37 m e na Usina do Gasômetro de 4,59 m. Sendo que que o pico da inundação ocorreu no dia 5 de maio de 2024 [2]. O uso de imagens de sensoriamento remoto e a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens permitem a produção de mapeamento rápidos para mensurar a área atingida pela inundação e quantificar os danos causados e populações afetadas.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo gerar a mancha de inundação observada e a área diretamente afetada – ADA em alguns municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPOA a partir de imagens Planet de alta resolução espacial da data de 6 de maio de 2024, um dia após o pico máximo de inundação registrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na Figura 1 é possível visualizar a área de estudo que abarca alguns municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre e a imagem analisada. Os municípios abrangidos são: Porto Alegre, Canoas, Cachoeirinha, Sapucaia do Sul, Novo Hamburgo, Alvorada, Gravataí, e porções de demais municípios. A imagem Planet utilizada no mapeamento da mancha de inundação na Região metropolitana de Porto Alegre é da data de 6 de maio de 2024. Esta apresenta quatro bandas espectrais: azul, verde, vermelho e infravermelho próximo.

A primeira etapa para o mapeamento da mancha de inundação a partir da imagem Planet correspondeu a aplicação da técnica de Análise de Componentes Principais (ACP) no software Erdas Image, com a seleção das três primeiras componentes principais. ACP é tradicionalmente utilizada em imagens de sensoriamento remoto para remover a redundância de informação existente entre as bandas espectrais, as descorrelacionado. Esse processamento realça

os alvos existentes na cena, facilitando a sua identificação e posterior classificação. Assim, a última componente principal foi descartada por apresentar os ruídos da cena e ter baixa porcentagem de variância explicada [3] [4] [5].

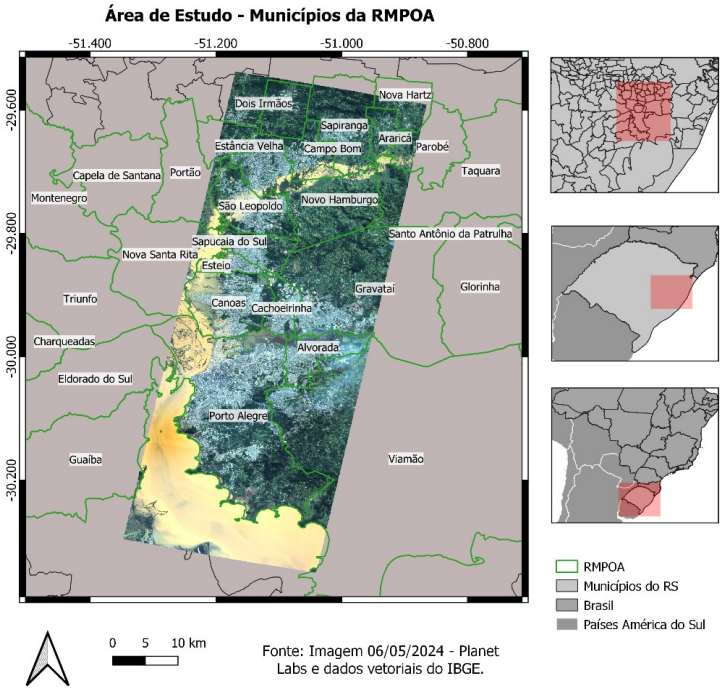

Figura 1. Área de Estudo e Imagem Planet Analisada.

As quatro bandas espectrais e as três componentes principais foram inseridas conjuntamente no software E-Cognition. Neste foi realizada uma segmentação multirresolução com base em GEOBIA, em que *pixels* similares foram agrupados para formar objetos geográficos [6].

Na primeira etapa de segmentação foi utilizada como parâmetro de escala o valor 20, para a compacidade 0,5 e para a forma 0,8. Na segunda etapa somente o valor da escala foi alterado, passando para 50. Estes foram definidos por meio de testes empíricos. Após a conclusão da segmentação, foram coletadas amostras das classes de interesse, estas foram: área urbana, agropecuária, formação florestal, água, água com sedimentos em suspensão, e solo exposto. Ao mínimo 30 amostras que representassem cada classe foram coletadas, distribuídas por toda a cena. Em seguida, os objetos gerados foram exportados em formato vetorial, em que métricas referente às bandas espectrais foram adicionadas na tabela de atributo e a informação referente a classes das amostras.

Este arquivo gerado foi introduzido no software RStudio, onde a classificação da imagem foi performada utilizando o algoritmo de aprendizado de máquina Random Forest. O algoritmo se caracteriza por ser não paramétrico e utilizar diversas árvores de decisão, e assim produzir resultados mais precisos. Sendo que 70% das amostras coletadas foram utilizadas para treinamento e 30% para a validação da classificação. Para a análise de acurácia foi aplicada a matriz de confusão.

As etapas a seguir de processamento vetorial e produção cartográfica foram executadas nos softwares ArcMap 10.8 e no QGIS 3.10.4. Assim, com a classificação concluída, as classes de água foram selecionadas e extraídas, e para formar a mancha de inundação observada foram removidos os corpos hídricos existentes a partir do dado da FEPAM [7]. Para gerar a área diretamente afeta – ADA [8] foi realizado o processo de agregação dos polígonos próximos (distância de 200 metros) seguida pela eliminação de partes internas do polígono, gerando assim um polígono homogêneo internamente. Após, foi calculada a área em quilômetros quadrados (km²) da mancha de inundação observada e da área diretamente afetada fazendo uso da projeção UTM zona 22S. Os dados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE de 2022 [9] foram utilizados para calcular os endereços por espécie que possuíam intersecção com a ADA, e assim estimar a contagem de endereços atingidos na área de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a mancha de inundação observada gerada e um zoom da mesma em Porto Alegre/RS com a imagem base. A Figura 3 apresenta o mapa da ADA e a mesma com zoom com a imagem Planet utilizada.

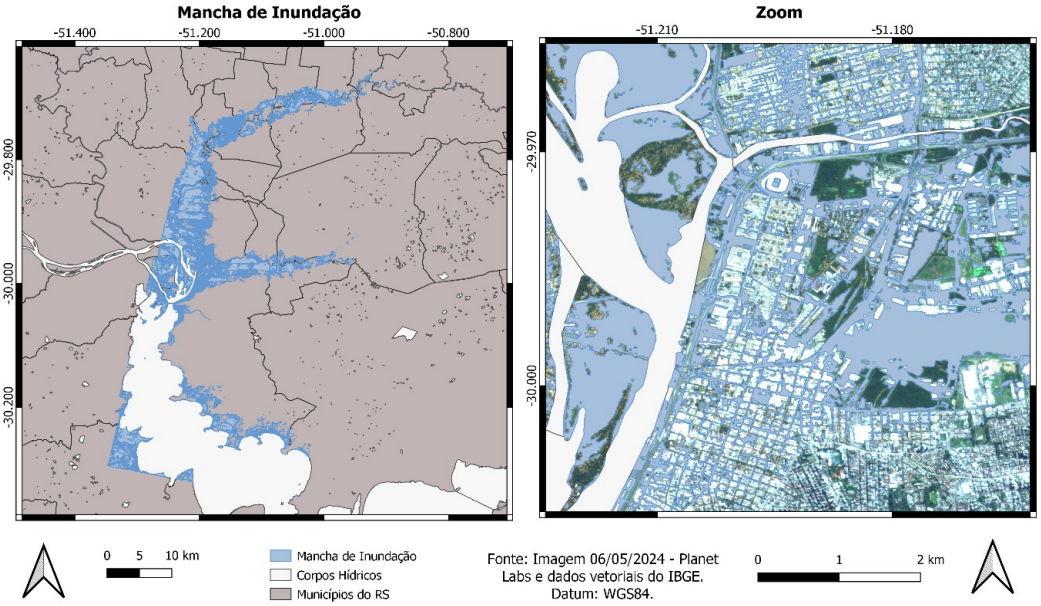

Figura 2. Mancha de Inundação Observada e Zoom em Porto Alegre.

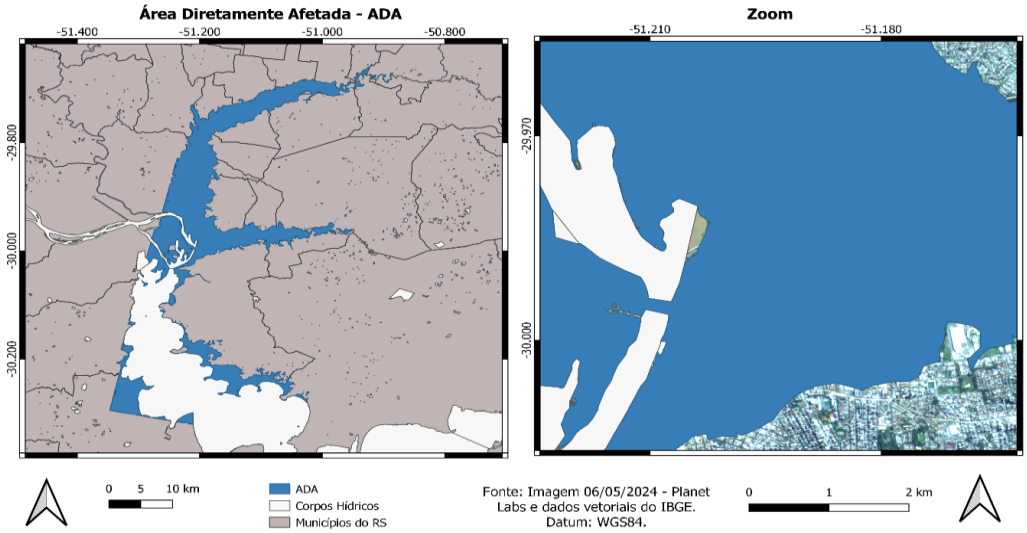

Figura 3. Área Diretamente Afetada e Zoom em Porto Alegre.

A acurácia global dessa classificação apresentou valor de 90% de acerto, com baixas taxas de confusão entre as classes amostradas. Um desafio no processo de classificação desta cena foi a existência de diferentes tipos de água, uma com tons mais escuros, nas proximidades de Cachoeirinha/RS, e uma água com muito sedimento em suspensão (amarelada) no Guaíba. Por ser uma mancha observada apresenta os topos das construções. Esta mancha de inundação apresenta uma área de 218.197 km². Ressalta-se a partir da Figua 2 o significativo impacto causado pela enchente em maio de 2024. A ADA apreseta uma área de 423.032 km². O que destaca a importância de se utilizar a ADA, ao invés da mancha no registro de áreas atingidas.

A Tabela 1 apresenta a contagem por espécie dos endereços do CNEFE 2022 que estão localizados dentro da ADA produzida para a inundação de maio de 2024. Destaca-se o elevado número de residência afetadas, o que demonstra os enormes impactos causados nesta área por este evento climático extremo. Que resultou na perda de 183 vidas e em 2.398.255 de pessoas impactadas diretamente ou indiretamente em todo Rio Grande do Sul [10]. Ademais, destaca-se que 486 estabelecimentos de saúde foram afetados, o que agravou a situação durante o evento extremo,

dificultando o acesso a população à atendimentos de serviços de saúde.

Endereços CNEFE 2022	Contagem
Residências	221201
Saúde	486
Ensino	414
Religioso	946
Agropecuária	114

Tabela 1. Endereços CNEFE na ADA.

Outros trabalhos [1, 11] também produziram manchas de inundação e ADA para o estado do Rio Grande do Sul para o evento de maio de 2024, mas aplicando abordagens distintas. Em [1] foram utilizadas imagens Sentinel-1 e Sentinel-2, em que a mancha foi extraída por meio de métodos de detecção de mudanças, como limiar e agrupamento. Por outro lado, em [11] a mancha de inundação foi produzida por meio da integração de imagens ópticas e de modelos digital do terreno. A abordagem aqui desenvolvida se diferencia pela escala e pelo uso da GEOBIA e da PCA, visando uma melhor separação entre a área inundada com a infraestrutura urbana.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho produziu a mancha de inundação e a área diretamente afetada para alguns municípios da RMPOA a partir da imagem Planet, um dia após o pico registrado da inundação. Ressalta-se a importância do uso de imagens obtidas por satélites para uma resposta rápida frente a eventos climáticos extremos de grande magnitude espacial e temporal. A mancha de inundação possibilita visualizar a maginutude do evento e a geração da ADA permitiu mensurar corretamente as áreas e estabelecimentos atingidos, já que a mancha de inundação representa a área observada, o que pode excluir quadras e construções internas.

5. REFERÊNCIAS

[1] E. L. da Fonseca, E. J. Weber, H. Hasenack, W. Silva, V. Mesquita, E. V. Martin, J. Schirmbeck, J. Siqueira, B. Ferreira, P. Teixeira Jr., T. Azevedo, and J. Shimbo. Nota Técnica: Os impactos do evento climático de maio de 2024 sobre a cobertura e o uso da terra no Rio Grande do Sul. MapBiomas, 2024. 25 p.

[2] A. de O. Germano, D. Lamberty, E. D. Silva, F. Turco Buffon, and M. C. R. Pedrollo. Nota técnica: avaliação indireta do nível máximo do Guaíba na região central de Porto Alegre entre as estações Cais Mauá C6 e Usina do Gasômetro. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2024. 27 p.

[3] R. P. Gupta, R. K. Tiwari, V. Saini, and N. Srivastava. A simplified approach for interpreting principal component images, *Advances in Remote Sensing*, v. 2, n. 2, 2013. DOI: 10.4236/ars.2013.22015.

[4] I. T. Jolliffe and J. Cadima. Principal component analysis: a review and recent developments, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 374, n. 2065, p. 20150202, 2016. DOI: 10.1098/rsta.2015.0202.

[5] L. F. Sartorio, M. J. Varnier, L. D. S. Felippe, D. C. Zanotta, M. W. D. de Freitas, and A. E. B. Grondona. Análise Comparativa Entre o Uso de Bandas Espectrais e o Uso da Análise de Componentes Principais (ACP) na Classificação de Uso e Cobertura da Terra, *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 75, 2023. DOI: 10.14393/rbcv75n0a-68010.

[6] C. Kwenda, M. V. Gwetu, and J. V. Fonou-Dombeu. A critical survey of GEOBIA methods for forest image detection and classification, *Geocarto International*, 38(1), 2256302, 2023.

[7] FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessle. Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:25.000 – BCRS25, 2018. Disponível em: http://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/. Acesso em: fev. 2023.

[8] BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa n° 125, de 18 de outubro de 2006. Dispõe sobre os procedimentos de controle ambiental. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 out. 2006. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2006/in_ibama_125_2006_revogada_recifesartificiais_revogada_in_ibama_22_2009.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

[9] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022: características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. Disponível em: https://censo2020.ibge.gov.br/. Acesso em: 24 ago. 2024.

[10] DEFESA CIVIL. Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS 20/8, 9h. 2024. Disponível em: https://www.estado.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-20-8. Acesso em: 02 set. 2024.

[11] Possantti et al. (2024). **Banco de dados das cheias na Região Hidrográfica do Lago Guaíba em Maio de 2024** [Data set]. Zenodo. https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.11164049