

Avaliação de Variáveis Orbitais na Previsão de Queimadas com Random Forest e XGBoost

Igor Steven de Sousa Rocha¹, William Rodrigo Dal Poz¹, Júlio César de Oliveira¹

ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima

Categoria: Pesquisa

Introdução

As queimadas constituem um fenômeno mundial com profundos impactos ambientais, climáticos, sociais e econômicos, e no Brasil esse cenário se repete, especialmente na Amazônia e no Cerrado, devido à expansão agrícola e ao uso inadequado do solo. O Pará foi o estado que mais queimou em 2023 e 2024, de acordo com o MapBiomas. A crescente disponibilidade de imagens orbitais e séries temporais tem possibilitado análises integrando variáveis espectrais, climáticas e topográficas para compreender e prever a ocorrência de queimadas. Satélites como MODIS, Sentinel-2, Landsat, ASTER, além de satélites meteorológicos e missões como a SRTM, fornecem variáveis essenciais para compreender a ecologia do fogo. Aliadas a isso, técnicas de Aprendizado de Máquina e Inteligência Artificial, consolidam-se como ferramentas eficazes para a modelagem preditiva da ocorrência de queimadas.

Objetivos

O presente trabalho visa aplicar e comparar a importância das variáveis espectrais, climáticas, topográficas e índices espaciais utilizando os algoritmos de aprendizado supervisionado, Random Forest (RF) e XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*), na previsão da ocorrência de queimadas para o ano de 2023, com foco no município de São Félix do Xingu (PA), um dos mais afetados com as queimadas em 2023 e líder do ranking nacional em 2024 (MAPBIOMAS, 2024).

Material e Métodos ou Metodologia

A coleção de imagens orbitais adquiridas para compor as variáveis preditivas e alvo para o ano de 2023 foi obtida a partir das fontes Landsat 8, ERA5-Land, SRTM e MapBiomas Fire. A Figura 1 apresenta as etapas realizadas para previsão.

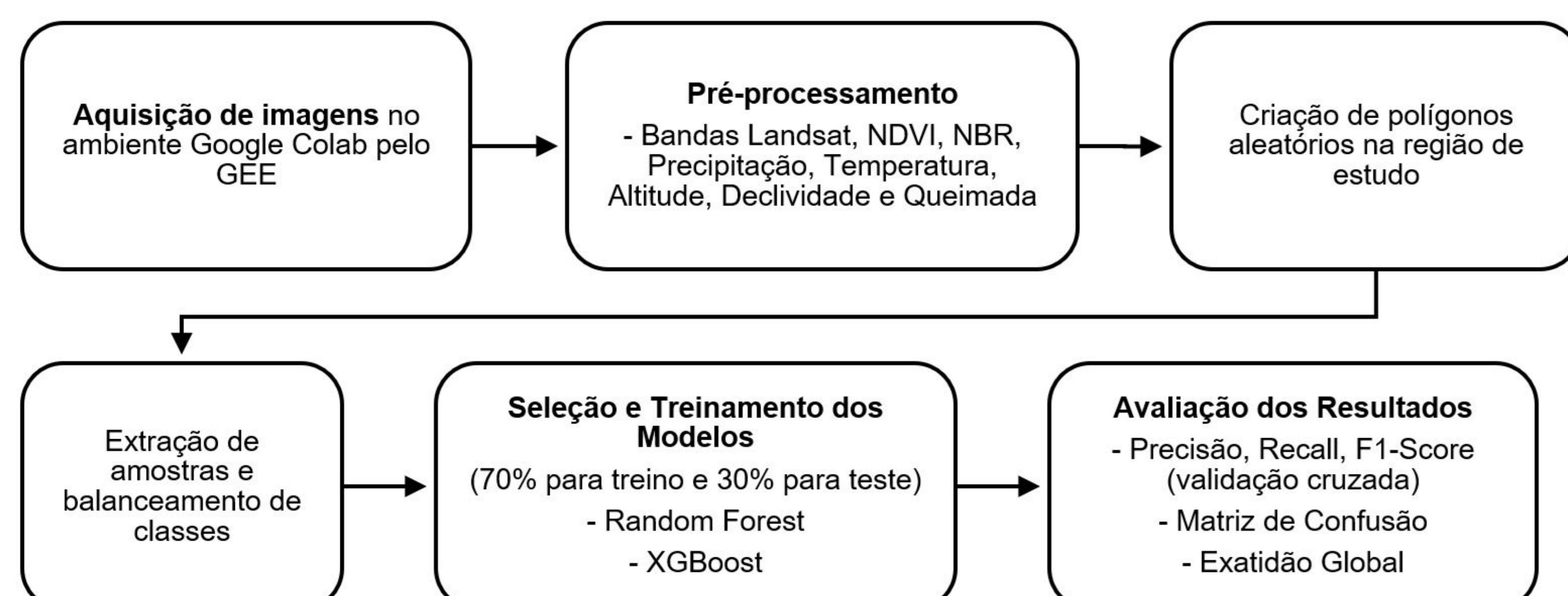


Figura 1. Fluxograma de atividade

Apoio Financeiro

Resultados e/ou Ações Desenvolvidas

A validação cruzada (5 pastas) mostrou que ambos os modelos, RF e XGBoost, tiveram bom desempenho, com destaque para o RF, que obteve maior recall (0,90) e F1-score (0,85), enquanto o XGBoost foi mais estável. O índice de separabilidade indicou que NBR, banda Termal e Vermelho tiveram maior capacidade discriminatória, enquanto temperatura, elevação e precipitação apresentaram baixa influência. Na análise de importância, o RF destacou Vermelho, Termal e NDVI, enquanto o XGBoost priorizou Vermelho, NDVI e SWIR1, confirmando a predominância das variáveis espectrais. O NBR, apesar de relevante, ficou em posições secundárias, e as variáveis climáticas e topográficas mostraram baixa importância. As matrizes de confusão apontaram melhor desempenho do RF (84%) em relação ao XGBoost (78%), com menor número de erros, reforçando sua maior eficácia na identificação de áreas queimadas.

Conclusões

Conclui-se que a metodologia adotada, baseada em dados espectrais do Landsat 8, variáveis derivadas e informações climáticas e topográficas, mostrou-se eficaz na detecção de áreas queimadas em São Félix do Xingu. Os modelos de aprendizado de máquina RF e XGBoost apresentaram bom desempenho, sendo o RF ligeiramente superior no equilíbrio entre recall e F1-score, além de maior exatidão global (84% contra 74%), enquanto o XGBoost se destaca pela estabilidade entre repetições. A análise do índice de separabilidade e da importância das variáveis confirmou a predominância das informações espectrais, sobretudo NBR, Termal, Vermelho e NDVI, enquanto variáveis climáticas e topográficas tiveram influência reduzida.

Bibliografia

- CHEN, Y.; MORTON, D. C.; RANDERSON, J. T. Remote sensing for wildfire monitoring: insights into burned area, emissions, and fire dynamics. *One Earth*, v. 7, p. 1022-1028, 2024. DOI: 10.1016/j.oneear.2024.05.014.
- DE OLIVEIRA, A. C. et al. Classificação supervisionada de áreas queimadas do Cerrado utilizando atributos espectrais provenientes de séries temporais do sensor WFI. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 76, p. 1, 2024.
- JÚNIOR, C. R. S. et al. Estimativa de produtividade de arroz utilizando o algoritmo Random Forest no Google Earth Engine com imagens Sentinel-2. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 16, n. 4, p. 684-695, 2022. DOI: 10.7127/rbai.v16n4001333.
- MAPBIOMAS. Brasil queimou área maior que o Acre em 2023. MapBiomas Brasil, 19 jan. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/01/19/brasil-queimou-area-maior-que-o-acre-em-2023/>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- STROPIPIANA, D. et al. A fully automatic, interpretable and adaptive machine learning approach to map burned area from remote sensing. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 10, n. 8, p. 546, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi10080546>.