

## Análise das fitofisionomias amazônicas utilizando dados LiDAR do GEDI e SAR do Sentinel-1

Igor Magalhães de Oliveira<sup>1</sup>, Alexandre Simões Lorenzon<sup>2</sup>, Ernani Lopes Possato<sup>3</sup>, Rodrigo Vieira Leite

(1) DEF/UFV igor.m@ufv.br; (2) DEF/UFV alexandre.lorenzon@ufv.br; (3) DEF/UFV ernani.possato@ufv.br; (4) NASA rodrigo.vieiraleite@nasa.gov

Categoria: Pesquisa | Área temática: Dimensões Ambientais (ODS 15)

### Introdução

A Amazônia é um dos biomas mais estratégicos do planeta, tanto pela sua extensão quanto pelos serviços ecossistêmicos que oferece. Abriga diferentes fitofisionomias, de florestas densas a savanas e campinaranas (IBGE, 2012). Compreender essa heterogeneidade estrutural é crucial para políticas de conservação e projetos de carbono na região. A vastidão do bioma e a dificuldade de acesso tornam indispensáveis métodos de sensoriamento remoto. Nesse contexto, os programas Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) e Sentinel-1 fornecem sensores orbitais capazes de caracterizar a estrutura vertical da vegetação e apoiar estudos sobre a dinâmica florestal amazônica (Dubayah et al., 2020; Carreiras et al., 2020).

### Objetivos

- Identificar as variáveis mais relevantes derivadas dos sensores GEDI e Sentinel-1 para discriminação das fitofisionomias amazônicas;
- Avaliar a eficiência dos algoritmos Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), XGBoost e k-means na classificação das fitofisionomias;
- Investigar a contribuição individual e combinada dos sensores para melhorar a acurácia de classificação;
- Analisar os efeitos da sazonalidade sobre a sensibilidade dos sensores e diferenciação das fitofisionomias.

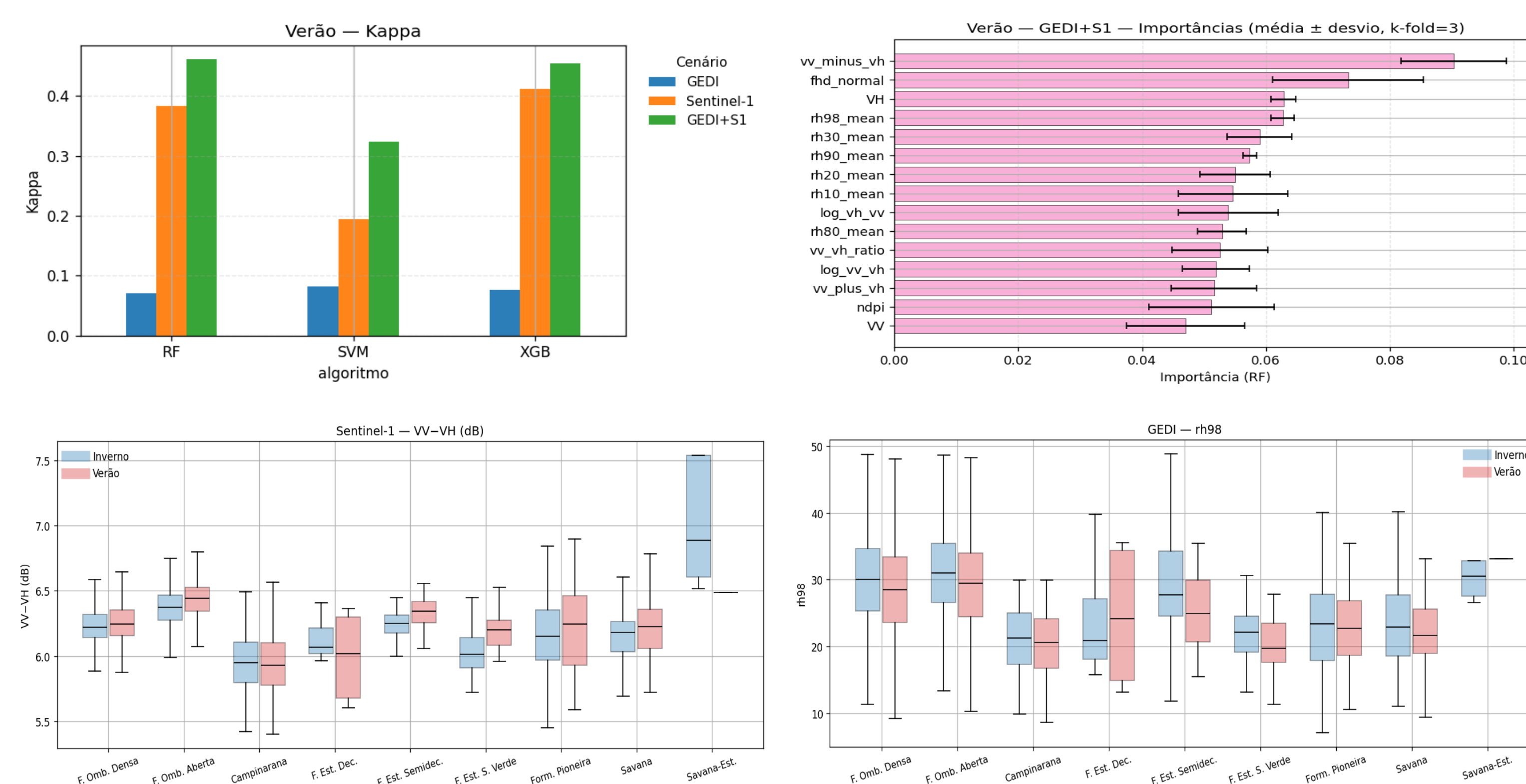
### Material e Métodos

O estudo abrangeu todo o bioma amazônico brasileiro, considerando as principais fitofisionomias descritas pelo IBGE. Foram utilizados dados do período de verão e inverno entre 2019 e 2023, do GEDI (rh 10 a 98, PAI, fhd\_normal, energy\_total, pgap\_theta) e do Sentinel-1 ( $\sigma^0$ VV,  $\sigma^0$ VH, VV/VH, VV-VH, NDPI, logVV, logVH), integrados em células regulares de 1 km<sup>2</sup>. O pré-processamento incluiu filtros de qualidade (sensitivity  $\geq 0,95$ ; quality\_flag = 1; degrade\_flag = 0, speckle), remoção de áreas antrópicas, com margem de 1km via buffer e exclusão de áreas de ecótono e transição, assegurando a representatividade ecológica das amostras (MapBiomas, 2023; IBGE, 2012). As variáveis derivadas dos sensores foram agregadas por célula e associadas à classe fitofisionômica correspondente, de acordo com o IBGE. Os dados finais foram analisados combinando estatísticas descritivas, algoritmos supervisionados (Random Forest, SVM, XGBoost) e não supervisionados (K-means), com estratégias de balanceamento amostral e validação cruzada estratificada.

### Apoio Financeiro



### Resultados



Foi possível observar que a sazonalidade interfere nos parâmetros e na precisão dos modelos supervisionados. O Sentinel-1 obteve melhor precisão na classificação, enquanto o cenário GEDI+S1 superou os sensores isolados em ambas as estações. Na seleção de atributos, VV-VH e VH (S1), bem como rh98 e FHD (GEDI), emergiram entre as variáveis mais informativas. As matrizes de confusão mostraram maiores acertos em Floresta Ombrófila Densa/Aberta e maior confusão entre formações estacionais e campinaranas quando um único sensor é utilizado. No modelo não supervisionado, a análise de Silhouette indicou  $k \approx 5$  como melhor número de classes (0,4), indicando confusão entre formações estacionais, campinaranas e formação pioneira.

### Conclusões

A integração GEDI+Sentinel-1 melhora a discriminação de fitofisionomias amazônicas, ao combinar métricas de estrutura vertical do dossel com retroespalhamento volumétrico. Além disso, a sazonalidade possui efeito que influencia as métricas dos sensores e a precisão dos modelos, com melhora no período de verão.

### Bibliografia

- CARREIRAS, J. M. B.; QUEGAN, S.; COOKE, D. Textural analysis of Sentinel-1 SAR data for forest characterization in the Amazon. Remote Sensing of Environment, v. 240, p. 111-116, 2020.
- DUBAYAH, R.; BLAIR, J. B.; GOETZ, S. J.; FATTEBERT, J.; HOFON, M.; et al. The Global Ecosystem Dynamics Investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. Science of Remote Sensing, v. 1, 100002, 2020.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas - Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. São Paulo: MapBiomas, 2023