

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DO SATÉLITE AMAZONIA-1 NO MAPEAMENTO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS

Vinício Crissafe dos Santos Lemos, Bruno Fernandes Teodoro, Letícia Chierici Almeida, Rubno Silvestre Frago dos Reis, Jéferson Luiz Ferrari.

Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47, Distrito de Rive, Alegre/ES, CEP: 29500-000 - Brasil, crissafevinicio123@gmail.com, brunobruno10047@gmail.com, chiericileticia@gmail.com, rubnoreis1@gmail.com, ferrarijl@ifes.edu.br.

Resumo

O Amazonia-1 é o primeiro satélite de Observação da Terra completamente projetado, integrado, testado e operado pelo Brasil. Os dados gerados contribuem para o monitoramento do uso e ocupação do solo. Este estudo teve como objetivo analisar o potencial das imagens do satélite Amazonia-1 para o mapeamento de fragmentos florestais, empregando técnicas de classificação supervisionada, na bacia hidrográfica do córrego Horizonte, localizada no município de Alegre, ES. Utilizando o software QGIS, as imagens do satélite Amazonia-1 foram processadas para a geração de composições RGB e falsa cor com IVP, visando otimizar a diferenciação espectral das classes de uso e ocupação do solo. Na etapa seguinte foram coletadas amostras de treinamento para as classes de "fragmento florestal" e não "fragmento florestal". Com base nessas amostras, realizou-se a classificação supervisionada utilizando o algoritmo Gaussiano. Por fim, a qualidade do mapeamento foi avaliada por meio do cálculo da acurácia global e do índice Kappa, que apresentaram valores de 84% e 68% respectivamente, classificando-a como muito boa.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Uso e ocupação do solo; Classificação supervisionada de imagens; QGIS e Índice Kappa.

Área do Conhecimento: Agronomia.

Introdução

O Amazonia-1 é o primeiro satélite de observação da Terra inteiramente projetado, integrado, testado e operado pelo Brasil. Construído em parceria com empresas públicas e privadas, onde fornece dados (imagens) de sensoriamento remoto para observar e monitorar o desmatamento especialmente na região amazônica e, também, a diversificada agricultura em todo o território nacional com uma alta taxa de revisita, buscando atuar em sinergia com os programas ambientais existentes. Os dados gerados serão úteis para atender, ainda, outras aplicações correlatas, tais como: monitoramento da região costeira, reservatórios de água, florestas naturais e cultivadas, desastres ambientais, entre outros. (INPE, 2024).

A integração do sensoriamento remoto, do monitoramento do uso e ocupação do solo e dos sistemas de informações geográficas (SIG) tem se consolidado como uma abordagem fundamental no campo das geotecnologias (Kux; Blaschke, 2007; Ferrari et al. 2012). Essa sinergia é impulsionada pela eficiência e precisão dos produtos gerados, que oferecem resultados com alto nível de acurácia e agilidade. Nesse contexto, as imagens de satélite como as obtidas pelo Amazonia-1, são amplamente utilizadas, pois oferecem um fluxo contínuo de dados orbitais, o que permite a geração de resultados atualizados de forma consistente.

A classificação de imagens é um dos métodos mais relevantes no processamento digital de imagens em sensoriamento remoto, sendo amplamente empregada para diversos tipos de mapeamento, em especial, no uso e ocupação do solo. Essa técnica consiste na identificação de classes ou feições na imagem a partir de uma amostra de referência fornecida pelo usuário. Nela, um algoritmo analisa os valores espectrais (matrizes de pixels) dos alvos de interesse e os compara com o restante da imagem, onde rotula cada pixel com a classe à qual ele pertence, gerando um mapa temático com alta precisão e agilidade (Moreira, 2011; De Sousa; Giongo, 2022).

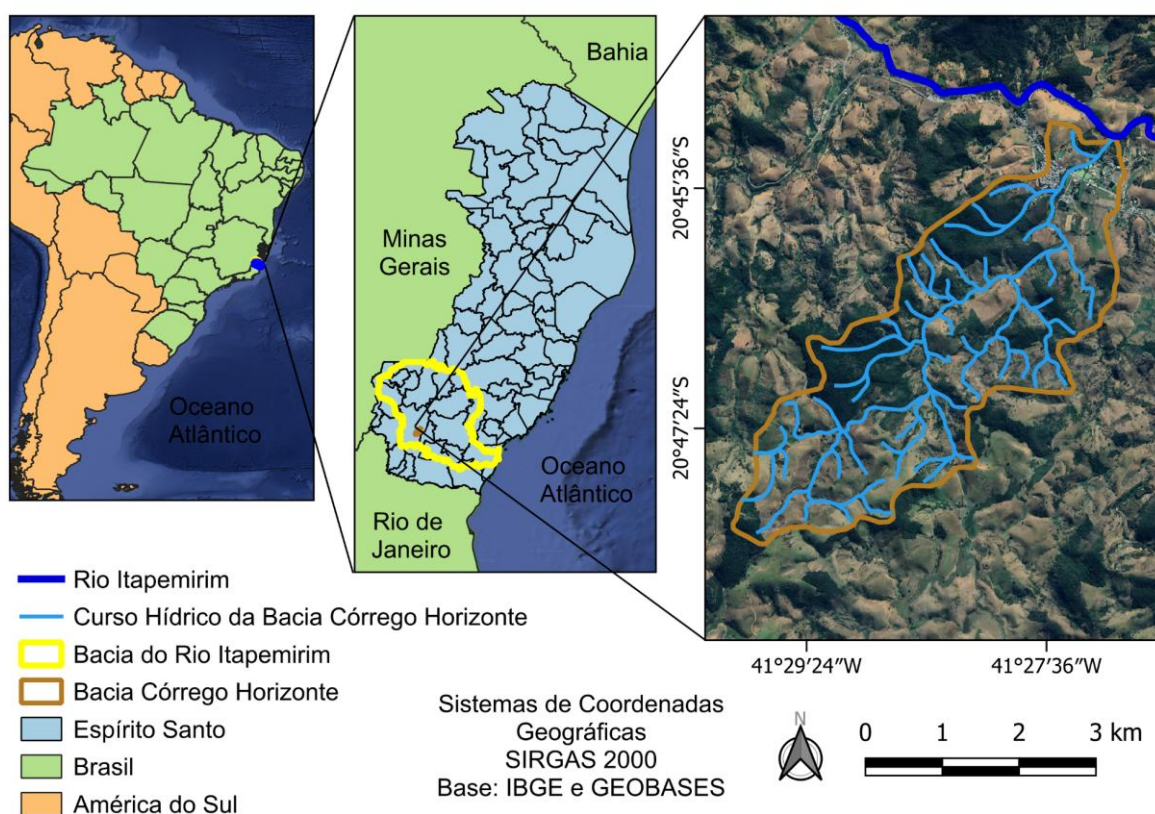
A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Este estudo teve como objetivo analisar o potencial das imagens do satélite Amazonia-1 para o mapeamento de fragmentos florestais, empregando técnicas de classificação supervisionada, na bacia hidrográfica do córrego Horizonte, localizada no município de Alegre, ES.

Metodologia

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do córrego Horizonte, localizada no município de Alegre, Espírito Santo, Brasil (Figura 1). De acordo com Ferrari et al. (2013), a bacia possui 13,17 km², apresenta formato alongado e relevo fortemente ondulado, com declividade média de 24,58% e altitudes variando entre 120 e 680 m. A rede de drenagem é do tipo dendrítico, com hierarquia fluvial de 3ª ordem e curso principal com 9,93 km de extensão, desaguando no rio Itapemirim. A bacia em estudo pertence ao bioma Mata Atlântica, segundo Bezerra et al. (2011).

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: os autores (2025).

Para o processamento, foram utilizadas imagens do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), captadas pelo sensor WFI (Wide Field Imager). Essas imagens cobrem o espectro visível, com as bandas espectrais 1 (azul), 2 (verde) e 3 (vermelho). O nível de processamento selecionado foi o L4, que garante que as imagens estejam ortoretificadas, corrigindo distorções geométricas e topográficas. A imagem selecionada corresponde a data de 19 de novembro de 2024.

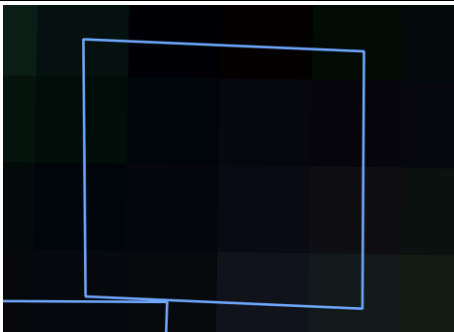
A aquisição dos shapefile referente às delimitações de territórios de comunidades, municípios e países foi feita por meio do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em um ambiente computacional, utilizando o *software* QGIS (QGIS Development Team, 2024), foi realizada a composição colorida (RGB) e de falsa cor com infravermelho (IVP), visando otimizar a diferenciação espectral das classes de uso e ocupação do solo.

O passo seguinte consistiu na identificação das classes de uso e cobertura da terra em análise. Para isso, foi elaborada uma camada *shapefile* do tipo polígono, denominada "treinamento", contendo duas classificações: 1 para "Fragmento Florestal" e 2 para "Não Fragmento Florestal", que corresponde às demais classes. A identificação dessas classes dentro da bacia hidrográfica foi

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

realizada por meio de fotointerpretação em tela, utilizando como suporte imagens do Google Satélite. Exemplos das amostras de treinamento obtidas por esse procedimento estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1 – Amostras de classes de uso e cobertura da terra para o treinamento da classificação

Classes	Imagens	
	Amazonia-1	Google Satélite
Fragmento Florestal		
Não Fragmento Florestal		

Fonte: os autores (2025).

As feições apresentadas na Tabela 1, correspondem às amostragens correspondentes às classes em estudo. Em etapa posterior, realizou-se a classificação supervisionada das imagens por meio da ferramenta de classificação do *plugin* dzetsaka : Classification tool (Karasiak, 2021). Para esse processo, foi utilizado o raster RGB como base, e para a classificação o *shapefile* de treinamento como área de interesse, aplicando-se o algoritmo Gaussian Mixture Model (Modelo de Mistura Gaussiana), denominado neste trabalho por Gaussiano..

Para identificar se a classificação foi eficiente, utilizou-se a metodologia proposta por Cohen (1960), onde dita a existência de alguns índices estatísticos no qual julga a acurácia de uma classificação, um deles é o índice Kappa, que mede a concordância da predição com a verdadeira classe, comparando uma precisão observada com uma precisão esperada, considerando a chance aleatória de classificação correta. Portanto, criou-se 50 pontos amostrais dentro da área de estudo realizando em seguida a acurácia da classificação e posteriormente os cálculos do índice Kappa conforme propõe a metodologia proposta por Cohen (1960).

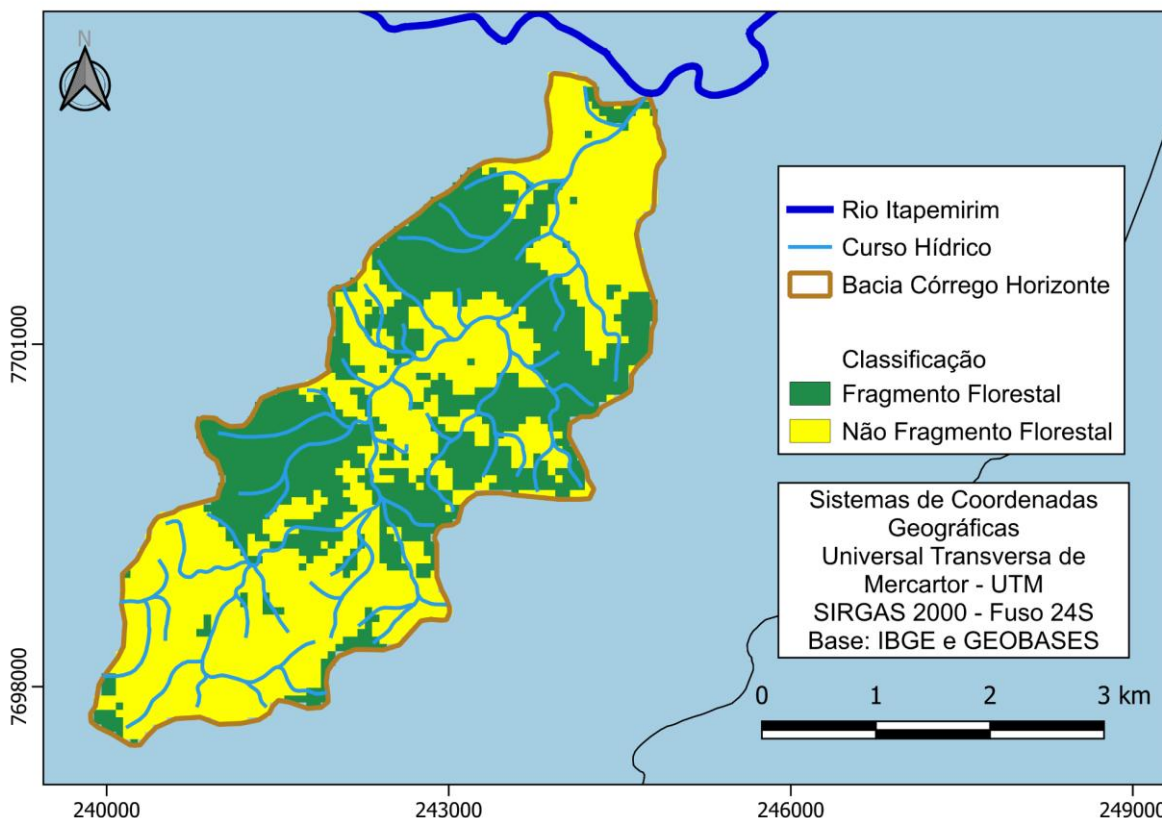
Para mensurar a área classificada, foi utilizado o sistema de informações geográficas (SIG) GRASS, livre e de código aberto integrado ao QGIS, utilizando a ferramenta *r.report*. Contudo, finalizando os processos metodológicos, foi realizada a modelagem dos processos realizados no presente trabalho e ilustrado nos resultados abaixo.

Resultados

Na Figura 2 apresenta o resultado da classificação supervisionada de imagens do satélite Amazonia-1, onde a cor verde representa áreas de fragmentos florestais e em amarelo representa as classes de não fragmentos florestais.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura 2 – Resultado da classificação de fragmentos florestais e não fragmentos florestais na bacia hidrográfica do córrego Horizonte.



Fonte: os autores (2025).

A Tabela 2 confere aos resultados da acurácia dos pontos amostrados e a Tabela 3 corresponde às áreas encontradas no processo de classificação apresentado na figura acima.

Tabela 2 - Acurácia da classificação de fragmentos florestais e não fragmentos florestais na na bacia hidrográfica do córrego Horizonte

Classificado	Referência	
	Fragmento Florestal	Não Fragmento Florestal
Fragmento Florestal	19	5
Não Fragmento Florestal	3	23

Fonte: os autores (2025).

Tabela 3 - Área das classes de fragmentos florestais e não fragmentos florestais na bacia hidrográfica do córrego Horizonte

Classes	Área (Km ²)
Fragmento Florestal	5,55
Não Fragmento Florestal	7,59

Fonte: os autores (2025).

Discussão

Com base nos resultados da classificação, observa-se na Figura 2 que a maior concentração de fragmentos florestais está localizada na parte central da bacia hidrográfica, enquanto as regiões de cabeceira e a foz apresentam escassez de vegetação nativa. Esse padrão merece investigação

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

aprofundada, considerando que as áreas de cabeceira desempenham papel crucial na preservação de nascentes e na manutenção da qualidade da água (Valente; Gomes, 2005).

A fragmentação florestal, além de provocar perda de área, pode modificar o seu equilíbrio ecodinâmico, causando alterações das condições ambientais de temperatura, umidade e radiação solar, o que pode resultar na diminuição da abundância e riqueza das espécies, na variabilidade genética e nos padrões de dispersão, reprodução e predação (Fahrig, 2003; Borges et al., 2004).

Os resultados obtidos indicaram uma acurácia global de 84% e um índice Kappa de 68%, classificados como “muito bons” segundo os critérios de Landis e Koch (1977). Não foram encontrados estudos na literatura que realizassem classificações utilizando imagens do satélite Amazonia-1; portanto, para fins de comparação, adotou-se como referência o satélite Landsat-1, que apresenta resolução espacial semelhante (60 × 60 m).

Nesse contexto, Vilanculo (2025), ao mapear florestas de mangue por meio de classificação supervisionada de imagens do Landsat-1, obteve índices significativamente superiores, com Kappa de 98% e acurácia de 99%, correspondendo a uma classificação quase perfeita. A diferença nos resultados pode estar associada a fatores como o tipo e a heterogeneidade da vegetação, qualidade das imagens ou ajustes metodológicos específicos, reforçando a necessidade de estudos adicionais com imagens do Amazonia-1 para validação e refinamento do mapeamento.

Tratando de resultados quantitativos, a área encontrada de fragmentos florestais na bacia hidrográfica do córrego Horizonte foi de 5,55 km², representando 42% da área da bacia, enquanto as demais classes de uso e ocupação do solo (Não Fragmento Florestal) obteve área de 7,59 km².

Ao comparar os resultados obtidos com os relatados por Goulart Bezerra et al. (2022), observa-se que a área total de fragmentos florestais registrada neste estudo é aproximadamente o dobro da encontrada por eles. Em 2007, os autores indicaram que a área de fragmentos florestais era de 2,5 km², correspondendo a cerca de 19,01% da área total da sub-bacia. Esse aumento sugere mudanças significativas na cobertura florestal ao longo do tempo, possivelmente associadas a processos de regeneração natural, recuperação de áreas degradadas ou alterações nos métodos de mapeamento utilizados.

Tais resultados positivos indicam que as propriedades da bacia vêm promovendo a recomposição da cobertura florestal.

Conclusão

Nesse contexto, torna-se essencial a formação de estratégias integradas de manejo e restauração ecológica que favoreçam a conservação dos remanescentes florestais e a conectividade da paisagem por meio da implementação de corredores ecológicos, assegurando maior equilíbrio entre as ações antrópicas de uso do solo e a manutenção dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade.

Os resultados deste estudo indicam que a utilização das imagens do sensor WFI, a bordo do satélite Amazonia-1, combinada com técnicas de classificação digital supervisionada, apresentou desempenho satisfatório na detecção de fragmentos florestais. A classificação obtida foi considerada de qualidade muito boa, de acordo com os critérios metodológicos e as métricas de avaliação aplicadas.

Referências

BEZERRA, C. G. et al. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do córrego horizonte, Alegre, ES. **Revista Espaço e Geografia**, v. 14, n. 2, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal, Política do Meio Ambiente. 28 de Maio de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 05 de set. de 2025.

BORGES, L. F. R. et al. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, 10(1): 22-38, 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=744/74410103>.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

COHEN, J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Psychological Measurement. v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

DE SOUSA, L. F. A.; GIONGO, P. R.. Revisão de literatura: Uso do geoprocessamento na avaliação da degradação de pastagens. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2022.

FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

FERRARI, J. L. et al. Corredores ecológicos potenciais na subbacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES, indicados por meio de SIG. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 133-141, 2012.

FERRARI, J. L.; DA SILVA, S. F.; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F. Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, n. 8, v. 2, p.181-188, 2013. DOI:10.5039/agraria.v8i2a1575.

GOULART BEZERRA, C et al. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES. **Revista Espaço E Geografia**, v. 14, n. 2, p. 257-277, 2022. <https://doi.org/10.26512/2236-56562011e39915>

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Amazonia-1 - **Missão Amazonia**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpe/pt-br/programas/amazonia1/sobre-o-satelite/sobre-o-satelite>>. 2024. Acesso em: 01 set. 2025.

KARASIAK, N. dzetsaka : Classification toolFast and Easy Classification plugin for Qgis with 11 ML algorithms + Auto-Install , 2025. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/author/Nicolas%20Karasiak/Acesso em: 28 ago. 2025>.

KUX, H.; BLASCHKE, T. (Org.). Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores, métodos inovadores. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 303 p

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 4. ed. atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2011. 422 p.

RAD2024: Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2024 - São Paulo, Brasil - **MapBiomias**, 2025 - 209 páginas. DOI: DOI 10.1088/1748-9326/ac5193 - <https://iops-cience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac5193> doi:10.1088/1748-9326/ac519.

QGIS Development Team. **QGIS User Guide, Release 3,40**: QGIS Project, 2024. Disponível em: <https://qgis.org/download/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 210 p.

VILANCULO, O. L. A. C. Classificação supervisionada aprimorada para mapeamento da floresta de mangue a partir de imagens de satélite Landsat 8. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 6, n. 1, 2025.

Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq pelo fomento da pesquisa.