

## ANÁLISE DA APP NO TERRITÓRIO INDÍGENA GOVERNADOR (AMARANTE– MA) COM USO DE GEOTECNOLOGIAS

### ANALYSIS OF THE APP IN THE GOVERNADOR INDIGENOUS TERRITORY (AMARANTE– MA) USING GEOTECHNOLOGIES

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-003>

**Rones Dias de Abreu**  
Graduando em Geografia  
UEMASUL/Amarante  
E-mail: rones.abreu@uemasul.edu.br

**Solimar Cardoso Brito**  
Graduando em Geografia  
UEMASUL/Amarante  
E-mail: solimarcardoso1988@gmail.com

**Jackeline de Melo Carvalho**  
Graduando em Geografia  
UEMASUL/Amarante  
E-mail: jackeline.carvalho@uemasul.edu.br

**Sebastião de Jesus Martins**  
Graduando em Geografia  
UEMASUL/Amarante  
E-mail: sebastiao.jesuスマrtins@gmail.com

**Francineide Sousa Oliveira**  
Graduando em Geografia  
UEMASUL/Amarante  
E-mail: oliveira06102015@gmail.com

**Jonathan dos Santos Viana**  
Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br  
<https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

**Daniel Carlos Machado**  
Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo)  
UNESP/Campus Jaboticabal  
E-mail: daniel.c.machado@unesp.br

**Leanne Teles Pereira**  
Mestre em Ciências Florestais e Ambientais  
UEMASUL/CCA  
E-mail: leanne.pereira@uemasul.edu.br

#### Meio Ambiente: Estudos Interdisciplinares

ANÁLISE DA APP NO TERRITÓRIO INDÍGENA GOVERNADOR (AMARANTE– MA) COM USO DE GEOTECNOLOGIAS



**Wilson Araújo da Silva**

Doutor em Agronomia

UEMASUL/Campus Imperatriz

E-mail: wilson@uemasul.edu.br

**Cristiane Matos da Silva**

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental

UEMASUL/Campus Imperatriz

E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

## **RESUMO**

Este estudo analisa as mudanças na cobertura vegetal em áreas de preservação permanente (APP) situadas no Território Indígena Governador, localizado no município de Amarante do Maranhão, Maranhão, Brasil. Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, referentes aos anos de 2010 e 2020, processadas no software QGIS, por meio dos complementos QuickMapServices e STAC API. A análise das imagens possibilitou identificar alterações significativas na vegetação, com redução de áreas de floresta e ampliação de áreas abertas, associadas principalmente à expansão agropecuária e à pressão antrópica em zonas limítrofes da Terra Indígena. Os resultados reforçam a importância das APPs como instrumentos de conservação ambiental e da utilização de geotecnologias no monitoramento territorial. A pesquisa contribui para compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra em territórios tradicionais, evidenciando a necessidade de fortalecer estratégias de gestão ambiental participativa e sustentável.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental; QGIS; Sensoriamento remoto; Sentinel-2; Vegetação.

## **ABSTRACT**

This study analyzes changes in vegetation cover in permanent preservation areas (APP) located in the Governador Indigenous Territory, located in the municipality of Amarante do Maranhão, Maranhão, Brazil. Images from the Sentinel-2 satellite, referring to the years 2010 and 2020, processed in the QGIS software, through the QuickMapServices and STAC API complements, were used. The analysis of the images made it possible to identify significant changes in vegetation, with a reduction in forest areas and expansion of open areas, mainly associated with agricultural expansion and anthropogenic pressure in areas bordering the Indigenous Land. The results reinforce the importance of APPs as instruments of environmental conservation and the use of geotechnologies in territorial monitoring. The research contributes to understanding the dynamics of land use and land cover in traditional territories, highlighting the need to strengthen participatory and sustainable environmental management strategies.

**Keywords:** Environmental management; QGIS; Remote sensing; Sentinel-2; Vegetation.



## 1 INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços legalmente protegidos pela Lei nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal Brasileiro, e têm como objetivo conservar os recursos hídricos, a estabilidade dos solos, a biodiversidade e o equilíbrio climático. Conforme explica Machado (2017), as APPs representam um instrumento essencial da política ambiental brasileira, pois garantem a proteção dos ecossistemas mesmo em áreas de propriedade privada, assegurando a função ecológica do território.

Em regiões onde se localizam Terras Indígenas, como o Território Indígena Governador, no município de Amarante do Maranhão, as faixas de proteção assumem papel fundamental não apenas na preservação ambiental, mas também na manutenção cultural e socioeconômica dos povos originários. Para Diegues (2008), os povos tradicionais desenvolvem formas de manejo sustentável baseadas no conhecimento empírico e no respeito aos ciclos naturais, o que reforça a importância de reconhecer o papel das comunidades indígenas na conservação ambiental.

Segundo dados da Fundação Nacional dos Povos Indígenas, Funai (2021) o Território Indígena Governador é habitado pelo povo Gavião Pyhcop Catiji e possui uma área superior a

41 mil hectares, reconhecida oficialmente desde 1982. Nessa área, as relações entre os indígenas e o meio ambiente se estruturam em práticas tradicionais de agricultura, caça e coleta, que garantem a subsistência e o equilíbrio ecológico local.

Entretanto, a expansão de atividades externas, como a pecuária e o desmatamento, tem gerado pressões sobre as áreas de preservação, ameaçando nascentes, margens de rios e áreas de vegetação nativa. O Maranhão apresenta uma posição estratégica na Amazônia Legal, caracterizando-se por intensa diversidade ambiental e cultural, mas também por elevados índices de desmatamento e fragmentação florestal.

Nesse contexto, estudar a conservação das áreas de preservação em territórios indígenas torna-se essencial para compreender como diferentes formas de ocupação e uso da terra influenciam a integridade dos ecossistemas. Além disso, a análise permite avaliar a eficácia das políticas ambientais em áreas de proteção especial, onde coexistem legislações ambientais e direitos territoriais indígenas.

A aplicação de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), possibilita um olhar mais preciso sobre as transformações da paisagem. O uso de imagens de satélite Sentinel-2 aliado ao software QGIS fornece subsídios para identificar mudanças na cobertura vegetal e compreender a dinâmica espacial das pressões antrópicas, contribuindo para o planejamento territorial e a gestão ambiental.

Esse avanço das atividades rurais e da expansão urbana sobre as áreas indígenas, como vem ocorrendo em Amarante do Maranhão, é um dos principais fatores do aumento do desmatamento de áreas



protegidas, de conflito e ameaças às comunidades tradicionais. Cabendo então, a todos o papel de proteger e cuidar das florestas, pois toda sociedade está suscetível aos desastres ambientais.

Assim, este estudo busca refletir sobre a importância da proteção das APPs em áreas indígenas, destacando os conflitos, as potencialidades e as estratégias de gestão ambiental sustentável no contexto amazônico maranhense. Como afirma Mendonça (2002), a Geografia Ambiental deve promover uma visão integrada entre sociedade e natureza, contribuindo para a formulação de práticas sustentáveis e o fortalecimento da cidadania ambiental.

## 2 METODOLOGIA

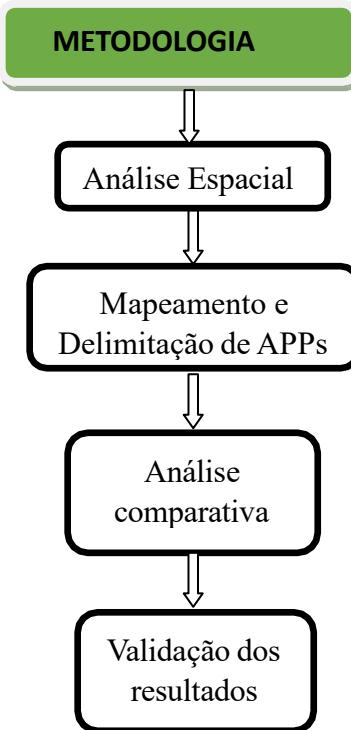
A pesquisa foi desenvolvida com base em métodos de análise espacial, utilizando o software QGIS (versão 3.34). Inicialmente, foram instalados os complementos QuickMapServices e STAC API Browser, que permitiram o acesso às imagens de satélite Sentinel-2, disponíveis na plataforma Microsoft Planetary Computer. Foram selecionadas duas imagens referentes aos anos de 2010 e 2020, ambas corrigidas atmosfericamente (nível de processamento 2A), abrangendo o Território Indígena Governador, localizado no município de Amarante do Maranhão. Os limites territoriais e dados cartográficos foram obtidos junto à FUNAI (2021), e IBGE (2013).

Após a obtenção dos dados, as imagens foram processadas no ambiente QGIS por meio das ferramentas de composição de bandas, recorte (clip) e realce de contraste. A composição colorida verdadeira (bandas 4-3-2) foi utilizada para representar a paisagem de forma semelhante à visão humana, permitindo identificar com maior precisão as feições naturais e áreas antropizadas.

Já a composição em falso colorido (bandas 8-4-3) foi empregada para realçar a vegetação, pois a banda 8 (infravermelho próximo) é sensível ao vigor da cobertura vegetal, destacando diferenças entre áreas conservadas e degradadas (FLORENZANO, 2011). O uso dessas combinações facilita a interpretação visual e comparativa das imagens de diferentes períodos, enquanto as ferramentas de recorte e realce de contraste possibilitam delimitar com exatidão o Território Indígena Governador e otimizar a visualização das Áreas de Preservação Permanente (APPs), aumentando a acurácia da análise espacial.

Em seguida, realizou-se o recorte das imagens com base no limite oficial da Terra Indígena, permitindo concentrar as análises exclusivamente na área de interesse e em sua zona de entorno. Foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs), considerando as determinações do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012). Essa delimitação foi feita por meio da ferramenta de buffer, gerando zonas de proteção com 30 metros ao longo das margens dos rios e 50 metros em torno das nascentes. A sobreposição dessas faixas sobre as imagens processadas possibilitou avaliar o estado de conservação da vegetação nas APPs e identificar possíveis áreas de supressão florestal.

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

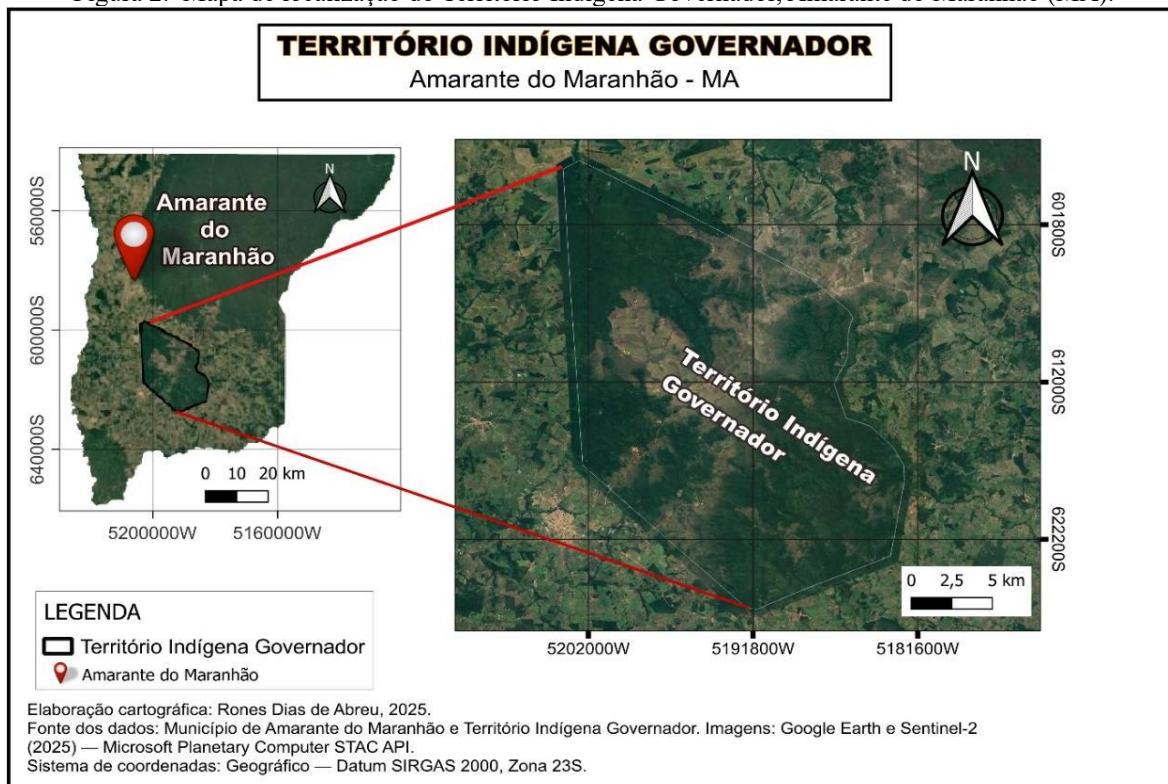
Além do mapeamento, foi realizada uma análise comparativa entre as imagens de 2010 e 2020. Essa etapa permitiu mensurar o grau de regeneração ou degradação das áreas analisadas, identificando os setores mais vulneráveis à pressão antrópica.

Por fim, os resultados obtidos foram validados por meio da interpretação visual e da comparação com dados secundários, como mapas de uso e cobertura da terra disponibilizados pelo MapBiomas e relatórios ambientais regionais e artigos científicos sobre a temática. Essa etapa de verificação assegurou maior precisão na interpretação dos dados e contribuiu para a compreensão da dinâmica ambiental e territorial do Território Indígena Governador.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das imagens Sentinel-2 evidenciaram uma redução expressiva na cobertura vegetal densa em determinadas áreas do entorno do Território Indígena Governador entre 2010 e 2020. Essa dinâmica está associada principalmente à expansão agropecuária e à conversão de florestas em pastagens, observadas nas áreas limítrofes ao território. A Figura 2 apresenta o mapa de localização da área de estudo, situando o Território Indígena Governador no contexto do estado do Maranhão e do município de Amarante do Maranhão.

Figura 2. Mapa de localização do Território Indígena Governador, Amarante do Maranhão (MA).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em dados do IBGE (2013) e FUNAI (2021).

Segundo a Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca do Maranhão (SAGRIMA, 2018), Amarante do Maranhão como o segundo municípios com o maior rebanho do maranhão, atrás apenas de Açaílândia com mais de 30 mil cabeças de gado, confirmando a hipótese de supressão do território indígena e das áreas de APPs na região. Veja a figura 3, gráfico com dados sobre o rebanho maranhense.

Figura 3. Rebanho bovino maranhense: cinco maiores rebanhos e variação anual (2022)



Fonte: MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). *Desempenho da Pecuária Maranhense 2022*. São Luís: Governo do Estado do Maranhão, 2022.

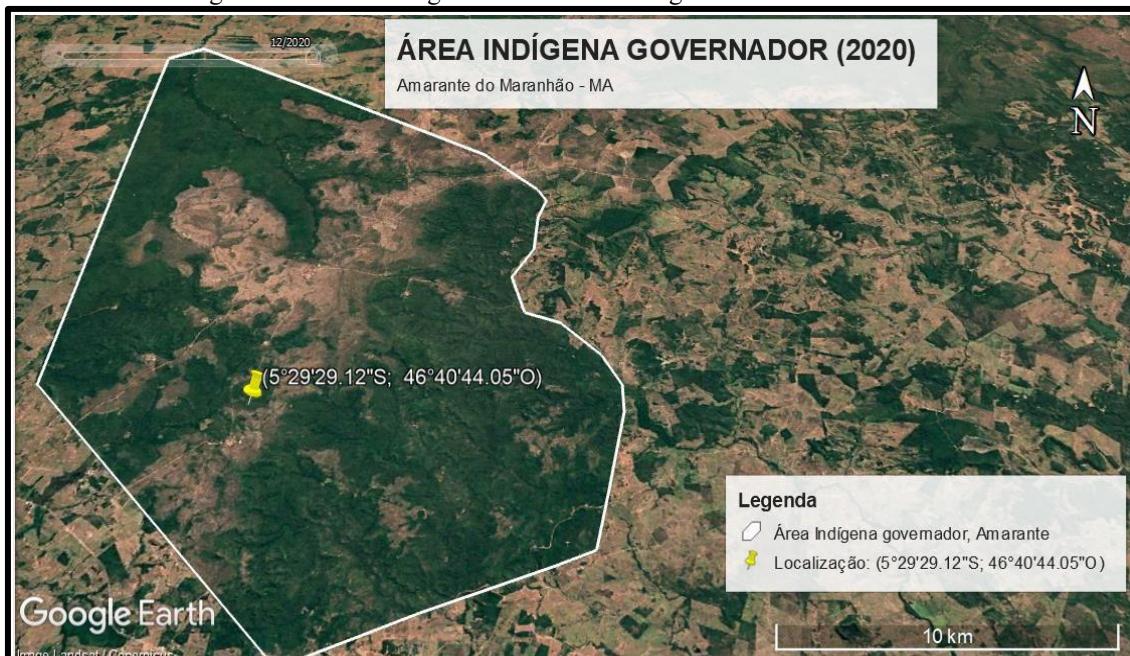
Figura 4. Cobertura vegetal no Território Indígena Governador em 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), a partir de imagem Sentinel-2 (Microsoft Planetary Computer, 2010).

Dentro da Terra Indígena, a cobertura vegetal permanece mais preservada, embora haja pequenos focos de desmatamento próximos a estradas vicinais e zonas de transição. As imagens de satélite utilizadas permitiram observar claramente o padrão de conservação e degradação da vegetação. A Figura 4, apresenta a composição colorida de 2010, período em que a área se encontrava com maior densidade de cobertura vegetal nativa.

Figura 5. Cobertura vegetal no Território Indígena Governador em 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), a partir de imagem Sentinel-2 (Microsoft Planetary Computer, 2020)



Em contrapartida, a Figura 5 evidencia as mudanças observadas no ano de 2020, revelando a ampliação das áreas abertas e a fragmentação de vegetação secundária em partes do entorno do território. Essas transformações refletem o avanço das atividades agropecuárias e o uso irregular do solo, fatores apontados por Souza (2020) como os principais vetores de degradação ambiental na Amazônia Oriental.

Portanto, a análise reforça o papel estratégico das comunidades indígenas na manutenção da floresta e das APPs, atuando como agentes de conservação ambiental, conforme apontado por Little (2018). A utilização do QGIS e das imagens Sentinel-2 demonstrou-se uma ferramenta eficaz para o monitoramento participativo e o diagnóstico ambiental de territórios tradicionais, permitindo visualizar e mensurar as transformações da paisagem. Assim, o sensoriamento remoto se confirma como um instrumento essencial para subsidiar políticas públicas e ações de gestão ambiental territorialmente integradas.

Além das alterações visuais identificadas nas imagens de satélite, observou-se que as mudanças na cobertura vegetal estão espacialmente concentradas nas bordas do território, especialmente próximas a estradas e áreas utilizadas para pastagens. Esses locais funcionam como zonas de transição ambiental e social, nas quais o avanço das atividades econômicas externas interfere na estabilidade ecológica da Terra Indígena.

A análise espacial revelou também a ocorrência de fragmentação da vegetação em pequenas manchas, o que compromete a conectividade entre habitats e reduz a capacidade de regeneração natural da floresta. Em termos de dinâmica ambiental, os dados sugerem que as áreas de APP localizadas nas margens dos cursos d'água dentro da Terra Indígena apresentam melhor estado de conservação em comparação com as faixas de proteção situadas no entorno imediato.

Essa diferença evidencia a eficiência das práticas de uso tradicional e da vigilância comunitária no controle das pressões externas. As comunidades indígenas, ao manterem práticas agrícolas de pequena escala e baseadas no respeito aos ciclos naturais, contribuem para a manutenção da qualidade do solo e da água, fortalecendo o papel das APPs como barreiras ecológicas contra a degradação.

Os resultados também apontam para a necessidade de monitoramento contínuo, uma vez que mesmo pequenas alterações nas áreas limítrofes podem causar impactos cumulativos ao longo do tempo. O desmatamento nas regiões vizinhas tende a intensificar processos erosivos, alterar o regime hídrico e aumentar a vulnerabilidade das nascentes, elementos diretamente relacionados à função ecológica das APPs.

Nesse contexto, o uso de geotecnologias se mostra essencial para a detecção precoce de alterações ambientais e para a elaboração de estratégias de mitigação mais eficazes. Além do diagnóstico ambiental, a pesquisa permite refletir sobre o papel estratégico da Terra Indígena Governador na contenção do avanço da fronteira agrícola e na conservação da biodiversidade regional.



As áreas preservadas dentro do território funcionam como refúgios ecológicos e contribuem para a manutenção de corredores de fauna e flora, essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas locais. A integração entre o conhecimento técnico e o saber tradicional pode fortalecer ainda mais os mecanismos de gestão ambiental, garantindo que o monitoramento por sensoriamento remoto seja aliado à observação cotidiana realizada pelas próprias comunidades.

Por fim, os dados obtidos reforçam a importância de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial e à proteção das APPs, com enfoque na cooperação entre órgãos ambientais, instituições de pesquisa e povos indígenas. A utilização de ferramentas como o QGIS e o acesso a imagens de satélite gratuitas e atualizadas permitem democratizar o conhecimento geográfico e tornar o monitoramento ambiental mais acessível, contribuindo para uma gestão territorial mais eficiente e participativa.

#### 4 CONCLUSÃO

A análise da cobertura vegetal nas APPs do Território Indígena Governador revelou que, embora a vegetação nativa se mantenha em grande parte preservada dentro da Terra Indígena, o entorno sofre crescente pressão antrópica, o que pode comprometer os ecossistemas e recursos hídricos locais.

A pesquisa reforça a importância de fortalecer políticas de fiscalização, monitoramento e manejo participativo que integrem as comunidades indígenas na gestão ambiental, e que envolva as comunidades próximas às APPs, dos municípios e sociedade em geral. O uso de geotecnologias, como o QGIS e as imagens Sentinel-2, revelou-se uma abordagem eficaz e acessível para compreender as mudanças na cobertura vegetal e apoiar estratégias de conservação.

Assim, o estudo contribui para o debate sobre o papel das APPs e das populações tradicionais na promoção da sustentabilidade e da justiça socioambiental na Amazônia Maranhense. Além dos resultados obtidos, é importante ressaltar que o fortalecimento das Áreas de Preservação Permanente em territórios indígenas depende também da valorização dos conhecimentos tradicionais e da autonomia das comunidades locais.

O envolvimento dos povos indígenas na formulação e execução de políticas de conservação permite integrar práticas ancestrais de manejo à gestão moderna do território, promovendo soluções ambientalmente equilibradas e socialmente justas. Essa integração contribui para ampliar a efetividade das ações de proteção ambiental e para garantir que as decisões sobre o uso dos recursos naturais respeitem os modos de vida e as necessidades das populações que habitam essas áreas.

Por fim, recomenda-se a ampliação de estudos que abordem o monitoramento ambiental contínuo das Terras Indígenas do Maranhão, considerando as dinâmicas regionais de desmatamento e as pressões socioeconômicas do entorno. Investir em capacitação técnica, em parcerias com universidades e órgãos ambientais e em políticas de incentivo à recuperação de áreas degradadas pode fortalecer a gestão ambiental



participativa e consolidar o papel das comunidades indígenas como protagonistas na conservação da biodiversidade e na promoção da sustentabilidade regional.



## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, 2012.
- DIEGUES, A.C. O mito moderno da natureza intocada. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 2008.
- EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level- 2A. Data Collection [s.l.]: Copernicus Open Access Hub, 2018 e 2024. Disponível em: <https://planetarycomputer.microsoft.com>. Acesso em: 06 out. 2025.
- FUNAI – Fundação Nacional dos Povos Indígenas. Território Indígena Governador: informações socioambientais e limites territoriais. Brasília: FUNAI, 2021.
- FUNBIO – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade. Terras Indígenas avançam na proteção ambiental e gestão sustentável no Brasil. Disponível em: <https://www.funbio.org.br/>. Acesso em: 9 out. 2025.
- FLORENZANO, T.G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal e Base Cartográfica Contínua do Brasil ao Milionésimo – BCIM. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 out. 2025.
- IBGE. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- LITTLE, P.E. Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade. Anuário Antropológico, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 251–290, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/anuarioantropologico/article/view/6871>. Acesso em: 6 out. 2025.
- MACHADO, P.A.L. Direito Ambiental Brasileiro. 24. ed. São Paulo: Malheiros, 2017.
- MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC Desempenho da Pecuária Maranhense [recurso eletrônico]. / Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). v. 4, n. 1, 2023. São Luís: IMESC, 2019. Disponível em: <https://imesc.ma.gov.br/>. Acesso em: 29 out. 2025.
- MENDONÇA, F. Geografia e Meio Ambiente. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2002.
- POVOS INDÍGENAS NO BRASIL. Projeto fortalece proteção em 15 terras indígenas. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/en/Not%C3%ADcias?id=229059>>. Acesso em: 10 out. 2025.
- SANTOS, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, (Coleção Milton Santos; 1) 2006.
- SOUZA, R.C. Geodiversidade e vulnerabilidades ambientais na Amazônia Oriental. Belém: MPEG, 2020.
- VIEIRA, E.R. Educação ambiental para a sustentabilidade. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 06 out 2025.