



Programa de Pós-Graduação em Geografia | UNESP Rio Claro

doi.org/10.5016/geografia.v51i1.19288

ISSN 1983-8700 | e-19288

Geotecnologia a favor do meio ambiente: Utilização da plataforma de alerta MapBiomas na fiscalização do desmatamento da Mata Atlântica pelo órgão ambiental do Paraná

Tatiana Alves¹, Náiali Maidl de Souza², Dayana Almeida³

¹Instituto de Água e Terra, Escritório Regional de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3047-1482>

²Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Araquari, Santa Catarina, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3621-6781>

³Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7709-9297>

E-mail correspondente: ta240695@gmail.com

Destaques:

- A plataforma identificou 275,55 hectares de desmatamento entre 2019 e 2024 na área de estudo.
- O município de Sapopema (PR) concentrou a maior área de supressão detectada.
- Com menos da metade dos alertas gerando Auto de Infração Ambiental, punições seguem limitadas.
- MapBiomas desempenha papel importante na fiscalização pelo órgão ambiental estadual.
- Análise e refinamento dos alertas pela equipe técnica do órgão ambiental é essencial.

Resumo: O desmatamento da Mata Atlântica é preocupante para a conservação da biodiversidade. Sistemas de alerta de perda florestal por imagens de satélite já vêm sendo utilizados como ferramentas para a fiscalização por órgãos ambientais. Assim, o objetivo do estudo foi analisar os alertas do MapBiomas em área atendida por um escritório regional do Instituto Água e Terra, Paraná. Foram emitidos 52 alertas pela plataforma entre janeiro de 2019 e julho de 2024, totalizando 275,55 hectares de desmatamento. Sapopema apresentou 38% da área total desmatada. Menos da metade dos alertas emitidos geraram auto de infração neste período. Portanto, o trabalho demonstra a necessidade de avanço na utilização desta geotecnologia como ferramenta de determinação da área desmatada de forma precisa, para a celeridade do processo administrativo e maior taxa de punição dos crimes ambientais no estado do Paraná.

Palavras-chave: Auto de Infração Ambiental; Instituto Água e Terra; Sensoriamento Remoto; Supressão vegetal.

Como citar este artigo:

ALVES, Tatiana; SOUZA, Náiali Maidl de; ALMEIDA, Dayana. Geotecnologia a favor do meio ambiente: Utilização da plataforma de alerta MapBiomas na fiscalização do desmatamento da Mata Atlântica pelo órgão ambiental do Paraná. **Geografia**, Rio Claro-SP, v. 51, e-19288, 2026. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/19288>. DOI: doi.org/10.5016/geografia.v51i1.19288.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença CC - *Creative Commons Atribuição* 4.0, que permite o uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Geotechnology in favor of the environment: use of the MapBiomias alert platform for monitoring the atlantic forest deforestation by the environmental agency of Paraná

Abstract: The deforestation of the Atlantic Forest poses a significant threat to biodiversity conservation. Forest loss alert systems based on satellite imagery have already been adopted as tools for environmental enforcement by government agencies. Thus, the objective of this study was to analyze MapBiomias alerts in an area overseen by a regional office of the Instituto Água e Terra. A total of 52 alerts were issued by the platform between January 2019 and July 2024, accounting for 275.55 hectares of deforested area. The municipality of Sapopema accounted for 38% of the total deforestation. Less than half of the alerts resulted in the issuance of environmental infraction notices during this period. Therefore, this work demonstrates the need for advancement in the use of this geotechnology as a tool for determining the deforested area accurately, to speed up the administrative process and increase the rate of punishment for environmental crimes in the state of Paraná.

Keywords: Environmental Infraction Notice; Instituto Água e Terra; Remote Sensing; Vegetation Suppression.

Geotecnología a favor del medio ambiente: uso de la plataforma de alertas MapBiomias en la fiscalización de la deforestación de la mata atlántica por el organismo ambiental de Paraná

Resumen: La deforestación de la Mata Atlántica es motivo de preocupación para la conservación de la biodiversidad. Los sistemas de alerta de pérdida forestal mediante imágenes satelitales ya se están utilizando como herramientas de fiscalización por parte de los organismos ambientales. Así, el objetivo del estudio fue analizar las alertas de MapBiomias en un área atendida por una oficina regional del Instituto Água e Terra. Entre enero de 2019 y julio de 2024, la plataforma emitió 52 alertas, totalizando 275,55 hectáreas de deforestación. El municipio de Sapopema representó el 38% del área total. Menos de la mitad de las alertas emitidas resultaron en autos de infracción durante este período. Por lo tanto, el estudio demuestra la necesidad de que los organismos ambientales avancen en el uso de esta geotecnología como herramienta para determinar con precisión las áreas deforestadas, agilizar los procedimientos administrativos y aumentar la tasa de sanción por delitos ambientales en el estado de Paraná.

Palabras clave: Auto de Infracción Ambiental; Instituto Água e Terra; Sensoriamento Remoto; Supresión Vegetal.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com as maiores áreas florestais e biodiversidade do mundo (Beech *et al.*, 2017). A Mata Atlântica, em particular, é um dos maiores biomas da América do Sul e um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade, devido ao seu alto grau de endemismo e significativo desflorestamento (Tabarelli, 2005; Ribeiro *et al.*, 2011). Atualmente, apenas 28% da cobertura original desse bioma

remanesce, com apenas 30% dessa localizada em áreas protegidas (Rezende *et al.*, 2018). Sua composição heterogênea (Tabarelli, 2005) a torna um importante refúgio para diversas espécies e, conseqüentemente, uma região crucial para a conservação da biodiversidade (Myers *et al.*, 2000). Além disso, a Mata Atlântica abriga 60% das espécies de fauna e flora brasileiras ameaçadas de extinção (Rezende *et al.*, 2018).

O desmatamento leva à fragmentação do habitat, alterando variáveis da vegetação relacionadas à estrutura da floresta, diminuindo a área dos fragmentos e tornando a vegetação cada vez mais distinta da floresta contínua, onde espécies sensíveis à fragmentação vivem (Stratford; Stouffer, 2015). A fragmentação florestal pode resultar na diminuição da abundância ou na extinção local de espécies, afetando serviços e processos ecossistêmicos (Dirzo *et al.*, 2014). As principais causas dessa perturbação são a expansão agrícola, a exploração industrial de madeira e os incêndios, frequentemente ligados ao preparo do solo (Potapov *et al.*, 2017). No entanto, as penalidades por infrações ambientais não acompanham o alarmante aumento das áreas desmatadas (Werneck *et al.*, 2021).

Alguns sistemas de alerta de perda florestal por imagens de satélite de sensoriamento remoto podem ser acessados quase em tempo real (Hansen *et al.*, 2016). Atualmente, existem ferramentas de geotecnologia acessíveis por meio de plataformas online ou softwares gratuitos, como o projeto MapBiomas Alerta, lançado em 2019 com a colaboração da Fundação SOS Mata Atlântica através do Sistema de Alertas de Desmatamento. Esse sistema utiliza inteligência artificial baseada em aprendizagem de máquina, como o algoritmo *Random Forests*, para a detecção da perda florestal e emissão de alertas mensais (MapBiomas Alerta, 2021; SOS Mata Atlântica, 2021). O projeto valida e refina alertas de desmatamento e outras perturbações na vegetação com imagens de satélite de alta resolução (MapBiomas, 2019). A plataforma pode ser acessada pelo site, permitindo interação e apresentando dados relevantes para estudos, monitoramento e fiscalização ambiental (Barreto *et al.*, 2021).

Esses laudos são essenciais para o monitoramento do desmatamento do bioma, pois seus dados georreferenciados podem ser facilmente acessados (Barreto *et al.*, 2021). Assim, o uso de algoritmos de *machine learning* tende a

aperfeiçoar o processo com o tempo (Gonzaga *et al.*, 2022). Neste contexto, o órgão ambiental do Paraná fiscaliza áreas de supressão florestal utilizando-se também do MapBiomas Alerta, sendo o estado com maior redução do desmatamento ilegal da Mata Atlântica no início de 2023 (IAT, 2023a). Os técnicos do Núcleo de Inteligência Geográfica e da Informação (NGI), criado em 2019, verificam os alertas emitidos e repassam para os escritórios regionais do Instituto Água e Terra (IAT, 2023b). Essa integração resulta em ações como a operação “Mata Atlântica em Pé”, na qual o Ministério Público juntamente ao órgão ambiental, visita propriedades onde ocorreram desmatamentos criminosos e autua os responsáveis, que podem responder judicialmente (MPPR, 2022).

No entanto, ainda há pouca informação sobre a relação entre o uso de imagem de satélite e ações contra o desmatamento na Mata Atlântica, especialmente no estado do Paraná quando comparado a outros biomas, como o Amazônia. Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar os alertas do MapBiomas como ferramenta de fiscalização do desmatamento da Mata Atlântica nas cidades atendidas pelo escritório regional de Cornélio Procopio, norte do Paraná, pelo Instituto Água e Terra. Também foram realizados estudos de caso para exemplificação. Além disso, foi avaliado o atendimento dos alertas pelo referido escritório para fiscalização do desmatamento na região.

REFERENCIAL TEÓRICO

Imagens geradas por sensoriamento remoto, em conjunto com Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem a caracterização de diferentes paisagens e a compreensão dos processos que nelas ocorrem. Assim, essas tecnologias são essenciais em projetos de controle do desmatamento e conservação ambiental (Gamarra *et al.*, 2021). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura utiliza essas geotecnologias para monitorar a cobertura florestal em nível mundial (FAO, 2020). No Brasil, país com uma das maiores áreas florestais do planeta (Beech *et al.*, 2017), o monitoramento é realizado com imagens de satélite pelo Serviço Florestal Brasileiro e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (INPE, 2009; Brasil, 2020).

Para a proteção do meio ambiente, é essencial cumprir a legislação ambiental e assegurar a atuação eficaz das instituições governamentais responsáveis por tal tarefa. Contudo, controlar o desmatamento apenas com fiscalização presencial é inviável em um território tão vasto quanto o brasileiro, tornando-se essencial o investimento em tecnologias de detecção de danos à cobertura florestal (Vacchiano *et al.*, 2019; Paranhos *et al.*, 2021). Assim, a geotecnologia, por meio do sensoriamento remoto, está sendo cada vez mais utilizada para o planejamento de ações de combate a crimes ambientais e deve integrar projetos de controle e conservação ambiental (Diodato *et al.*, 2021; Gamarra *et al.*, 2021; Gonzaga *et al.*, 2022).

Além das vantagens de baixo custo e rapidez, os dados de sensoriamento remoto são importantes provas de ações ilícitas contra o meio ambiente, sendo estratégicos para o planejamento de vistorias em áreas remotas, a fim de validar essas ações e dar seguimento aos processos nos órgãos ambientais (Florenzano, 2005; Gonzaga *et al.*, 2022). Portanto, é uma ferramenta valiosa para a conservação ambiental, auxiliando na gestão de florestas (Diodato *et al.*, 2021).

No contexto penal, além da punição do infrator, busca-se a reparação do dano ambiental (Gonçalves *et al.*, 2021). O Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012) prevê a obrigatoriedade de proprietários rurais manterem áreas de vegetação nativa, classificadas como Reserva Legal (RL) e APP.

Existem projetos relevantes no Brasil que utilizam imagens de satélite para fiscalizar o desmatamento. No Mato Grosso, o projeto "Olhos da Mata" adota alertas da plataforma *Global Forest Watch* (GFW) desde 2018 para monitorar desmatamentos, iniciativa que venceu a 16ª edição do Prêmio Innovare. Na Amazônia Legal, o projeto "Amazônia Protege" do Ministério Público Federal combate ao desmatamento ilegal. No Rio Grande do Norte, há o monitoramento do desflorestamento na Caatinga (Diodato *et al.*, 2021). No Mato Grosso do Sul, há o monitoramento bimestral do Cerrado (Gonçalves *et al.*, 2021) e o monitoramento de queimadas no Pantanal (Copatti; Lelles, 2021). Na Mata Atlântica, o projeto "Atlas da Mata Atlântica", parceria da Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, realiza monitoramento desde 1990 (SOS Mata Atlântica, 2021). Os dados de desmatamento da Mata Atlântica na plataforma MapBiomas Alerta,

disponibilizados pelo Sistema de Alertas de Desmatamento (SAD) Mata Atlântica, são validados por laudos técnicos que podem vincular o desmatamento a um registro de CAR, identificando o proprietário responsável pela área degradada (SOS Mata Atlântica, 2021).

A identificação dos desmatamentos do MapBiomas é 100% automatizado (Maurano; Escada, 2019). A plataforma recebe alertas de várias fontes para validação e refinamento como do projeto *Global Land Analysis and Discovery* (GLAD). Os alertas GLAD foram desenvolvidos por Hansen *et al.* (2016) com resolução espacial de 30 m em intervalo de 8 dias, utilizando imagens de satélite *Landsat*, ou seja, os desmatamentos são identificáveis em áreas menores que 1 ha, permitindo maior eficiência nas ações dos órgãos públicos (Gonzaga *et al.*, 2022). Além disso, a plataforma utiliza imagens do SAD Mata Atlântica, com área mínima de 0,3 ha, bem como imagens *Planet*, com 3 m de resolução, resultado do projeto NextGenMap, uma parceria do MapBiomas com a *Planet* e outras organizações (MapBiomas, 2019; 2021).

O Monitor da Fiscalização do MapBiomas apresenta informações sobre as áreas de desmatamento detectadas, como autorizações de supressão e autuações emitidas pelos órgãos ambientais federais e estaduais (MapBiomas, 2019). Além disso, os relatórios permitem a identificação da propriedade do imóvel e o cruzamento com dados de composição da área, como Reservas Indígenas, Unidades de Conservação, RL e APP, facilitando o trabalho dos órgãos fiscalizadores (Barreto *et al.*, 2021).

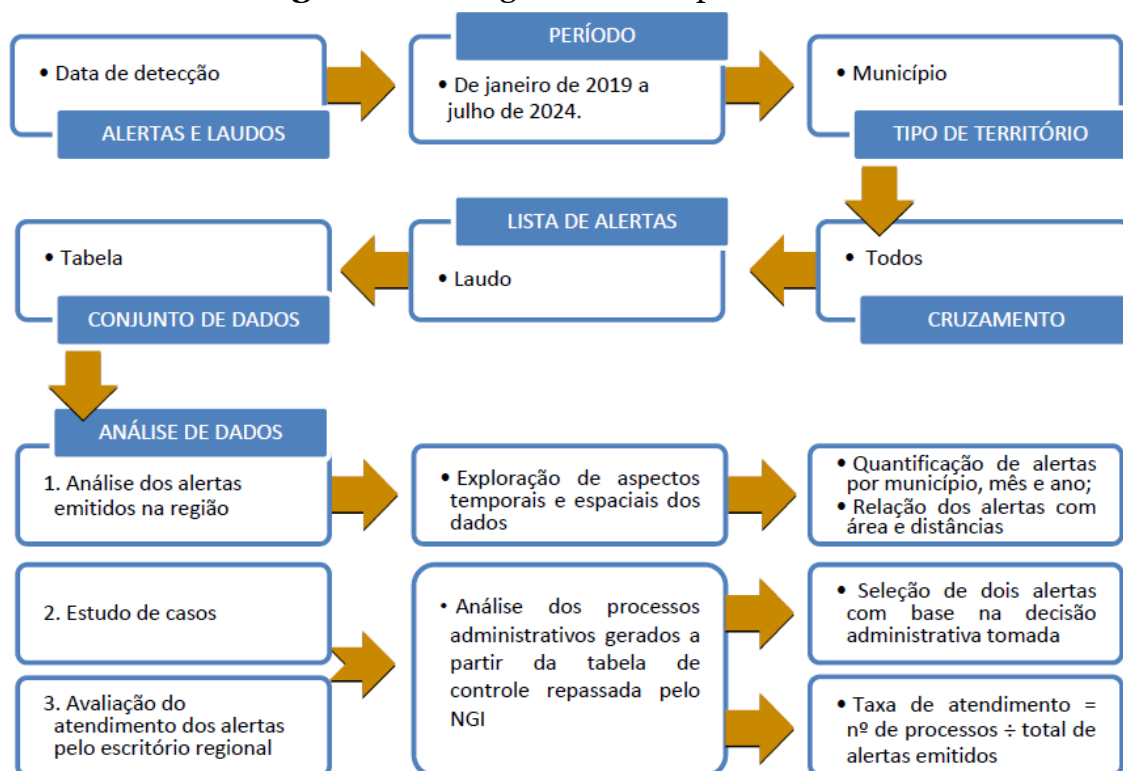
METODOLOGIA

A metodologia utilizada tem abordagem quali-quantitativa, aplicada ao MapBiomas Alerta (Figura 1), demonstrando a potencialidade dessa ferramenta para a gestão ambiental por órgãos executores da área. O método proposto tem por base o aplicado no trabalho de Barreto *et al.* (2021). Os procedimentos metodológicos adotados referem-se ao acesso da aba de "alertas e laudos" da plataforma *on-line* do MapbBiomas¹. Assim, foi selecionado o período de

¹ <https://plataforma.alerta.mapbiomas.org>.

detecção disponível no momento da busca, entre janeiro de 2019 e julho de 2024. Posteriormente, foi selecionado cada município de interesse no filtro de “tipo de território”, permitindo todos os cruzamentos com outras camadas disponíveis, como imóvel rural e Unidade de Conservação. Por fim, ingressou-se em “lista de alertas” e “laudo” de cada um, onde são apresentadas todas as informações da área do alerta, como a sua fonte, o bioma em que está inserido e o vetor de pressão que resultou no desmate. Desta forma, foi obtido um conjunto de dados de alertas da região em formato de tabela. Além disso, foi utilizada a planilha de controle repassada pelo NGI ao escritório regional para obtenção dos protocolos referentes aos processos administrativos gerados a partir dos alertas emitidos pela plataforma.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do estudo



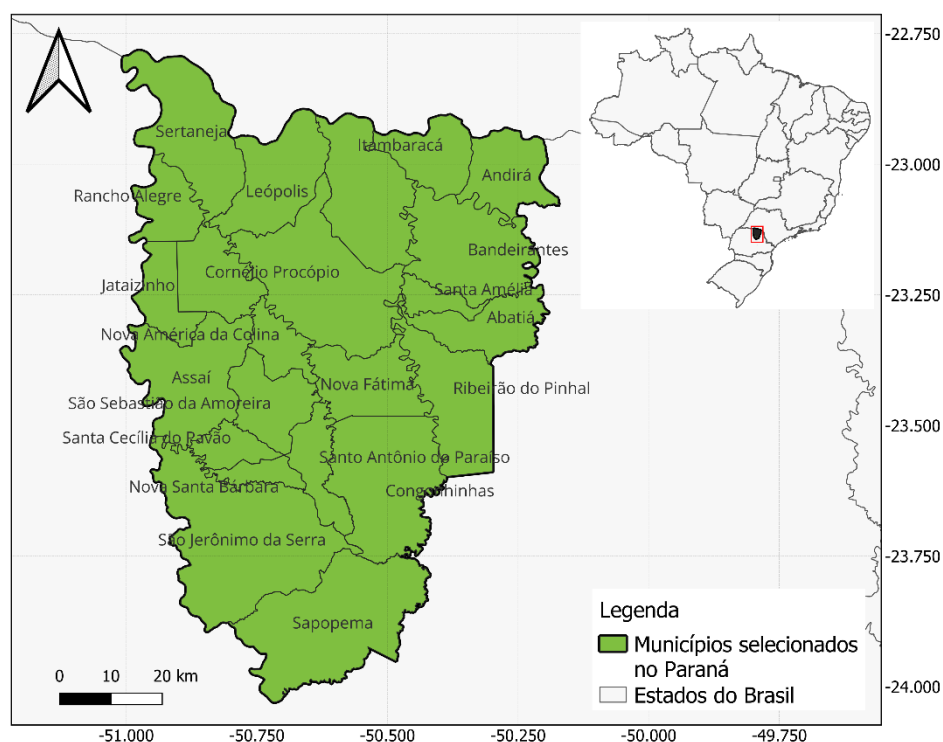
Fonte: As autoras (2025).

Área de estudo

A Mata Atlântica brasileira se estende da costa do nordeste ao sul do país (Silva *et al.*, 2016). Esse bioma apresenta uma grande variação ambiental,

manifestada em diferentes tipos vegetacionais florestais (Velooso; Rangel-Filho; Lima, 1991). A maior concentração da cobertura florestal da Mata Atlântica está na parte sul-sudeste do bioma (Orme *et al.*, 2019). Neste sentido, para este estudo foram selecionados 23 municípios atendidos por um escritório regional de Cornélio Procópio (norte do estado do Paraná), do Instituto Água e Terra (órgão ambiental do estado) de Cornélio Procópio (Figura 2). Municípios: Abatiá, Andirá, Assaí, Bandeirantes, Congonhinhas, Cornélio Procópio, Itambaracá, Jataizinho, Leopólis, Nova América da Colina, Nova Fátima, Nova Santa Bárbara, Rancho Alegre, Ribeirão do Pinhal, Santa Amélia, Santa Cecília do Pavão, Santa Mariana, Santo Antônio do Paraíso, São Jerônimo da Serra, São Sebastião da Amoreira, Sapopema, Sertaneja e Uraí.

Figura 2 - Área de estudo



Fonte: As autoras (2025).

Análise dos alertas emitidos pelo MapBiomas Alerta

A análise dos dados obtidos consistiu no exame do conjunto de dados gerados pela filtragem na plataforma. Foram identificados aspectos temporais e

espaciais dos alertas, sendo observada a flutuação do número de alertas ao longo dos meses e anos, bem como a ocorrência de alertas por município e a distância entre eles e o escritório regional. Além disso, foi verificada a relação entre o número de alertas e a área desmatada por município por meio de comparação. Por fim, foi calculada a proporcionalidade entre área desmatada e a extensão territorial dos municípios, dividindo a área do alerta pela área do município.

Estudo de casos na região norte do estado

A partir dos dados obtidos para a área de interesse foram selecionados dois alertas de desmatamento na região para estudo dos casos com base na dimensão da área desmatada e no procedimento administrativo vinculado. Analisaram-se os protocolos com as medidas tomadas pelo órgão perante o recebimento do alerta. Foi necessário acessar os sistemas de tramitação dos processos no órgão executor, como eProtocolo, Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLOR) e Sistema de Informações Ambientais (SIA).

Avaliação do atendimento dos alertas do MapBiomas Alerta por um escritório regional do IAT

Com o conjunto de dados gerados pela filtragem dos alertas na plataforma, foi levantado o número total de alertas. A taxa de atendimento dos alertas do MapBiomas foi calculada dividindo o número de processos administrativos gerados pelo Instituto pelo total de alertas emitidos no período selecionado. Igualmente, foram acessados os sistemas internos do IAT, verificando a legalidade ou não dos desmatamentos identificados a partir da emissão de Autorizações Florestais (AF) e Autos de Infração Ambiental (AIA). Foi apurada, ainda, a quantidade de autuações emitidas pelo escritório a partir dos alertas.

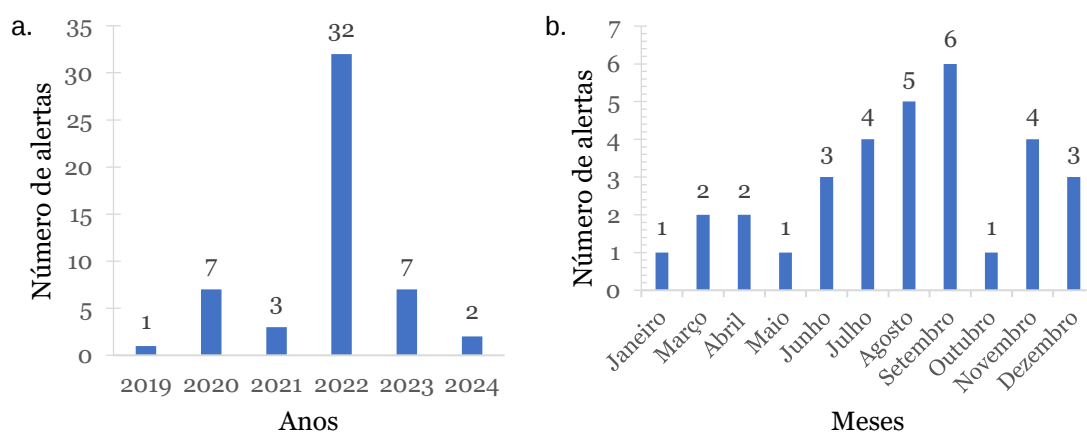
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos alertas emitidos pelo MapBiomas Alerta

Durante o período de janeiro de 2019 e julho de 2024 foram emitidos 52 alertas para a região selecionada, na plataforma. A quantidade de alertas variou expressivamente no período de estudo, tendo seu maior número em 2022 (Figura

3). Em 2022, os maiores números de alertas foram registrados nos meses de julho (4), agosto (5) e setembro (6), período mais seco e frio do ano na região. Deve-se levar em consideração que, provavelmente, o baixo número de alertas para o ano de 2024 é causado, em parte, por ter sido observado apenas parcialmente (até o mês de julho). Essa variação também pode ser resultado do avanço tecnológico na detecção de desmatamentos (Gonzaga *et al.*, 2022) e dos processos administrativos gerados após as detecções pelo órgão ambiental, ou seja, da responsabilização pelos crimes ambientais cometidos (MPPR, 2022). Cabe ainda considerar que o resultado pode refletir tanto variações no esforço de fiscalização quanto o impacto de processos administrativos desencadeados pelos órgãos ambientais.

Figura 3 - a. Número de alertas entre jan/2019 e julho/2024 emitidos pelo MapBiomas para a região. b. Número de alertas no ano de 2022



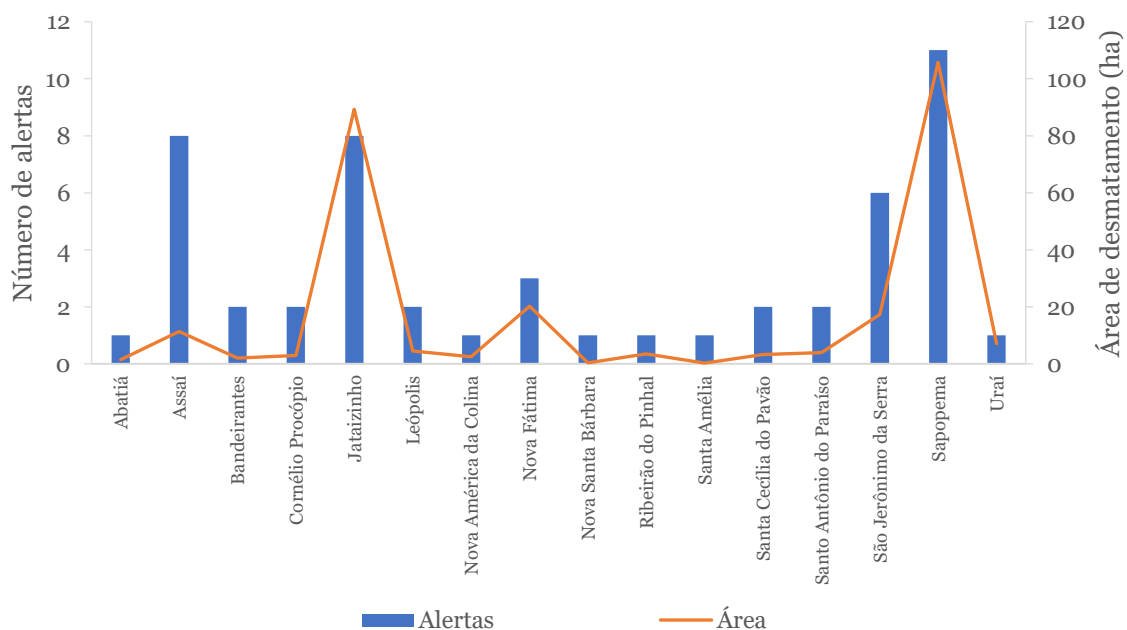
Fonte: As autoras (2025).

Além disso, a maior parte dos alertas ocorreu no município de Sapopema, com 11 alertas (Figura 4), seguido por Assaí e Jataizinho com 8 alertas cada e São Jerônimo da Serra com 6 alertas. Os municípios de Andirá, Congonhinhas, Itambaracá, Rancho Alegre, Santa Mariana, São Sebastião da Amoreira e Sertaneja não apresentaram alertas na plataforma.

O desmatamento na área de estudo totalizou 275,55 ha nesse período (Figura 4). Desse total, 105,73 ha foram desflorestados em Sapopema, sendo o município com maior área desmatada. Na borda da região atendida pelo

escritório do Instituto, Sapopema fica a mais de 100 km de Cornélio Procópio, o que dificulta a frequência de fiscalização presencial na cidade. O município com a segunda maior área de desmatamento é Jataizinho com 89,3 ha. Esse resultado se correlaciona ao número de alertas emitidos para esses municípios. Por outro lado, Assaí, que apresentou o mesmo número de alertas que Jataizinho, teve menor área desmatada, com 11,32 ha. Jataizinho e Assaí ficam apenas cerca de 41 km e 66 km de distância de Cornélio Procópio, respectivamente. No entanto, Jataizinho possui menos de 16 mil ha, enquanto Assaí possui mais de 44 mil ha, ou seja, proporcionalmente, Jataizinho apresenta maior área de desmatamento que Assaí. Esse contraste reforça a necessidade de cruzar alertas e áreas suprimidas proporcionalmente ao território municipal, para compreender melhor o risco ambiental local.

Figura 4 - Número de alertas e área de desmatamento por município, em ha



Fonte: As autoras (2025).

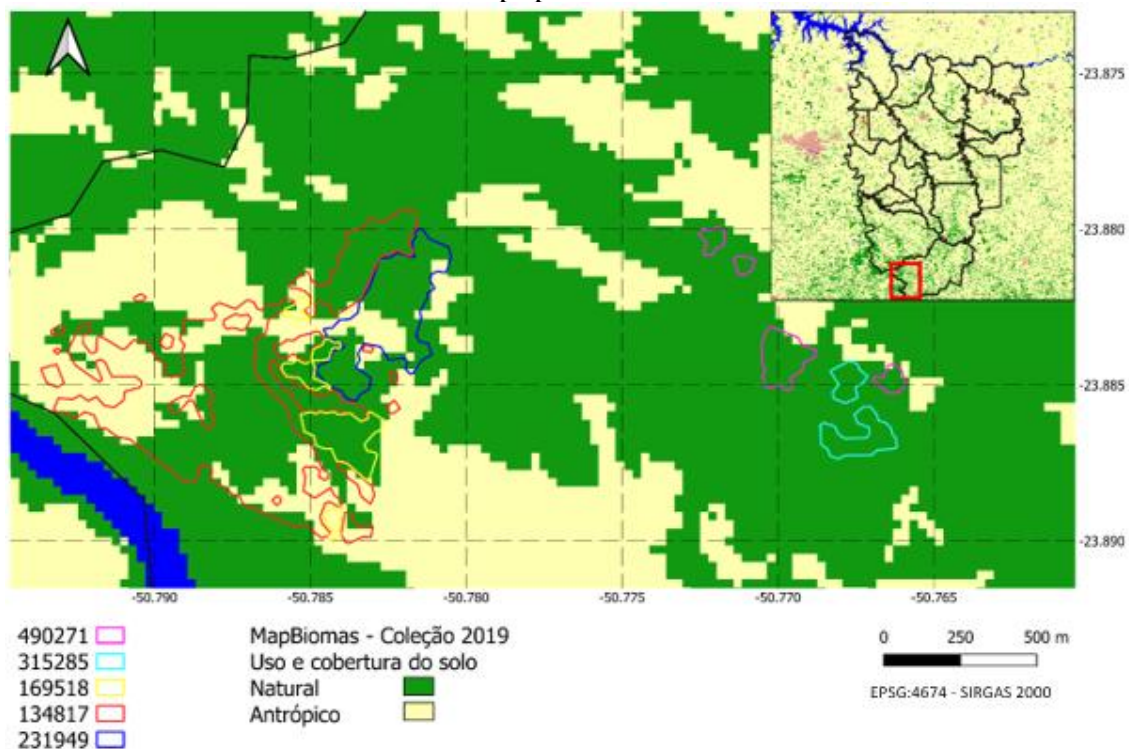
O resultado corrobora com estudos que apontam o aumento da área destinada à lavoura em Sapopema entre o período de 2014 e 2019 (Vieira; Mendonça, 2022), demonstrando que a supressão continua acontecendo no município, com alertas emitidos entre 2020 e 2023. Dos 11 alertas, apenas 5 já foram objeto de autuação pelo órgão ambiental. Além disso, a plataforma aponta

Sapopema como o município com a maior porcentagem de área coberta por vegetação natural (31,58%) dentre os selecionados, seguido por São Jerônimo da Serra (29,35%). Ao contrário, municípios que tiveram apenas um alerta possuem baixas porcentagens de área natural. Abatiá e Uraí, por exemplo, possuem 8,99% e 9,92% respectivamente. Esse resultado sugere que as ações de fiscalização do desmatamento devem priorizar os municípios com maior extensão de remanescentes florestais, dado seu potencial impacto na conservação da vegetação nativa. Esse dado revela não apenas a pressão contínua sobre os remanescentes, mas também limitações operacionais na resposta do poder público, agravadas pela distância em relação ao escritório regional (mais de 100 km de Cornélio Procopio), que compromete a fiscalização presencial.

Estudo de caso na região norte do estado

O alerta 134817 foi selecionado para estudo de caso, pois apresentou a maior área desmatada, com 43,1 ha. Tal desmate ocorreu em Sapopema no ano de 2020 e gerou auto de infração ambiental pelo setor de fiscalização do escritório regional, incluindo área dos alertas 169518 (5,7 ha), 231949 (11,09 ha), 315285 (3,47 ha) e 490271 (4,05 ha), o que totalizou 67,41 ha suprimidos no mesmo imóvel. Na figura 5 estão representados os alertas, nomeados por números emitidos pelo próprio sistema de alerta.

Figura 5 - Alertas emitidos pelo MapBiomas, em 2020, para o município de Sapopema - PR



Fonte: As autoras (2025).

Inicialmente, o Auto de Infração (AIA 1a – Quadro 1) foi lavrado por “desmatar florestas em estágio inicial, sem autorização, no Bioma Mata Atlântica”, com multa de R\$ 770.000,00 (setecentos e setenta mil reais) e embargo do local. O valor corresponde à área de 140 ha, a partir da análise geral do imóvel correspondente aos alertas. O auto de infração foi embasado nos artigos 3º e 50 do Decreto Federal n.º 6514/2008, que prevê multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) por hectare ou fração de vegetação em estágio inicial suprimida sem autorização na Mata Atlântica (Brasil, 2008). A sugestão para reparação do dano ambiental pelo órgão foi o abandono da área para regeneração natural. Em sua defesa, o autuado alega que área era coberta por Capim-colonião (*Panicum maximum*), por outras espécies invasoras e vegetação em estágio inicial, bem como a ausência de indicação precisa do local da infração ambiental.

Desta forma, a equipe do escritório regional solicitou análise temporal completa do imóvel por imagens de satélite ao NGI. A partir do relatório técnico apresentado foram constatados diversos focos de calor, indicando provável uso

de fogo para eliminação do material vegetal, bem como a continuidade do dano ambiental após a lavratura do auto de infração ambiental, caracterizando desrespeito ao embargo, o que acarretou em novo auto de infração.

Com relatório de deliberação elaborado já no ano de 2024, a área correspondente ao auto foi retificada para 51,2 ha com correção do valor da multa para R\$ 286.000,00 (duzentos e oitenta e seis mil reais), para adequado enquadramento na legislação (AIA 1b – Quadro 1). Assim, foram gerados mais três autos. O primeiro (AIA 2 - Quadro 1) por “dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente” em 2,7 ha, infringindo o artigo 48 do Decreto Federal n.º 6514/2008 (Brasil, 2008), com multa de R\$ 15.000,00 (quinze mil reais). O segundo (AIA 3 - Quadro 1) por “destruir vegetação nativa inserida no bioma Mata Atlântica em estágio inicial de regeneração, mediante uso de fogo, sem autorização do órgão competente” em 107,3 ha, contrariando o disposto no artigo 50 do mesmo decreto, com multa de R\$ 891.000,00 (oitocentos e noventa e um mil reais). O último auto (AIA 4 – Quadro 1) foi lavrado por “danificar floresta ou demais formas de vegetação natural situadas em Área de Preservação Permanente mediante o uso de fogo sem autorização” em 1,4 ha, violando o artigo 43 do decreto, com multa de R\$ 30.000,00 (trinta mil reais).

Desta forma, a sanção ambiental foi aplicada para um total de 162,6 ha de supressão na propriedade rural. Ou seja, as análises técnicas identificaram uma área de desmatamento ainda maior do que a plataforma. Esse resultado está de acordo com estudos que apontam uma subestimação da área suprimida pelo MapBiomas (Maurano; Escada, 2019). O processo continua aberto na Divisão de Fiscalização do órgão ambiental, com pedido de defesa por parte do infrator. Esse caso exemplifica a lentidão na conclusão dos processos de infração ambiental.

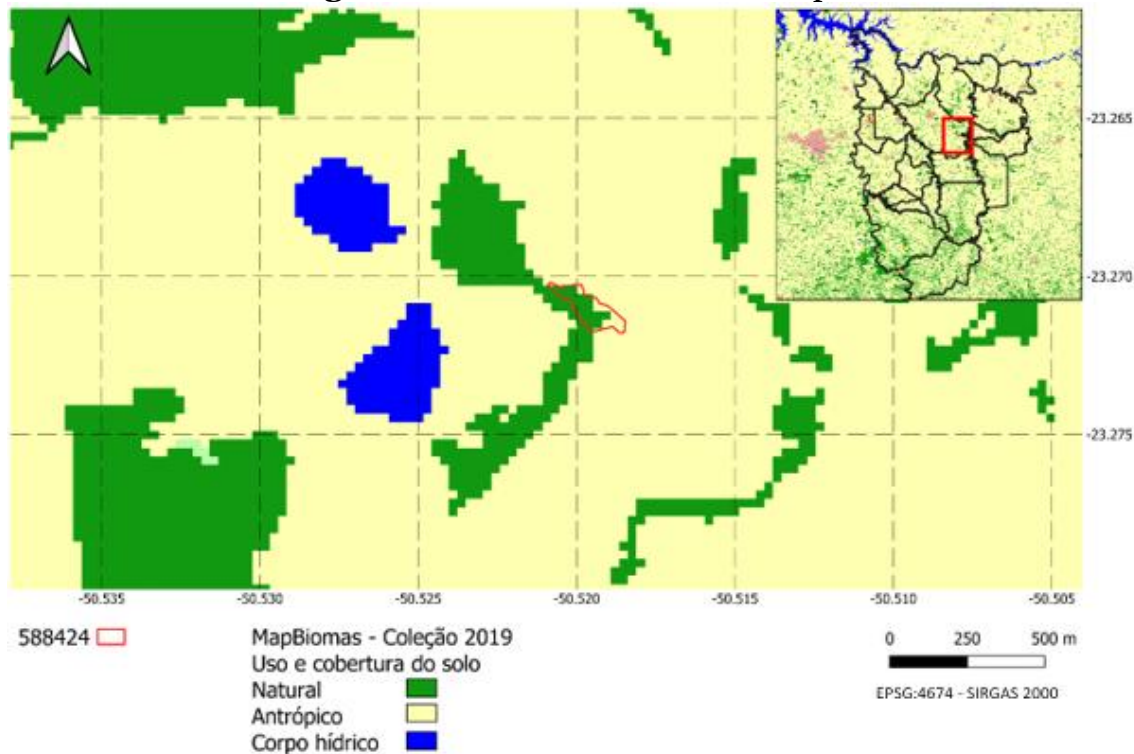
Quadro 1 - Autos de Infração gerados a partir do alerta selecionado

ALERTA MAPBIOMAS		ÁREA	
134817		43,1 ha	
169518 + 231949 + 315285 + 490271		24,31 ha	
TOTAL		67,41 ha	
AIA	DESCRIÇÃO	ÁREA	MULTA
1a	Desmatar florestas em estágio inicial, sem autorização, no bioma Mata Atlântica	140 ha	R\$ 770.000,00
1b	Desmatar florestas em estágio inicial, sem autorização, no bioma Mata Atlântica	51,2 ha	R\$ 286.000,00
2	Dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente	2,7 ha	R\$ 15.000,00
3	Destruir vegetação nativa inserida no bioma Mata Atlântica em estágio inicial de regeneração, mediante uso de fogo, sem autorização do órgão competente	107,3 ha	R\$ 891.000,00
4	Danificar floresta ou demais formas de vegetação natural situadas em Área de Preservação Permanente mediante o uso de fogo sem autorização	1,4 ha	R\$ 30.000,0
TOTAL		162,6 ha	R\$ 1.222.000,00

Fonte: As autoras (2025).

O segundo alerta selecionado para estudo de caso foi o 588424 com 1,78 ha. O desmate ocorreu em Cornélio Procópio e foi objeto de Autorização Florestal emitida em 2021, pelo órgão ambiental, válida por 1 ano (Figura 6). A autorização dispõe que a supressão para uso alternativo do solo em área de vegetação secundária em estágio inicial tem a finalidade de agricultura na área do imóvel de 4,627 ha. O inventário florestal apresentado incluía espécies nativas como *Parapiptadenia rigida* (Gurucaia), *Anadenanthera peregrina* (Angico Branco), *Campomanesia xanthocarpa* (Gabioba) e *Gallesia integrifolia* (Pau-d'alho), além das espécies ameaçadas de extinção como *Aspidosperma polyneuron* (Peroba Rosa) e *Cedrela fissilis* (Cedro).

Figura 6 - Alerta em Cornélio Procópio



Fonte: As autoras (2025).

As espécies ameaçadas de extinção, constantes na Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná e/ou na Portaria MMA nº 148/2022, só podem ser suprimidas em casos de risco ao patrimônio ou à vida humana, com apresentação de laudo da Defesa Civil, do Corpo de Bombeiros ou laudo técnico do Instituto Água e Terra atestando o risco. No entanto, é informado nas condicionantes do documento a não identificação de espécies ameaçadas de extinção. Desta forma, só é possível confirmar a supressão das espécies ameaçadas de extinção citadas no inventário por meio de vistoria ao local e entrevista com proprietário do imóvel.

Avaliação do atendimento dos alertas do MapBiomas Alerta por um escritório regional do IAT

Apesar da redução no número de alertas de desmatamento na região, apenas 48% dos alertas passaram por algum procedimento administrativo pelo escritório regional selecionado (Tabela 1). Neste sentido, dos 52 alertas emitidos, apenas 20 resultaram em auto de infração ambiental pelo órgão. Uma possível

justificativa para esse resultado pode estar relacionada a fatores institucionais, operacionais e burocráticos que dificultam a tramitação eficiente dos alertas de desmatamento, como a falta de servidores e a articulação entre os setores do órgão. Esse baixo índice de efetividade sinaliza que o combate ao desmatamento não depende apenas da qualidade do monitoramento, mas também da capacidade institucional de transformar alertas em ações rápidas e consistentes.

Tabela 1 - Alertas emitidos pelo MapBiomas para a região selecionada.

Nº	Alerta	Município	Área (ha)	Ano	Atendido	Observação
1	89835	São Jerônimo da Serra	4,99	2019	não	
2	134817	Sapopema	43,10	2020	sim	atuado
3	169510	Leópolis	1,10	2020	sim	protocolo aberto
4	169515	Leópolis	3,36	2020	sim	atuado
5	169518	Sapopema	5,70	2020	sim	atuado
6	231949	Sapopema	11,09	2020	sim	atuado
7	251807	São Jerônimo da Serra	1,28	2020	sim	atuado
8	303030	Sapopema	2,21	2020	não	
9	315285	Sapopema	3,47	2021	sim	protocolo aberto
10	346727	Sapopema	23,85	2021	sim	atuado
11	490271	Sapopema	4,05	2021	sim	protocolo aberto
12	549001	Jataizinho	5,01	2022	não	
13	583985	Uraí	7,09	2022	sim	atuado
14	585090	Assaí	2,19	2022	sim	atuado
15	586467	Jataizinho	24,36	2022	sim	atuado
16	586636	Jataizinho	3,43	2022	sim	protocolo aberto
17	588424	Cornélio Procópio	1,78	2022	sim	autorizado
18	589146	Jataizinho	29,98	2022	sim	atuado
19	610754	Jataizinho	19,66	2022	sim	atuado
20	611306	Bandeirantes	0,84	2022	sim	atuado
21	623747	Santa Cecília do Pavão	0,71	2022	não	
22	624565	Nova Fátima	13,56	2022	não	
23	625760	Nova Fátima	4,89	2022	não	
24	628952	Jataizinho	5,10	2022	não	
25	632123	São Jerônimo da Serra	0,28	2022	não	
26	632724	Ribeirão do Pinhal	3,45	2022	sim	atuado
27	632927	Assaí	1,11	2022	sim	atuado
28	633092	Jataizinho	0,65	2022	não	
29	633863	Santa Amélia	0,25	2022	sim	atuado
30	734768	Sapopema	3,53	2022	não	
31	735161	São Jerônimo da Serra	4,23	2022	não	
32	735648	Santa Cecília do Pavão	2,59	2022	não	
33	736351	Nova América da Colina	2,52	2022	não	
34	736366	São Jerônimo da Serra	5,68	2022	não	
35	736415	Assaí	0,90	2022	não	
36	737397	Assaí	0,83	2022	sim	atuado
37	791076	Assaí	0,96	2022	sim	atuado
38	791131	Bandeirantes	1,17	2022	sim	atuado
39	792997	Assaí	3,50	2022	não	

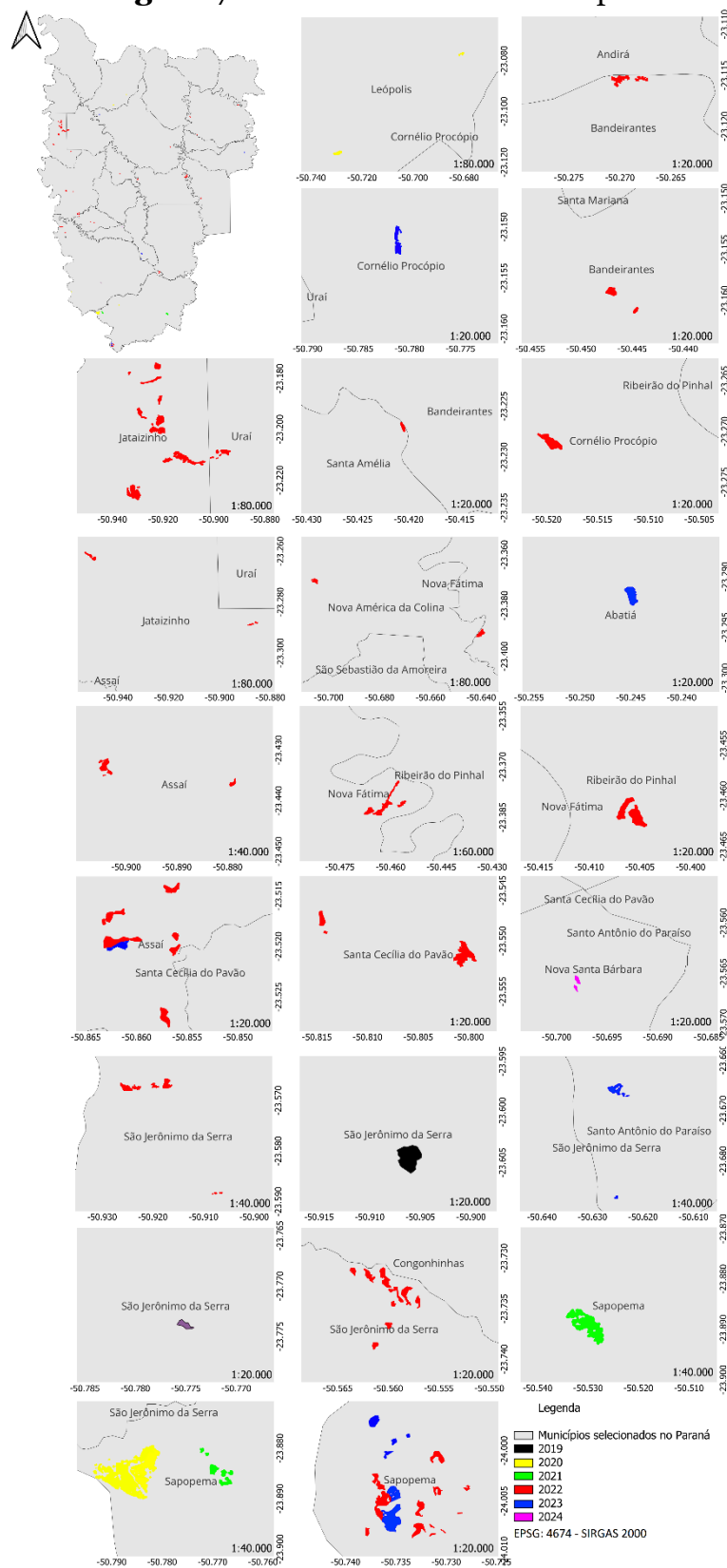
40	793485	Nova Fátima	1,75	2022	não	
41	794287	Assaí	0,91	2022	não	
42	794430	Jataizinho	1,11	2022	não	
43	795317	Sapopema	2,82	2022	não	
44	802549	Santo Antônio do Paraíso	3,62	2023	não	
45	802958	Cornélio Procopio	1,15	2023	não	
46	803024	Abatiá	1,47	2023	sim	autuado
47	880757	Assaí	0,92	2023	não	
48	953841	Sapopema	4,46	2023	não	
49	954925	Santo Antônio do Paraíso	0,30	2023	não	
50	1056628	Sapopema	1,45	2023	sim	autuado
51	1209262	Nova Santa Barbara	0,36	2024	não	
52	1209683	São Jerônimo da Serra	0,78	2024	não	

Fonte: As autoras (2025).

Nesse estudo não é considerada a degradação do bioma através de queimadas, com impactos tão relevantes quanto os apresentados. O MapBiomias possui monitoramento de queimadas em todo território brasileiro, o Monitor do Fogo (Alencar *et al.*, 2024). A plataforma identificou mais de 250.000 ha de área natural queimada no último ano na Mata Atlântica (MapBiomias, 2025).

A análise espacial e temporal dos alertas do MapBiomias entre 2019 e 2024 (Figura 7) evidencia tanto avanços quanto fragilidades no enfrentamento ao desmatamento na região. Apesar do monitoramento permitir identificar áreas críticas e relacionar padrões sazonais às dinâmicas de supressão da vegetação, apenas parte dos alertas se converteu em ações efetivas de responsabilização. O fato de menos da metade ter sido atendida e apenas 20 terem gerado autuação mostra que a capacidade de resposta institucional ainda é limitada. Essa diferença entre a detecção do dano ambiental e a aplicação de sanções coloca em risco a eficácia das políticas de conservação, reforçando a necessidade de fortalecer os mecanismos de integração entre monitoramento remoto, fiscalização em campo e tramitação administrativa dos processos.

Figura 7 - Alerta em Cornélio Procópio



Fonte: As autoras (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram emitidos 52 alertas pela plataforma online entre janeiro de 2019 e julho de 2024, totalizando 275,55 ha de desmatamento. A maior parte dos alertas teve origem em Sapopema, com 11 alertas que representaram 38% da área total suprimida. Apesar da plataforma denunciar as supressões, que não seriam constatadas pelo órgão ambiental, e aperfeiçoar o procedimento de fiscalização, os autos de infração gerados correspondem a menos da metade dos alertas emitidos e o processo administrativo ainda percorre ao longo dos anos. Além disso, apenas uma das áreas de alerta possuía autorização para supressão florestal. Isso quer dizer que ainda há pouca punição para o cometimento de tal crime ambiental. Assim, o estudo evidencia a necessidade de aprimoramento na fiscalização ambiental, seja por meio de investimentos em tecnologia, aumento de equipes especializadas ou melhorias na articulação entre os setores do instituto envolvidos combate ao desmatamento.

O presente estudo é limitado pela análise de imagens de satélite disponíveis de forma online, não havendo confirmação dos desmatamentos por vistoria antes e após os alertas. Estudos posteriores podem ampliar o conhecimento dentro da área utilizando-se do monitoramento dos incêndios na área de estudo e em outros biomas do país. Sugere-se realização de novas análises, incluindo dados temporais contínuos, a fim de identificar padrões sazonais de incidência de desmatamentos e incêndios, possibilitando o direcionamento de ações fiscalizatórias intensificadas em períodos críticos durante o ano.

Por fim, o estudo contribui para o avanço do conhecimento na área com a identificação de supressão de florestas nativas por meio do sensoriamento remoto. O MapBiomias desempenha um papel fundamental na detecção do desmatamento e ainda há espaço para o desenvolvimento dos órgãos ambientais utilizar a plataforma como ferramenta para fiscalização do desmatamento. Além disso, o trabalho indica a importância das análises técnicas para a determinação da extensão e da forma da degradação com maior precisão, refinando os dados obtidos pelo MapBiomias, bem como a priorização de municípios com maiores

áreas naturais nas estratégias de contenção do desmatamento em escala regional. Assim, é importante a contratação e o treinamento de técnicos fiscais de órgãos ambientais para que a responsabilização e a reparação dos danos cometidos aconteçam de forma mais efetiva.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. A.; CONCIANI, D. E.; ROSA, E. R.; MARTIN, E. V.; ANDRADE, G.; HASENACK, H.; MARTENEXEN, L. F. M.; RIBEIRO, J. P. F. M.; SHIMBO, J.; ROSA, M.; DIAS, M.; CRUSCO, N.; SANTOS, N.; MONTEIRO, N. C.; DUVERGER, S. G.; AZEVEDO, T.; PIONTEKOWSKI, V. J.; ARRUDA, V. L. S.; SILVA, W. V.; ROCHA, W. F. MapBiomias Fire Brazil Collection 3: Annual Burned Area Maps of Brazil (1985-2023). **Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)**. MapBiomias Data, [S.l.], v. 2, 2024. <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/OKJBRA>. Acesso em: 15 ago. 2024.
- BARRETO, J. B.; DA SILVA, J. B.; DE ARAÚJO, S. M. S.; TEIXEIRA, R. O. Analysis of the validation and refinement system of Mapbiomas alerts and the deforested area report in Altamira - PA, Brazil (2018 - 2021). **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 10, n. 6, p. e37810615801-e37810615801, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15801> Acesso em: 15 nov. 2024.
- BEECH, E.; RIVERS, M.; OLDFIELD, S.; SMITH, P. P. GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. **Journal of sustainable forestry**, [S.l.], 36(5), 454-489. 2017. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1310049> Acesso em: 16 ago. 2024.
- BRASIL. **Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998. Disponível em: planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, DF, 2008. Disponível em: planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília, DF, 2012. Disponível em: planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomias/caatinga>. Acesso em: 15 dez. 2024.

COPATTI, A.; LELLES, L.C. Monitoramento mensal de queimadas no Pantanal de Mato Grosso do Sul utilizando a plataforma Google Earth Engine – GEE: um exemplo didático de utilização. In: PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; PESSI, D. D.; GAMARRA, R. M.; SILVA, N. M.; RIBEIRO, V. O.; CHAVES, J. R. (Org.). **Geotecnologias para aplicações ambientais**. Maringá: UNIEDUSUL, 2020. p.257-276. 2021. Disponível em: uniedusul.com.br/wp-content/uploads/2021/01/GEOTECNOLOGIAS-PARA-APLICACOES-AMBIENTAIS.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

DIODATO, M. A.; GRIGIO, A. M.; DA SILVA, K. E. F.; DAMASIO, W. M. B.; MIOTO, C. L. Índice de Vegetação. In: PARANHOS, A. C. (org.). **Geotecnologias para Aplicações Ambientais**. Maringá: UNIEDUSUL, 2021. <https://doi.org/10.29327/527680>. Acesso em: 17 dez. 2024.

DIRZO, R.; YOUNG, H. S.; GALETTI, M.; CEBALLOS, G.; ISAAC, N. J.; COLLEN, B. Defaunation in the Anthropocene. **Science**, [S.l.], v. 345, n. 6195, p. 401–406, 2014. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>. Acesso em: 17 ago. 2024.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Evaluación de los recursos forestales mundiales** – Principales resultados. Roma, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca8753es/CA8753ES.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 17, p. 24–29, 2005. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0002>. Acesso em: 20 nov. 2024.

IAT - Instituto Água e Terra. **Com queda de 54%, Paraná foi o estado que mais reduziu o desmatamento da Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Noticia/Com-queda-de-54-Parana-foi-o-estado-que-mais-reduziu-o-desmatamento-da-Mata-Atlantica>. Curitiba-PR, 2023a. Acesso em: 21 ago. 2024.

IAT - Instituto Água e Terra. **Com Núcleo de Inteligência Geográfica, IAT amplia uso de tecnologia contra desmatamento**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Noticia/Com-Nucleo-de-Inteligencia-Geografica-IAT-amplia-uso-de-tecnologia-contra-desmatamento>. Curitiba-PR, 2023b. Acesso em: 21 ago. 2024.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008**. São José dos Campos: INPE, 2009. Disponível em: obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter/relatorios-de-avaliacao-arquivos/2008/avaliacao_deter_2008_07.pdf. Acesso em: 21 dez. 2024.

GAMARRA, R. M.; OLIVEIRA, A. P. G.; PARANHOS FILHO, A. C. Ecologia da Paisagem Utilizando Geotecnologias. In: PARANHOS, A. C. (org.).

Geotecnologias para Aplicações Ambientais. Maringá: UNIEDUSUL, 2021. <https://doi.org/10.29327/527680>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GONÇALVES, A. B.; LOUBET, L. F.; MOTTA, J. S.; DE OLIVEIRA, W. R.; DE PINHO, A. P. Atuação do Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul na fiscalização do desmatamento com aplicação de geotecnologias: o programa DNA ambiental. In: PARANHOS, A. C. (org.). **Geotecnologias para Aplicações Ambientais**. Maringá: UNIEDUSUL, 2021.

<https://doi.org/10.29327/527680>. Acesso em: 24 nov. 2024.

GONZAGA, C. A. C.; FERNANDES, T. de A.; BOLDRIN, J. L.; CORREA, M. dos S. A.; ROQUETTE, J. G.; SILVA, N. M. da; BARBOSA, D. S.; PESSI, D. D.; PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; ANGEOLETTO, F. H. S. Remote sensing and monitoring forest degradation by governmental entities in Brazil. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 11, n. 5, p. e28811528323-e28811528323, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28323>. Acesso em: 24 ago. 2024.

HANSEN, M. C.; KRYLOV, A.; TYUKAVINA, A.; POTAPOV, P. V.; TURUBANOVA, S.; ZUTTA, B.; IFO, S.; MARGONO, B.; STOLLE, F.; MOORE, R. Humid tropical forest disturbance alerts using Landsat data.

Environmental Research Letters, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 034008, 2016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/034008>. Acesso em: 26 dez. 2024.

MAURANO, L. E. P.; ESCADA, M. I. S. Comparação dos dados produzidos pelo PRODES versus dados do MapBiomas para o bioma Amazônia. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, São José dos Campos: INPE, v. 19, p. 735-738, 2019. Disponível em: proceedings.science/sbsr/sbsr-2019/trabalhos/comparacao-dos-dados-produzidos-pelo-prodes-versus-dados-do-mapbiomas-para-o-bio?lang=pt-br. Acesso em: 26 ago. 2024.

MAPBIOMAS - Projeto MapBiomas. **Coleção 3.10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em:

<http://www.MapBiomas.org>. Brasil, 2019. Acesso em: 28 nov. 2024.

MAPBIOMAS - Projeto MapBiomas. **MapBiomas disponibiliza mapas base de imagens de 3m de resolução**. Disponível em:

<https://brasil.mapbiomas.org/2017/09/08/mapbiomas-disponibiliza-mapas-base-de-imagens-de-3m-de-resolucao/>. Brasil, 2021. Acesso em: 28 ago. 2024.

MAPBIOMAS ALERTA. **Relatório Anual do Desmatamento – Brasil**

2020. Disponível em: <https://alerta.MapBiomas.org/>. Brasil, 2021. Acesso em: 28 ago. 2024.

MAPBIOMAS - Projeto MapBiomas. **Área queimada no Brasil cresce 79% em 2024 e supera os 30 milhões de hectares**. Disponível em:

<https://brasil.mapbiomas.org/2025/01/22/area-queimada-no-brasil-cresce-79-em-2024-e-supera-os-30-milhoes-de-hectares/>. Brasil, 2025. Acesso em: 28 ago. 2024.

MPPR - Ministério Público do Paraná. **Operação Mata Atlântica em Pé ocorre em 17 estados até 30/9**. Disponível em: mppr.mp.br/Noticia/Operacao-Mata-Atlantica-em-Pe-ocorre-em-17-estados-ate-309. Paraná, 2022. Acesso em: 30 ago. 2024.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [S.l.], v. 403, p. 853–858, 2000. <https://doi.org/10.1038/35002501>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ORME, C. D. L.; MAYOR, S.; DOS ANJOS, L.; DEVELEY, P. F.; HATFIELD, J. H.; MORANTE-FILHO, J. C.; TYLIANAKIS, J. M.; UEZU, A.; BANKS-LEITE, C. Distance to range edge determines sensitivity to deforestation. **Nature Ecology & Evolution**, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 886–891, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0889-z>. Acesso em: 02 out. 2024.

PARANHOS, A. C.; OLIVEIRA, A. P. G.; PARANHOS FILHO, A. A. **Geotecnologias para aplicações ambientais**. Criciúma: UNIEDUSUL, 2021. 394 p. <https://doi.org/10.29327/527680>. Acesso em: 02 dez. 2024.

POTAPOV, P.; HANSEN, M. C.; LAESTADIUS, L.; TURUBANOVA, S.; YAROSHENKO, A.; THIES, C.; SMITH, W.; ZHURAVLEVA, I.; KOMAROVA, A.; MINNEMEYER, S.; ESIPOVA, E. The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. **Science Advances**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. e1600821, 2017. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600821>. Acesso em: 02 out. 2024.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [S.l.], v. 16, n. 4, p. 208–214, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>. Acesso em: 04 out. 2024.

RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F.; FORTIN, M. J. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: ZACHOS, F.; HABEL, J; (eds) **Biodiversity Hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_21. Acesso em: 02 nov. 2024.

DA SILVA, J. M.; PINTO, L. P.; HIROTA, M.; BEDÊ, L.; TABARELLI, M. Conservação da Mata Atlântica brasileira – um balanço dos últimos dez anos. In: CABRAL, D.C.; BUSTAMANTE, A.G. (Orgs.). **Metamorfoses florestais: Culturas, ecologias e as transformações históricas da Mata Atlântica**. Curitiba:

Editora Prismas, 2016. p. 435-458. Disponível em: researchgate.net/publication/318865553_Conservacao_da_Mata_Atlantica_brasil-eira_-_um_balanco_dos_ultimos_dez_anos. Acesso em: 07 set. 2024.

SOS MATA ATLÂNTICA, Fundação. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Itu-SP, 2021. Acesso em: 02 ago. 2024.

STRATFORD, J. A.; STOUFFER, P. C. Forest fragmentation alters microhabitat availability for neotropical terrestrial insectivorous birds. **Biological Conservation**, [S.l.], v. 188, p. 109–115, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.01.017> Acesso em: 02 ago. 2024.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, [S.l.], 1. 132-138. 2005. Disponível em: researchgate.net/publication/260591848_Desafios_e_oportunidades_para_a_conservacao_da_biodiversidade_na_Mata_Atlantica_brasileira. Acesso em: 07 set. 2024.

TOSTO, S. G.; RODRIGUES, C. A. G.; BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. **Geotecnologias e geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2014. 248 p. Disponível em: infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/988805/1/500P-Geotecnologias-e-geoinformacao-ed01-2014.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

VACCHIANO, M. C.; SANTOS, J. W.; ANGEOLETTO, F.; SILVA, N. M. Do data support claims that Brazil leads the world in environmental preservation? **Environmental Conservation**, [S.l.], v. 46, p. 118–120, 2019. <https://doi.org/10.1017/S0376892918000371>. Acesso em: 02 out. 2024.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p. Disponível em: biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv22380.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

VIEIRA, M.; MENDONÇA, Y. C. M. Desmatamento da Mata Atlântica paranaense: análise espacial para o período 2014 e 2019. **Revista Catarinense de Economia**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 46–57, 2022. <https://doi.org/10.54805/RCE.2527-1180.v5.n1.106>. Acesso em: 02 dez. 2024.

WERNECK, F.; SORDI, J.; ARAÚJO, S.; ANGELO, C. Passando A Boiada: O segundo ano de desmonte ambiental sob Jair Bolsonaro. **Observatório do Clima**, Brasil, 2021. 38 p. Disponível em: oc.eco.br/wp-content/uploads/2021/01/Passando-a-boiada-1.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

Recebido em 29 de abril de 2025
Aceito em 11 de novembro de 2025

Financiamento: Os autores declaram o recebimento de bolsa do Programa de Residência Técnica em Engenharia e Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) em parceria com o Instituto Água e Terra (IAT) e a Secretaria de Estado do Turismo do Paraná (SETU).

Conflito de interesses: Os autores declaram que não há conflito de interesses na tramitação deste manuscrito no processo editorial.

Disponibilidade de dados: Os dados utilizados estão integralmente apresentados ou descritos no próprio manuscrito.

Editores responsáveis:

Higor Lourenzoni Bonzanini 

Marcelo Costa 

Bruna da Rocha 

Murilo Henrique Rodrigues de Oliveira 

Contribuição das autorias:

Tatiana Alves: Concepção; Curadoria de dados; Análise formal; Redação.

Nátali Maidl de Souza: Supervisão; Redação - revisão e edição.

Dayana Almeida: Redação - revisão e edição.