
Avaliação das Mudanças na Vegetação Nativa em Áreas de Preservação Permanente (APPs) no Paraná entre 2008 e 2023

Assessment of Native Vegetation Changes in Permanent Preservation Areas (PPAs) in Paraná between 2008 and 2023

Evaluación de los Cambios en la Vegetación Nativa en Áreas de Preservación Permanente (APP) en Paraná entre 2008 y 2023

Ítalo Castanho Duarte¹

Rodrigo Camilo²

RESUMO: As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são essenciais para a proteção da biodiversidade e a regulação dos ecossistemas e recursos hídricos. A conservação dessas áreas exige ações integradas e o uso de tecnologias como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitem o monitoramento remoto e preciso. Este estudo avaliou a cobertura de vegetação nativa das APPs associadas a corpos hídricos no Paraná, comparando dados matriciais (*raster*) de uso e cobertura do solo entre 2008 e 2023 em recortes a partir de arquivos vetoriais com delimitação das faixas das APPs por meio de *software* e técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG. Os resultados indicaram que cerca de 225 mil hectares foram convertidos em vegetação nativa, representando um aumento líquido de 9,13% em relação a 2008 dessa cobertura. Concomitante a isso, 4,67% das APPs sofreram perda de vegetação nativa por desmatamento. Além disso, 40,45% das APPs mantiveram-se com uso alternativo do solo. Em geral, verificou-se um crescimento na vegetação nativa nas APPs em 2023. O estudo demonstra a eficácia das geotecnologias na gestão ambiental, oferecendo dados precisos que subsidiam políticas públicas e ações de educação ambiental.

PALAVRAS-CHAVES: Sistemas de Informação Geográfica; desmatamento; sensoriamento remoto digital; gestão ambiental; Código Florestal.

ABSTRACT: *Permanent Preservation Areas (PPAs) are essential for biodiversity protection and the regulation of ecosystems and water resources. The conservation of these areas requires integrated actions and the use of technologies such as Geographic Information Systems (GIS), which enable accurate remote monitoring. This study assessed the native vegetation cover of PPAs associated with water bodies in Paraná, comparing raster data on land use and land cover between 2008 and 2023 using vector files that delineate APP strips through GIS software and geoprocessing techniques. Results*

¹ Geógrafo formado pela UEL (Universidade Estadual de Londrina) e Especialista em Engenharia e Gestão Ambiental pela UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa). E-mail: italo.duarte.pr@gmail.com.

² Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Professor Adjunto do Departamento de Meio Ambiente e Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UEM - Universidade Estadual de Maringá. E-mail: rcamilo2@uem.br.

indicated that approximately 225,000 hectares were converted to native vegetation, representing a net increase of 9.13% compared to 2008. Simultaneously, 4.67% of the PPAs experienced native vegetation loss due to deforestation. Additionally, 40.45% of the PPAs remained under alternative land use. Overall, native vegetation in the PPAs increased in 2023. The study demonstrates the effectiveness of geotechnologies in environmental management by providing accurate data that support public policies and environmental education initiatives.

KEYWORDS: *Geographic Information Systems; deforestation; digital remote sensing; environmental management; Forest Code.*

RESUMEN: *Las Áreas de Preservación Permanente (APP) son esenciales para la protección de la biodiversidad y la regulación de los ecosistemas y recursos hídricos. La conservación de estas áreas exige acciones integradas y el uso de tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten un monitoreo remoto y preciso. Este estudio evaluó la cobertura de vegetación nativa de las APP asociadas a cuerpos de agua en Paraná, comparando datos ráster de uso y cobertura del suelo entre 2008 y 2023 a partir de archivos vectoriales con la delimitación de las franjas de las APP mediante software y técnicas de geoprocésamiento en ambiente SIG. Los resultados indicaron que aproximadamente 225 mil hectáreas fueron convertidas en vegetación nativa, representando un aumento neto del 9,13% en relación con 2008. Paralelamente, el 4,67% de las APP sufrieron pérdida de vegetación nativa por deforestación. Además, el 40,45% de las APP permanecieron con uso alternativo del suelo. En general, se observó un aumento en la vegetación nativa en las APP en 2023. El estudio demuestra la eficacia de las geotecnologías en la gestión ambiental, proporcionando datos precisos que respaldan políticas públicas y acciones de educación ambiental.*

PALABRAS-CLAVE: *Sistemas de Información Geográfica; deforestación; teledetección digital; gestión ambiental; Código Forestal.*

INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) desempenham um papel fundamental na proteção da fauna e flora nativas, além de cumprir funções ambientais essenciais, como a preservação dos recursos hídricos, a manutenção da paisagem, a estabilidade geológica, a conservação da biodiversidade e a garantia do bem-estar das populações humanas e do equilíbrio ecológico. As APPs são regulamentadas pela Lei nº 12.651/2012, popularmente conhecida como Código Florestal, instrumento que estabelece diretrizes para sua proteção tanto em zonas rurais quanto urbanas (Brasil, 2012).

Um dos principais desafios contemporâneos na gestão ambiental é o monitoramento eficaz das APPs. Apesar da existência de normas que exigem a recomposição dessas áreas, sua implementação tem sido frequentemente negligenciada. Essa lacuna decorre de fatores como a insuficiência de políticas de educação ambiental, como falha na conscientização ecológica por parte da população e a ineficiência por parte dos órgãos ambientais em fiscalizar e punir de forma correta o agente degradante.

Neste sentido, visando o aprimoramento da gestão e planejamento racional dos recursos naturais, pode-se utilizar de tecnologias, como sistemas de informação geográfica

(SIG) e sensoriamento remoto, que viabilizam a coleta de dados precisos sobre a extensão de áreas mapeadas e condições ambientais dessas áreas. Essas técnicas permitem aprimorar a gestão e o planejamento racional dos recursos naturais. Estudos recentes, como os de Aranda, Santos e Dourado (2023), Nardini, Ribeiro e Lima (2023), Carvalho Neto (2020), Silva *et al.* (2020), assim como Nardini *et al.* (2019), são exemplos de trabalhos que utilizam essas ferramentas para delimitar e analisar as APPs. Dessa forma, o geoprocessamento emerge como uma tecnologia essencial para auxiliar no combate ao uso irregular dos recursos naturais.

De acordo com Pérez-Fernández, Calvo-Magro e Valentine (2016) a retirada de vegetação nativa em APPs compromete não apenas a biodiversidade, mas, também, serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do ciclo hidrológico e a qualidade da água, afetando o meio ambiente como um todo. Segundo Paz e Ribeiro (2020), bem como Silva *et al.* (2025), a degradação dessas áreas agrava problemas como assoreamento de rios, perda de habitat e vulnerabilidade à desastres ambientais, afetando diretamente as populações circundantes.

Diante desse desafio, esta pesquisa busca responder: Qual é o panorama atual da vegetação nativa nas APPs de corpos hídricos do Paraná, incluindo o percentual de áreas degradadas que demandam recuperação imediata? Para isso, o objetivo consiste em mensurar e analisar a situação das APPs no estado, com base no segundo nível de classificação de uso e cobertura do solo, destacando a cobertura de vegetação nativa entre 2008 e 2023. Com isso, pretende-se identificar lacunas no monitoramento e propor alternativas viáveis para cobrar a regularização ambiental, contribuindo para políticas públicas mais efetivas de preservação e recuperação.

VEGETAÇÃO NATIVA E O DESMATAMENTO NO PARANÁ

Reconhecida como uma das florestas mais biodiversas do planeta, a Mata Atlântica ocupava aproximadamente 15% do território brasileiro, distribuindo-se por 17 estados. No entanto, atualmente, restam apenas 12,4% remanescente de sua vegetação original, conforme dados de 2018 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Paraná, 2018). O Paraná tem cerca de 98% de seu território inserido no bioma Mata Atlântica e aproximadamente 2% no bioma Cerrado, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brasil, 2019).

O desmatamento na Mata Atlântica é um processo histórico que remonta ao período colonial do Brasil, quando a exploração intensiva desse bioma começou a ocorrer para atender às demandas de expansão agrícola, pecuária, industrialização e urbanização. De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (Desmatamento [...], 2018), entre 1985 e 2017,

aproximadamente 1,9 milhão de hectares de Mata Atlântica foram suprimidos no Paraná, refletindo um padrão de degradação ambiental que persiste ao longo do tempo.

A partir da década de 1970, no entanto, o cenário começou a apresentar mudanças significativas, impulsionadas por transformações nas políticas ambientais brasileiras. Essas mudanças foram influenciadas por discussões globais sobre sustentabilidade e conservação, como a Conferência de Estocolmo de 1972, que destacou a necessidade de proteger os ecossistemas naturais e a biodiversidade (Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente, 1972). Tais avanços contribuíram para o avanço da criação de novas leis e instrumentos de proteção da vegetação nativa, visando não apenas a preservação dos biomas, mas também a garantia da qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

De acordo com levantamentos recentes sobre a Mata Atlântica, dados do IBGE (2022) indicam que o bioma tem apresentado progressos na recuperação de áreas degradadas, graças a iniciativas de reflorestamento e políticas de conservação. O estudo revela uma redução expressiva na supressão de vegetação nativa, com a taxa de desmatamento diminuindo de 879.300 hectares no período de 2000 a 2010 para 57.700 hectares, entre 2016 e 2018. Contudo, apesar desses avanços, análises conduzidas por Vieira e Mendonça (2021) destacam que o estado do Paraná permanece como uma das regiões críticas para a conservação do bioma. Entre 2014 e 2019, o Paraná foi o terceiro estado com maior área desmatada na Mata Atlântica, evidenciando a persistência de pressões antrópicas e a necessidade de fortalecer medidas de proteção ambiental. Esses dados contrastantes sugerem que, embora haja progresso em escala nacional, desafios regionais ainda demandam atenção prioritária para garantir a efetiva preservação desses ecossistemas. Esse progresso na conservação da Mata Atlântica se deve, em parte, às leis e políticas ligadas ao meio ambiente.

POLÍTICAS AMBIENTAIS E REGULAMENTAÇÃO DAS APPS

De acordo com Meneguzzo e Oka-Fiori (2014), as políticas ambientais brasileiras passaram por três fases distintas: uma fase corretiva, nos anos 1970, voltada para a mitigação de danos já ocorridos; uma fase preventiva, nos anos 1980, com foco na antecipação de impactos ambientais; e uma abordagem integradora, a partir dos anos 1990, que busca conciliar desenvolvimento econômico e sustentabilidade. Antes dessas fases, as políticas ambientais eram essencialmente setoriais, relegando o meio ambiente a um plano secundário em relação ao desenvolvimento industrial, especialmente a partir da década de 1960. Essa mudança de paradigma foi, em grande parte, impulsionada pelo movimento ambientalista global e pela conscientização sobre os limites dos recursos naturais.

No Brasil, um marco fundamental nesse contexto foi a criação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938/1981. Essa legislação estabeleceu o papel do Estado na manutenção do equilíbrio ecológico e introduziu instrumentos como o licenciamento ambiental e a avaliação de impactos ambientais. Posteriormente, a Constituição Federal de 1988 reforçou essa perspectiva ao normatizar a proteção ambiental como um dever do Poder Público e da coletividade, garantindo o direito a um meio ambiente equilibrado para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1981, 1988).

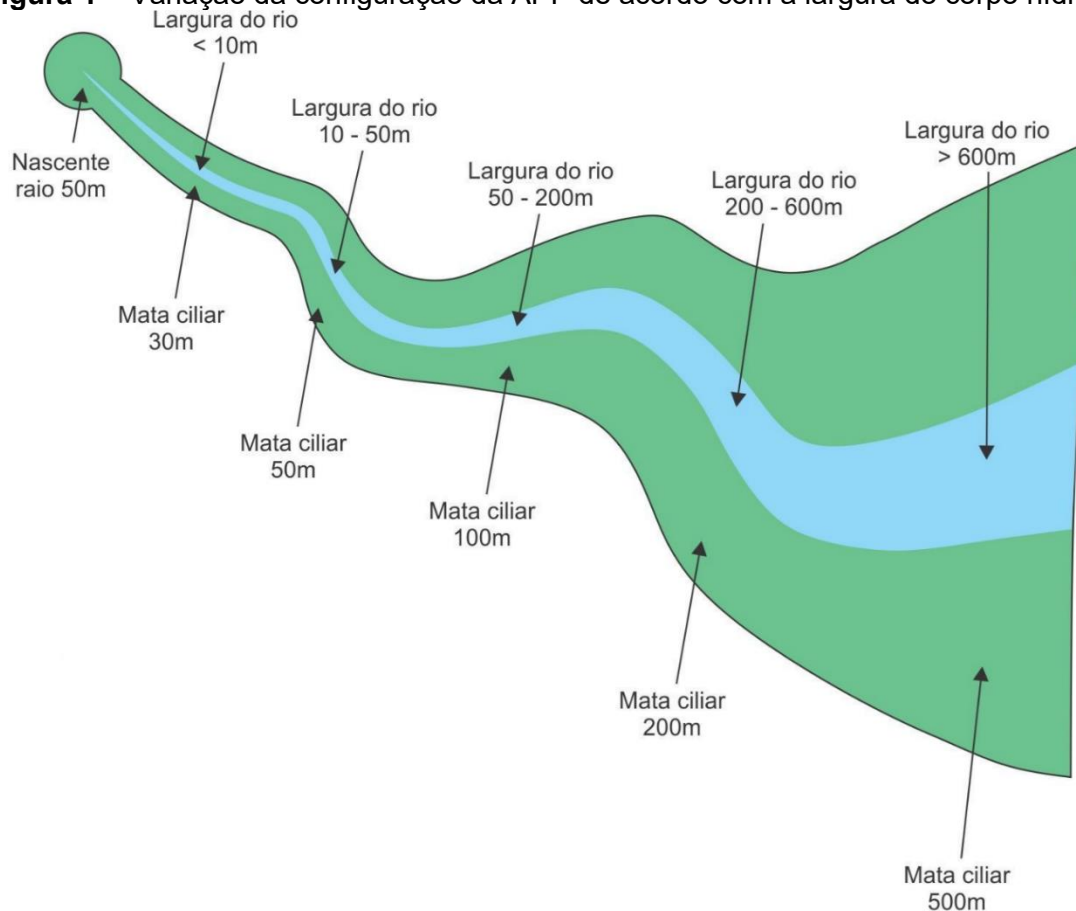
No que se refere à proteção da vegetação nativa, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o Código Florestal, representa o principal instrumento legal atual. Essa legislação regulamenta e normatiza regras gerais para o uso e a conservação dos recursos naturais, estabelecendo limites para a exploração desses recursos finitos. O Código Florestal é um elemento crucial para a manutenção da qualidade ambiental, pois visa a preservação sustentável dos ecossistemas, buscando um equilíbrio entre desenvolvimento socioeconômico e conservação da biodiversidade.

As APPs são um dos pilares do Código Florestal, sendo definidas no Art. 4º como zonas demarcadas por critérios específicos para a proteção e conservação ambiental. Essas áreas incluem faixas ao longo de cursos d'água, lagos, nascentes, encostas íngremes, restingas, manguezais, bordas de tabuleiros, topos de morros e locais situados em altitudes superiores a 1.800 metros. A delimitação dessas áreas é essencial para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hidrológico, a proteção do solo e a conservação da biodiversidade (Brasil, 2012).

No caso específico das APPs de águas superficiais, o Art. 4º, incisos I a IV do supracitado Código Florestal, estabelece as larguras das faixas marginais de proteção. Conforme ilustrado na Figura 1, essas faixas variam de 30 a 500 metros de largura, dependendo da largura do curso e da classificação do corpo hídrico.

Um aspecto relevante é a regulamentação das áreas rurais consolidadas pelo Código Florestal (Brasil, 2012). Essas áreas, caracterizadas por ocupação antrópica anterior a 22 de julho de 2008, permitem a manutenção de atividades agrossilvipastoril e de turismo rural em APPs, mas exigem a recomposição parcial da vegetação nativa. A extensão dessa recuperação varia conforme o tamanho e a localização do imóvel rural, calculados com base no módulo fiscal — um índice do Incra que define parâmetros de classificação fundiária por município, considerando dimensão e contexto regional (Brasil, 2022). A gestão dessas áreas, bem como seu monitoramento podem facilmente serem aplicadas através de ferramentas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Figura 1 – Variação da configuração da APP de acordo com a largura do corpo hídrico



Fonte: Adaptado de UFV (Atlas [...], 2011).

GEOPROCESSAMENTO E MONITORAMENTO DE APPS

O geoprocessamento consiste em um conjunto de tecnologias e metodologias utilizadas para coletar, processar, analisar e representar informações geográficas de forma digital, com o objetivo de auxiliar na tomada de decisões e no entendimento de fenômenos espaciais. Segundo Vizioli e Fantin (2021), essa ferramenta facilita o manejo e o armazenamento de dados espaciais, permitindo a identificação de relações entre variáveis geográficas e a geração de mapas e relatórios que contribuem para a compreensão de situações reais. Dentre as técnicas associadas ao geoprocessamento, para Mendes e Refosco (1999) destaca-se o sensoriamento remoto, que possibilita o monitoramento de áreas remotas e a identificação de regiões degradadas, essencial para o estudo e a gestão ambiental. Um produto importante que resulta dessas técnicas são os dados de uso e cobertura da terra, que permitem perceber e comparar as mudanças ocorridas em uma determinada área através do tempo.

O uso e cobertura da terra refletem a dinâmica de ocupação territorial, resultante da interação entre fatores naturais e antrópicos. Essa interação gera impactos significativos na paisagem e no meio ambiente, especialmente quando ocorre de forma desordenada e sem

planejamento. Nesse contexto, o mapeamento detalhado do uso e cobertura da terra torna-se fundamental para identificar e monitorar alterações na paisagem. As técnicas de geoprocessamento, aliadas ao sensoriamento remoto, permitem a delimitação precisa das APPs e o monitoramento contínuo de suas condições, sendo ferramentas indispensáveis para a preservação e recuperação dessas áreas (Aranda; Santos; Dourado, 2023).

Diversos estudos demonstram a aplicabilidade dessas metodologias no monitoramento de APPs. Nardini *et al.* (2019), por exemplo, identificaram, na microbacia do córrego Pedroso, localizada entre os municípios de Cambé e Rolândia (PR), mais de quatro hectares de APPs que necessitavam de recomposição da mata ciliar devido ao uso inadequado do solo para atividades agrícolas. De forma semelhante, Carvalho Neto (2020) constatou que 15,56% das APPs na microbacia do córrego Barreiro, em Uberaba (MG), estavam em desacordo com o Código Florestal, exigindo ações de recuperação. Já Silva *et al.* (2020), ao analisarem as APPs no município de Cuité (PB), verificaram a degradação progressiva da vegetação nativa ao longo dos anos, recomendando a recuperação das áreas e a implementação de programas de educação ambiental junto à comunidade local.

No município de Bonito (MS), Aranda, Santos e Dourado (2023) identificaram, por meio de técnicas de geoprocessamento, aproximadamente 18 hectares de APPs degradadas em 2020. Rocha *et al.* (2023) também destacaram a eficácia dessas metodologias ao monitorarem as APPs na bacia do rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, onde constataram uma cobertura de vegetação nativa de 73,14% nas áreas analisadas. Por fim, Nardini, Ribeiro e Lima (2023) evidenciaram, na microbacia Água do Jaú, em Rolândia (PR), a presença de 56,96 hectares de APPs ocupados por atividades agrícolas, reforçando a necessidade de recomposição da mata ciliar suprimida.

Esses exemplos mostram a importância do geoprocessamento e do sensoriamento remoto como ferramentas para o monitoramento e a gestão das APPs, permitindo a identificação de áreas degradadas, a avaliação da conformidade com a legislação e o planejamento de ações de recuperação e conservação. Além disso, essas tecnologias possibilitam a fiscalização remota, viabilizando a identificação de irregularidades e a aplicação de medidas concretas por parte do Estado, como a emissão de autos de infração, reforçando a efetividade das políticas ambientais.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi desenvolvida em caráter exploratório, com o objetivo de mensurar o panorama atual de preservação das APPs no estado do Paraná, com ênfase na análise da cobertura de vegetação nativa. Para tanto, foi estruturada nas seguintes fases: a primeira refere-se à configuração da área de estudo e à obtenção de dados

vetorizados das APPs no estado do Paraná; a segunda aborda os dados utilizados para a análise do uso e ocupação do solo; e a terceira descreve as ferramentas e procedimentos empregados para avaliar a vegetação nativa presente nessas áreas, com foco em vegetação inalterada e no ganho e perda de cobertura vegetal no período analisado.

O processamento de dados e a aplicação das ferramentas foram realizados em ambiente de SIG, utilizando o software ArcGIS Pro 3.4 com a projeção SIRGAS 2000, datum oficial brasileiro. No entanto, ressalta-se que os procedimentos metodológicos podem ser replicados em outras plataformas de SIG, como o QGIS.

Área de estudo

As configurações das APPs foram selecionadas com base nos critérios estabelecidos nos incisos I e IV do Art. 4º do Código Florestal. Foram consideradas exclusivamente as faixas marginais de cursos hídricos e nascentes tanto em áreas rurais quanto urbanas, as quais fazem parte do escopo desta pesquisa.

Dessa forma, foi utilizado o mapeamento das APPs para o estado do Paraná realizado em 2013 e disponibilizado publicamente em repositório eletrônico pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2013). O levantamento da FBDS é completo e contempla o mapeamento de todas as áreas do escopo desta pesquisa. Além disso, é o levantamento mais recente em que se tem acesso a dados de mapeamento de área de preservação permanente em todo o estado paranaense.

Uso e ocupação do solo

A análise do uso e cobertura do solo foi realizada com base nos dados raster da Coleção 9 do MapBiomas, gerados a partir de mosaicos de imagens do satélite Landsat, com resolução espacial de 30 metros (MapBiomas Brasil, 2024). Foram selecionadas as classes de primeiro nível de detalhamento de uso e cobertura da terra. Essas classes são: a) floresta, b) vegetação herbácea e arbustiva, c) agropecuária, d) área não vegetada, e) corpo d'água e f) não observado.

Para análise de vegetação nativa foram dissolvidas as classes "floresta" e "vegetação herbácea e arbustiva", formando-se uma classe denominada de "vegetação nativa". As demais classes de uso e cobertura da terra não foram alteradas. A classe "não observado" são áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou com ausência de observação por parte do sensor do satélite, não sendo possível classificar de outra forma.

Esses dados foram convertidos para o formato vetorial utilizando a ferramenta *Raster to Polygon*. Para o recorte exato dos dados vetorizados de uso e cobertura da terra com o vetor

de APPs do estado do Paraná foi utilizado a ferramenta *Intersect*, que permitiu calcular a área em medida de hectares, para cada classe de uso e cobertura da terra para os anos analisados, utilizando a ferramenta *Calculate Geometry* nas feições recortadas.

O ano de 2008 foi escolhido como marco temporal inicial por representar o limite estabelecido pela Lei nº 12.651/2012 para a definição de áreas rurais consolidadas, ou seja, áreas com ocupação antrópica anterior a 22 de julho de 2008, incluindo edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris. O ano de 2023, por sua vez, foi selecionado por ser o levantamento mais recente disponível em nível e escala estadual. Após a seleção das classes de vegetação nativa, foi realizada a sobreposição e recorte espacial desses dados com as APPs delimitadas.

Vegetação nativa

Para avaliar as alterações na vegetação nativa das APPs, foi realizada uma análise comparativa entre os anos de 2008 e 2023. Para isso foi utilizada a ferramenta *Intersect*, que resultou na sobreposição de dados das classes de vegetação nativa de ambos os anos. As áreas que se sobrepueram foram classificadas como "vegetação inalterada", indicando a preservação destas entre o período analisado. A mesma ferramenta foi utilizada para calcular a perda de vegetação nativa, que resultou na delimitação de áreas que possuíam vegetação nativa em 2008, mas não em 2023, sendo classificadas como "desmatamento".

Por fim, as áreas que apresentavam vegetação nativa em 2023, mas não em 2008, foram classificadas como "ganho de vegetação nativa". Para essa análise foi necessário utilizar a ferramenta *Erase*, que resultou na quantificação de áreas em que houve a regeneração da vegetação nativa onde antes não havia. Essa abordagem permitiu identificar as dinâmicas de conservação, degradação e recuperação da cobertura de vegetação nativa nas APPs ao longo do período estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia empregada, foi possível calcular as dimensões de cada classe de uso e cobertura da terra em APPs, no Paraná, para os anos de 2008 e 2023, e analisar espacialmente as transformações ocorridas nestas áreas. Além disso, permitiu também analisar, de forma separada, as transformações ocorridas especialmente na cobertura de vegetação nativa nas APPs.

Análise do uso e cobertura da terra em APPs no Paraná

Conforme o Quadro 1, de 2008 para 2023 o uso e cobertura da terra em APPs passou por mudanças significativas. A única classe de uso e cobertura da terra que teve redução em APPs foi a agropecuária, que em 2023 apresentou uma redução de 11,9% em relação à 2008. Por outro lado, destaca-se o aumento de área nas classes de área não vegetada (37,2%), corpos d'água (11,2%), vegetação nativa (9,1%), comparando-se as áreas das classes de 2023 em relação a 2008.

Quadro 1 – Uso e cobertura da terra e quantitativo de áreas aos anos de 2008 e 2023

Classes	Área (ha) em 2008	Área (ha) em 2023
Agropecuária	1.026.489,50	904.494,36
Área não vegetada	8.806,49	12.083,22
Corpo d'água	23.586,52	26.234,86
Vegetação nativa	1.271.503,65	1.387.591,69
Não observado	82,383	64,416
Total	2.330.468,54	2.330.468,54

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados evidenciam por um lado a redução do uso agrossilvipastoril em APPs e um aumento na cobertura de vegetação nativa. Porém nota-se o crescimento de área não vegetada e de corpos d'água, o que pode indicar crescimento de áreas urbanizadas e mudanças nos cursos hídricos ou atividade de represamento desses corpos.

Por fim, observa-se uma redução quantitativa de área da classe “não observada”, o que sugere uma possível diminuição das áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou melhoria na observação por parte do sensor do satélite. Apesar disso, as áreas representam aproximadamente 0,003% da área total de APPs aqui analisadas. Por se tratar de um valor inexpressivo, esses dados não causam notáveis variações na análise geral, sendo admitidos como margem de erro.

Análise da cobertura de vegetação nativa em APPs no Paraná

A análise espacial dos resultados permitiu identificar as mudanças na cobertura de vegetação nativa nas APPs entre 2008 e 2023 (Quadro 2). As áreas que mantiveram cobertura

de vegetação nativa em ambos os anos foram classificadas como "vegetação nativa inalterada", totalizando 1.162.667,119 hectares, o que corresponde a 49,89% das áreas totais de APPs de corpos hídricos e de nascentes no estado do Paraná. As áreas que apresentaram cobertura com vegetação nativa apenas em 2023 foram classificadas como "ganho de vegetação nativa", indicando a regeneração da vegetação nativa em locais que, em 2008, possuía outro uso alternativo, somando 224.924,037 hectares, que correspondem a 9,65% da área total analisada. Por outro lado, as áreas que possuíam cobertura com vegetação nativa em 2008, mas não em 2023, foram classificadas como "perda de vegetação nativa", representando a supressão de vegetação nativa no período, com um total de 108.815,599 hectares, área correspondente a 4,67% do total de APPs.

Quadro 2 – Dinâmica da Cobertura de Vegetação Nativa em APPs (2008-2023)

Classificação	Área (ha)	(%) em Relação ao total de APPs
Ganho de Vegetação Nativa	224.924,037	9,65%
Vegetação Nativa Inalterada	1.162.667,119	49,89%
Perda de Vegetação Nativa	108.815,599	4,67%
Áreas Não Observadas	64,416	0,0028%
Total	2.330.468,54	100%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à perda de vegetação nativa, comparando-a em relação ao quantitativo de vegetação nativa presente em 2008 nas áreas de estudo, houve desmatamento de 8,55% do fragmento. Por um outro lado, o ganho de vegetação nativa corresponde a um aumento de 17,69% em relação a 2008.

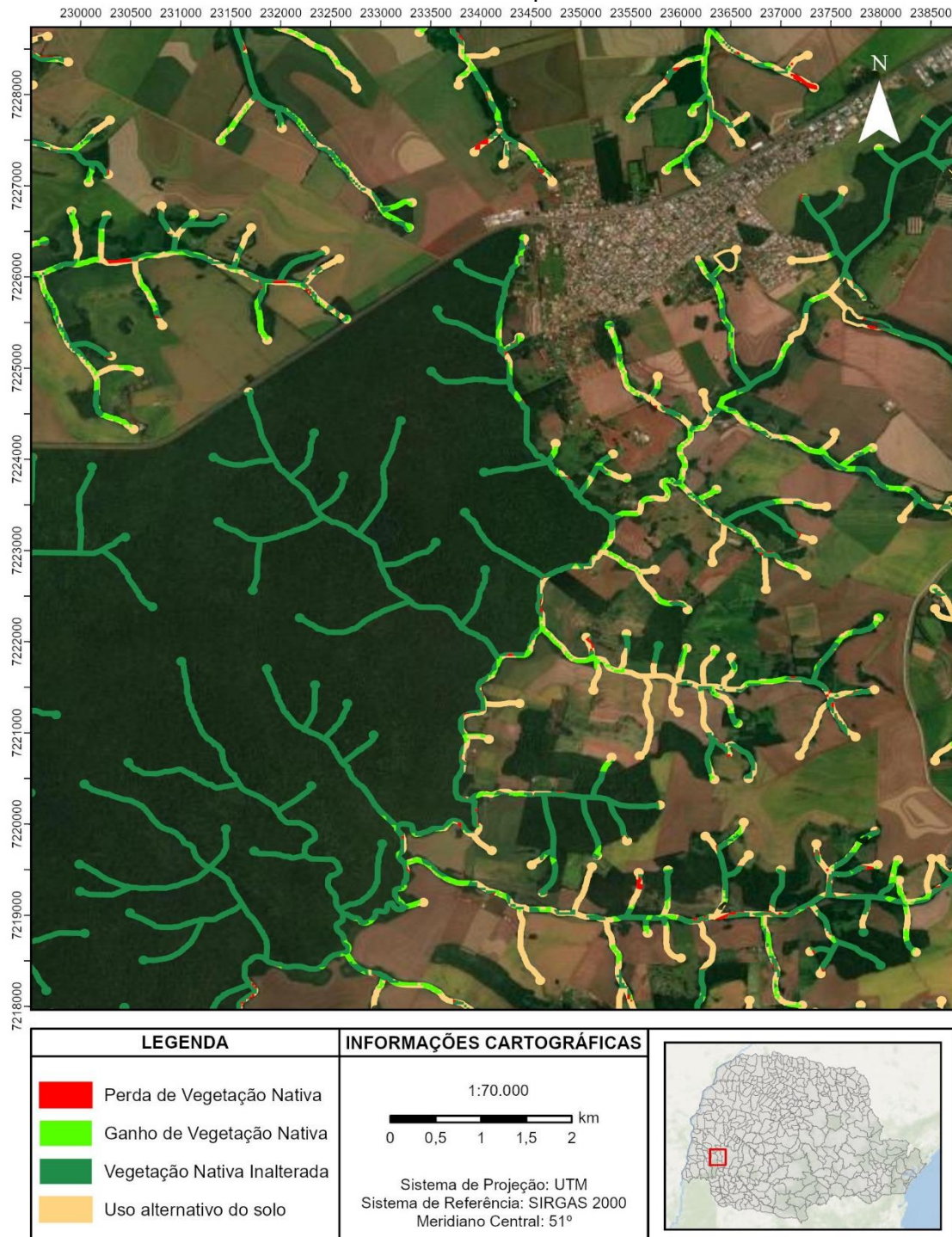
A análise dos dados revelou que, atualmente, a fração das APPs no estado do Paraná que possuem uso alternativo do solo, até 2023, é de 942.876,847 hectares, correspondendo a 40,46% da área total das APPs.

A Figura 2 ilustra o esquema da integração dos dados e os resultados das ferramentas utilizadas para classificar as áreas com vegetação nativa, destacando as mudanças observadas nas APPs. Como forma de representação dos resultados gerados através da metodologia, foi escolhido uma área meramente ilustrativa, localizada no município de Santa Tereza do Oeste/PR, servindo como exemplo representativo do esquema realizado para todo o estado do Paraná. A figura permite visualizar as classes de distribuição das áreas com perda, ganho, vegetação nativa inalterada e áreas com uso alternativo da terra.

A metodologia aplicada permitiu mensurar valores em área e percentual referentes à cobertura de vegetação nativa em APPs, destacando a presença de florestas inalteradas,

perdas florestais e ganhos florestais ao longo do período analisado. Essas informações fornecem subsídios para decisões e planejamentos relacionados à conservação, recomposição e monitoramento das APPs no estado do Paraná.

Figura 2 – Esquema de análise da cobertura de vegetação nativa em APPs no município de Santa Tereza do Oeste/PR no período de 2008 e 2023



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período entre 2008 e 2023 registrou um aumento de aproximadamente 225 mil hectares em áreas de vegetação nativa no Paraná, indicando progresso na recuperação de áreas degradadas e consolidadas. No entanto, persiste um cenário preocupante: cerca de 40,5% das faixas marginais de corpos hídricos ainda carecem de cobertura vegetal nativa, comprometendo funções ecológicas essenciais como regulação hídrica, conservação da biodiversidade e proteção de habitats. A supressão de 108.815 hectares após 2008, marco legal do Código Florestal, exige atenção especial, pois essas áreas demandam recomposição integral para restaurar seus serviços ecossistêmicos, exceto nos casos previstos em lei.

Embora quase metade das APPs (49,9%) mantenha sua vegetação preservada, a fragmentação causada pelas áreas convertidas para usos antrópicos reduz a resiliência ambiental e ameaça espécies dependentes desses corredores ecológicos. A efetividade das medidas de recuperação dependerá fundamentalmente de fiscalização rigorosa e políticas que harmonizem a produção agrícola com a conservação ambiental.

O estudo enfrentou limitações técnicas, como a resolução espacial de 30 metros dos dados de uso e cobertura da terra (equivalente a 900 m² por pixel) e a pendência de validação da maioria dos imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR), o que impediu análises mais precisas considerando as faixas mínimas de recomposição por módulo fiscal. Apesar dessas restrições, os resultados obtidos possuem significativa relevância para o planejamento de políticas públicas e gestão ambiental, servindo como base para ações de recuperação de áreas degradadas em escala estadual.

Destaca-se a necessidade urgente de atualização e aprimoramento contínuo das bases de dados, com a incorporação de novas tecnologias que permitam maior precisão espacial e temporal. Um novo mapeamento das APPs no Paraná, com informações mais completas e atualizadas, seria fundamental para orientar decisões mais acertadas. O avanço nas ferramentas de geoprocessamento e monitoramento remoto promete viabilizar estudos cada vez mais detalhados, contribuindo para a conservação efetiva dessas áreas essenciais à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos no estado.

REFERÊNCIAS

ARANDA, Lucas Candido Rodrigues; SANTOS, Noé Barroso dos; DOURADO, Camila da Silva. Uso de geotecnologias como ferramenta para delimitação e monitoramento das áreas de preservação permanente do município de Bonito-MS. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, Cascavel, v. 5, n.1, p. 1-13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.48075/ijerrs.v5i1.30573>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/30573>. Acesso em: 4 jul. 2025.

ATLAS digital das águas de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 2011. Disponível em: www.atlasdasaguas.ufv.br. Acesso em: 20 ago. 2024.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Instrução Especial nº 5, de 29 de julho de 2022. Dispõe sobre os índices básicos cadastrais e os parâmetros para o cálculo do módulo rural. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF. 51, 1 ago. 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/web/dou/-/instrucao-especial-n-5-de-29-de-julho-de-2022-418986404>. Acesso em: 27 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115. Acesso em: 20 nov. 2024.

CARVALHO NETO, Luciano Marajó de. Uso e ocupação do solo da área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, Recife, v. 1, n. 2, p. 29-41, 2020.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE. **Relatório da Delegação do Brasil à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente**. Estocolmo: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, 1972. v. I. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2013/12/estocolmo_72_Volume_I.pdf. Acesso em: 3 jul. 2025.

DESMATAMENTO da Mata Atlântica é o menor registrado desde 1985. **SOS Mata Atlântica**, Itú, 25 maio 2018. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/desmatamento-da-mata-atlantica-e-o-menor-registrado-desde-1985/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

FBDS - FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Repositório público de mapas e shapefiles para download**. Rio de Janeiro: FBDS, 2013. Disponível em: <https://geo.fbds.org.br/>. Acesso em: 9 de jun. 2025.

IBGE. **Contas de ecossistemas**: resultados do Projeto NCAVES no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://teebweb.org/wp-content/uploads/2022/08/liv101930.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MAPBIOMAS BRASIL. **Collection 9 of the Annual Land Cover and Land Use Maps of Brazil (1985-2023)**. [São Paulo]: MapBiomass, 2024. v. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomass/XXUKA8>. Acesso em: 3 jul. 2025.

MENDES, Rodrigo; REFOSCO, Julio Cesar. Levantamento de áreas degradadas, através de técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 6, n. 28, p. 40-49, 1999.

MENEGUZZO, Isonel Sandino; OKA-FIORI, Chisato. A efetividade das políticas ambientais para a conservação da natureza nos parques estaduais dos Campos Gerais do Paraná. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p. 91-106, 2014.

NARDINI, Rafael Calore; GOMES, Luciano Nardini; RIBEIRO, Fernanda Leite; LOPES, Paulo Adeildo; VENDRAME, Pedro Rodolfo Siqueira. Avaliação das áreas de conflito de uso em áreas de preservação permanente do córrego Pedroso-PR. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 644-653, 2019.

NARDINI, Rafael Calore; RIBEIRO, Fernanda Leite; LIMA, Rosana Kosteci de. Identificação de conflito de uso do solo em áreas de preservação permanente da microbacia Água do Jaú, Rolândia-PR. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 27, n. 1, p. 219-230, 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Conhecendo o Bioma Mata Atlântica no Paraná. **Revista Atlântica**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1-20, nov. 2018.

PAZ, Otacílio Lopes de Souza da; RIBEIRO, Ivandra Alves. Expansão urbana e degradação de áreas de preservação permanente de rio e nascentes em bairros de Colombo/Paraná. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas**, Três Lagoas, v. 1, n. 31, p. 290-323, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/9856/7469>. Acesso em: 9 jun. 2025.

PÉREZ-FERNÁNDEZ, María de los Ángeles; CALVO-MAGRO, Elena; VALENTINE, Alex. Benefits of the symbiotic association of shrubby legumes for the rehabilitation of degraded soils under Mediterranean climatic conditions. **Land Degradation & Development**, Chichester, v. 27, n. 2, p. 395-405, 2016.

ROCHA, Angelo del Mestre da; KUPLICH, Tatiana Mora; VARNIER, Macleidi; CARGNIN, Beatriz da Rosa; ALMEIDA, Daniele Ghellar de; SCHMITT, Henrique Roberto; BLAS, Juan Carlos Guerra; HOLANDA, Bruno Silva de; FONTANA, Andressa Garcia; MEZZOMO, Wanessa; ANDRADES-FILHO, Clódís de Oliveira; FONTANA, Denise Cybis; GRONDONA, Atilio. Área de Preservação Permanente do Rio do Sinos proposta pela Lei nº 12.651: delimitação e quantificação de formação florestal no Vale do Rio dos Sinos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 20., 2023, Florianópolis. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2023. p. 2981-2984. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/area-de-preservacao-permanente-do-rio-do-sinos-proposta-pela-lei-ndeg-12651-deli?lang=pt-br>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SILVA, Evaldo Morais da; CHAVES, Valfredo Almeida; ALVES, Lenize Mayane Silva; CABRAL, Flávia Rodrigues; CRUZ, Adriane Pereira da; CIRETA, Taoramoio Neto. Uso de sensoriamento remoto na identificação de degradação em áreas de preservação permanente ao longo do rio Cupijó em Cametá-PA. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Teófilo Otoni, v. 9, n.1, p. 1-11, 2025.

SILVA, Viviane Farias; PEREIRA, Julia Soares; COSME, Ana Maria Ferreira; PESSOA, Dihego Sousa; MARTINS, Wanessa Alves; LIMA, Vera Lucia Antunes; DANTAS NETO, José. Análise da degradação da vegetação nativa em área de preservação permanente na Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 1, p. 121-130, 2020.

VIEIRA, Marieli; MENDONÇA, Yasmine Candida da Mata. Desmatamento da Mata Atlântica paraense: análise espacial para o período 2014 e 2019. **Revista Catarinense de Economia**, Criciúma, v. 5, n. 1, p. 46-57, 2021.

VIZIOLI, Simone Helena Tanoue; FANTIN, Marcel (org.). **Caminhos da região central paulista**: articulação entre universidade e sociedade para a construção da cidadania e do desenvolvimento sustentável. Tecnologia, Cultura e Empreendedorismo. São Carlos: IAU: USP, 2021. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/659/585/2222>. Acesso em: 2 jul. 2025.

Recebido: novembro de 2024.

Aceito: julho de 2025.