



IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DEGRADADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRINGUAVA, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PR

Filipi Arthur de Souza Barrilli¹, Giuliano Torrieri Nigro², Paula Polastri³

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Campus Curitiba-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. Filipi.arthur21@gmail.com

²Orientador, Doutor, Docente do Programa de Pós Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UNICESUMAR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. giuliano.nigro@vitru.com.br

³Coorientadora, Doutora, Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – Unicesumar/ICETI. paula.polastri@unicesumar.edu.br

RESUMO

Este projeto visa identificar e mapear áreas de preservação permanente (APPs) degradadas na bacia hidrográfica do Rio Miringuava, em São José dos Pinhais-PR, utilizando geotecnologias e análises multitemporais. A metodologia integra o geoprocessamento para delimitar a bacia e as APPs conforme o Código Florestal, imagens Sentinel-2 (2015-2025) para análise visual e calcular o Índices espectrais, tal como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), assim como avaliações *in loco* em nove pontos selecionados, a partir da etapa de análise por geoprocessamento. Os parâmetros analisados incluem clareiras, presença de espécies invasoras, estratos vegetacionais, processos erosivos e perturbações antrópicas, classificando a degradação em escalas quantitativas. Os resultados serão consolidados em mapas temáticos, destacando áreas críticas e variações temporais da cobertura vegetal, além de um relatório técnico com recomendações para recuperação ambiental. O projeto alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial ODS 6 (água potável), ODS 11 (cidades sustentáveis), ODS 13 (ação climática) e ODS 15 (vida terrestre), visando subsidiar políticas públicas e sensibilizar sobre a conservação de ecossistemas. Espera-se gerar dados precisos para orientar ações de planejamento territorial, mitigar impactos ambientais e contribuir com publicações científicas e apresentações em eventos acadêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação ambiental; Geotecnologias; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

1 INTRODUÇÃO

A crescente urbanização desordenada e as pressões antrópicas sobre os recursos naturais têm provocado impactos significativos sobre os ecossistemas, especialmente nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), que desempenham papel crucial na manutenção dos serviços ambientais, como a proteção de recursos hídricos, estabilização e proteção dos solos contra processos erosivos e assoreamento, preservação da biodiversidade, entre outros (Nucci, 200; Mascaró; Mascaró, 2010).

Segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) são espaços territoriais especialmente protegidos, independentemente se a cobertura vegetal é nativa ou composta por espécies exóticas. Suas dimensões mínimas são variáveis e definidas de acordo com as características de cada corpo hídrico, a partir da borda do leito regular (Brasil, 2012).

No contexto atual, essas áreas vêm sendo constantemente ameaçadas por ações antrópicas predatórias, como o desmatamento, o descarte inadequado de resíduos, ocupações irregulares, uso indevido do solo e crescente impermeabilização, comprometendo tanto a qualidade quanto a quantidade da água disponível para a sociedade, além de desencadear uma cadeia de impactos ambientais, como alterações na topografia, erosão das margens, assoreamento dos cursos d'água, perda das matas ciliares, diminuição da biodiversidade e aumento do escoamento superficial (Amorim; Cordeiro, 2004). Nesse sentido, a preservação dos recursos hídricos se dá por meio da



preservação das APPs, não apenas para estabilizar as margens dos cursos d'água e manter a qualidade da água, mas também para garantir a sustentabilidade do abastecimento hídrico às presentes e futuras gerações.

Nesse contexto, o Rio Miringuava, localizado em São José dos Pinhais, na Região Metropolitana de Curitiba, PR apresenta-se como um importante recurso hídrico e ambiental, cuja bacia hidrográfica tem sofrido alterações decorrentes de ocupações irregulares, desmatamento e expansão agrícola e urbana. Com isso, é fundamental compreender os impactos da ocupação e degradação ao longo das margens do rio. Nesse sentido, esta pesquisa tem como principal objetivo identificar e mapear a degradação da vegetação nas APPs da bacia hidrográfica do Rio Miringuava, por meio de geotecnologias e análise *in loco*, a fim de subsidiar ações de recuperação ambiental e planejamento territorial.

Dada a dificuldade de monitoramento e fiscalização ambiental dessas áreas, o sensoriamento remoto e as demais geotecnologias envolvidas têm se destacando como uma solução viável e precisa, apresentando resultados satisfatórios (Luppi *et al.*, 2015).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A escolha da bacia hidrográfica do rio Miringuava se deu por estar integralmente dentro do município de São José dos Pinhais, PR, local de residência do pesquisador, e ter um importante trecho inserido na área urbana deste município. O rio Miringuava é um importante afluente do rio Iguaçu e toda a área da bacia encontra-se integralmente dentro da Floresta Ombrófila Densa.

A caracterização geral da área será realizada por meio de pesquisa bibliográfica em artigos e trabalhos acadêmicos, mas também por pesquisa documental com informações disponibilizadas por órgãos públicos. Inicialmente, será realizada a delimitação da bacia por meio do uso de dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido via Copernicus DEM, com resolução espacial de 30 metros. Esse modelo será processado no *software* gratuito QGIS (versão 3.34.15-Prizren). A partir disso, será gerado o polígono vetorial da bacia hidrográfica, utilizando as ferramentas de delimitação automática baseadas em rede de drenagem.

As APPs serão delimitadas a partir dos vetores da rede hidrográfica da bacia, obtidos em bases públicas como a Agência Nacional de Águas (ANA) e o IBGE, obedecendo à legislação federal, estadual e municipal quanto à largura em relação ao corpo hídrico. A delimitação será feita com o uso da ferramenta “*Buffer*” no QGIS. O resultado será um vetor único representando as APPs legalmente definidas na bacia do rio Miringuava.

2.2 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO POR SENSORIAMENTO REMOTO

Para a análise multitemporal da vegetação, serão utilizadas imagens dos satélites Sentinel-2A, obtidas gratuitamente por meio da plataforma *Copernicus Open Access Hub*. Serão selecionadas cenas de todos os anos entre 2015 e 2025, priorizando-se o período seco (meses entre agosto e setembro) e imagens com baixa cobertura de nuvens. As imagens utilizadas serão do tipo Nível 2A (refletância de superfície), já corrigidas atmosférica e geometricamente.

Além da análise das imagens de composição RGB (red, green e blue), que estão no espectro do visível, também serão aplicados índices que melhor mensuram a variação espaço-temporal da cobertura vegetal nas APPs, entre eles, será empregado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), proposto inicialmente por Rouse *et al.*,



(1973). O NDVI será calculado pela razão: $NIR - RED / NIR + RED$, onde: NIR (*Near-Infrared Reflectance*) é a refletância registrada na banda do infravermelho-próximo (altamente refletida pela estrutura interna da folha) e RED (*Red Reflectance*) é a refletância registrada na banda do vermelho (fortemente absorvida pela clorofila durante a fotossíntese). Assim, os valores NDVI próximos a (1) indicam vegetação densa e vigorosa, enquanto valores próximos a (-1) representam solo exposto, água ou vegetação rala (Shimabukuro *et al.*, 200). recortadas ao limite da bacia e processadas no QGIS, utilizando o Calculadora *Raster*. A depender do resultado do NDVI, poderão ser adotados outros índices espectrais de forma complementar.

2.3 ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO *In Loco*

Para correlacionar os dados obtidos por sensoriamento remoto com as condições reais da vegetação *in loco*, serão realizadas visitas em 9 pontos previamente determinados, sendo três em uma área aparentemente mais preservada, 3 em uma área intermediária e, por fim, 3 visitas em uma área mais degradada. Porém, esses pontos serão determinados apenas após a conclusão das análises das imagens orbitais e dos tratamentos de geoprocessamento associados a elas, conforme descrito na etapa anterior.

Utilizou-se uma adaptação metodológica de Sampaio (2013) e Nigro (2021), da qual confeccionou-se um quadro (Quadro 1) com os critérios, parâmetros e valores adotados para caracterização da área. Os valores adotados são relativos e comparativos entre os parâmetros de cada critério, variando em escalas de 1 a 3 e 1 a 5, a depender do critério em questão. Os menores valores indicam situação menos favorável e os maiores valores indicam situação mais favorável, do ponto de vista das condições físico-ecológicas das unidades de vegetação.

Quadro 1: Parâmetros de análise para Diagnóstico simplificado em fundos de vales urbanos

Critério	Parâmetro	Valor
1. Clareiras em áreas de mata	Abundante	1
	Regular	2
	Ocasional	3
	Inexistente/Rara	4
2. Presença de Plantas exóticas invasoras	Abundante	1
	Regular	2
	Ocasional	3
	Inexistente/Rara	4
3. Extratos de vegetação	1 estrato	1
	2 estratos	2
	3 estratos	3
	4 ou 5 estratos	4
4. Classes de recobrimento do estrato arbóreo superior	Inferior a 10%	1
	15 a 25%	2
	30% a 50%	3
	55% a 75%	4
	80% a 100%	5
5. Estágio Sucessional da Vegetação	Inicial	1
	Médio	2
	Avançado/Primário	3
6. Processos erosivos	Presença	1
	Ausência	2
7. Perturbações antrópicas	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Fonte: Sampaio (2013); Nigro (2021), adaptado.

Quanto à presença de plantas exóticas invasoras, será utilizada a Lista de Espécies do IAP17 (PARANÁ, 2007) e também a escala proposta pelo IBGE (2012), na qual classifica uma espécie em: abundante (espécie predominante na comunidade); frequente (ocorre com frequência, mas não é abundante); ocasional (ocorre de forma esporádica); e rara; 3)



estratos de vegetação, por meio da interpretação visual pela observação *in loco*. A classificação do recobrimento do estrato arbóreo superior e a caracterização quanto ao estágio sucessional da vegetação se deu de forma visual, por meio da observação da resolução CONAMA nº 2, de 18 de março de 1994 (PARANÁ, 1994).

Por fim, os dados serão tabulados e separados em classes quanto ao nível de degradação. Estes dados serão integrados em um banco geográfico no ambiente QGIS, permitindo a produção de materiais cartográficos temáticos. Serão elaborados mapas contendo: (1) a delimitação das APPs; (2) a classificação do grau de degradação atual; (3) a variação temporal do NDVI; e (4) os pontos de coleta em campo. Além disso, será produzido um relatório técnico analítico, contendo o diagnóstico da situação atual das APPs e a evolução temporal da degradação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se que a aplicação integrada de geotecnologias e avaliações de campo possibilite a identificação precisa das áreas mais críticas de degradação ambiental ao longo das APPs da bacia hidrográfica do rio Miringuava. A análise multitemporal com imagens Sentinel-2 e o uso de índices espectrais deverão evidenciar padrões de perda de cobertura vegetal e intensificação do uso antrópico ao longo do tempo, contribuindo para a construção de um diagnóstico espacial detalhado.

A associação dos dados de sensoriamento remoto com os registros obtidos *in loco* permitirá validar e refinar os resultados das análises orbitais, oferecendo um retrato mais fiel do estado de conservação da vegetação. A expectativa é que os produtos finais como mapas temáticos de degradação, variação temporal da vegetação e relatórios técnicos subsidiem ações de gestão ambiental, fiscalização e recuperação das áreas degradadas.

Além disso, espera-se que os resultados contribuam com o cumprimento de metas estabelecidas por políticas públicas ambientais e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 13 (Ação Contra a Mudança Climática) e ODS 15 (Vida Terrestre). Por fim, prevê-se que o trabalho gere insumos para publicações científicas e apresentações em eventos acadêmicos, além de servir como referência metodológica para estudos similares em outras bacias hidrográficas urbanas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que os procedimentos metodológicos empregados neste estudo permitirão estabelecer uma abordagem integrada entre geotecnologias e avaliação de campo, demonstrando a eficácia do sensoriamento remoto e do geoprocessamento na identificação e caracterização de APPs degradadas. A análise multitemporal de imagens de satélites associada a critérios ecológicos avaliados *in loco*, oferecerão subsídios técnicos relevantes para diagnosticar a degradação ambiental com base em parâmetros objetivos e espacialmente referenciados.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. M; CORDEIRO, J. S. Impactos ambientais provocados pela ocupação antrópica de fundos de vale. **Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental (AIDIS)**. Forjando el Ambiente que Compartimos. San Juan: AIDIS, p. 1-16, 2004.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE - **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

LUPPI, A. S. L.; DOS SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C., & FEITOSA, L. S. A. Utilização de Geotecnologia para o Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no Município de João Neiva, ES. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 13-22, 2015.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Masquatro editora, 2010.

NIGRO, G. T. Avaliação da recomposição florestal nas áreas de fundos de vale na bacia do Córrego Cleópatra/Moscados, Maringá-PR. **Boletim de Geografia**, Maringá, v 39, p.144-163, 2021.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo: Humanitas/Fapesp, 2001.

PARANÁ. **Resolução do CONAMA nº 2, de 18 de março de 1994**. Dispões sobre os parâmetros estabelecidos para diferenciar os estágios da sucessão da Mata Atlântica no estado do Paraná. Disponível em:
http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_federal/Resolucoes_CONAMA/RESOLUCAO_CONAMA_002_1994.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

PARANÁ. **Portaria IAP nº 074, de 19 de abril de 2007**. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências. Disponível em:
https://institutohorus.org.br/download/marcos_legais/Portaria_IAP_074.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

ROUSE J. W., HAAS, R. H., SCHELL, J. A., DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite -1 Symposium, 3, 1973, Washington. **Anais**. Washington, D.C.: NASA, Goddard Space Flight Center 1:309-317.

SAMPAIO, A. C. F. **O Processo de degradação e o estado de conservação da flora nos Fragmentos Florestais da área rural do município de Maringá, Paraná**. 2013. 264 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

SHIMABUKURO, Y. E. et al. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao estudo dos recursos agrônômicos e florestais. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, pp. 399-409, 2009.