

PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

REVISTA DE
GEOGRAFIA
Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>

Identificação das áreas vulneráveis à transferência de poluentes para o rio Ipojuca/Pe

Maria Fernanda Abrantes Torres¹ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9184-3518>
Fátima Verônica Pereira Vila Nova² - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1633-5548>
Clara Rodrigues Pereira³ - Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-2440-9914>

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil*

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, PE, Brasil **

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, PE, Brasil ***

Artigo recebido em 08/11/2024 e aceito em 08/11/2024

RESUMO

O presente estudo visa identificar as áreas mais vulneráveis à transferência de poluentes para o Rio Ipojuca, localizado no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Essa identificação foi realizada através da delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo das faixas marginais do rio. Para tanto, foram utilizadas ferramentas de georreferenciamento, que possibilitaram uma análise espacial detalhada das APPs, com foco principal na cobertura vegetal existente nessas áreas. A metodologia adotada visou classificar o nível de vulnerabilidade à poluição das áreas analisadas, levando em consideração a extensão e a densidade da cobertura vegetal, que desempenha um papel crucial na proteção das margens do rio, a partir do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN). Os dados obtidos permitiram dividir as áreas de estudo em três diferentes níveis de vulnerabilidade: baixo, médio e alto. A análise espacial, realizada com o suporte de ferramentas de georreferenciamento, assegurou a precisão na delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na avaliação da cobertura vegetal, elementos essenciais para a categorização das áreas de vulnerabilidade. Os resultados indicaram que municípios como Arcoverde, Sanharó, São Bento do Una, Poção, Pesqueira e Belo Jardim apresentam altos níveis de vulnerabilidade à transferência de poluentes, devido à presença de menos de 30% de matas ciliares. São Caetano foi classificado com nível moderado de vulnerabilidade, enquanto Pombos, Sairé, Gravatá, Caruaru, Bezerros, Primavera e Chã Grande apresentaram baixos níveis. Concluiu-se que a identificação das áreas mais vulneráveis é crucial para um planejamento ambiental eficaz, pois pode orientar projetos de recuperação e restauração de APPs e recursos hídricos, contribuindo diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.

Palavras-chave: fragilidade ambiental; matas ciliares; poluição fluvial; recursos hídricos; rio Ipojuca.

* Professora do Departamento de Ciências Geográficas e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, E-mail: maria.atorres@ufpe.br.

** Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO/UFPE). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, campus Caruaru (IFPE/Caruaru) e da Pós-Graduação em Interdisciplinaridade em Educação e Ciências Humanas do IFPE. Email: fatima.pereira@caruaru.ifpe.edu.br.

*** Discente do curso técnico integrado de segurança do trabalho do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Email: crp@discente.ifpe.edu.br.

Identification of vulnerable areas to the transfer of pollutants to the Ipojuca river/Pe

ABSTRACT

This study aims to identify the most vulnerable areas to the transfer of pollutants to the Ipojuca River, located in the state of Pernambuco, northeastern Brazil. This identification was performed by delimiting Permanent Preservation Areas (APPs) along the river's marginal strips. For this purpose, georeferencing tools were used, which allowed a detailed spatial analysis of the apps, with a main focus on the existing vegetation cover in these areas. The methodology adopted aimed to classify the level of vulnerability to pollution of the analyzed areas, taking into account the extent and density of the vegetation cover, which plays a crucial role in protecting the river banks, based on the Normalized Different Vegetation Index (NDVI). The data obtained allowed dividing the study areas into three different levels of vulnerability: low, medium and high. The spatial analysis, carried out with the support of georeferencing tools, ensured accuracy in the delimitation of the Permanent Preservation Areas and in the evaluation of the vegetation cover, essential elements for the categorization of the vulnerable areas. The results indicated that municipalities such as Arcoverde, Sanharó, São Bento do Una, Poção, Pesqueira and Belo Jardim have high levels of vulnerability to pollutant transfer, due to the presence of less than 30% of riparian forests. São Caetano was classified as having moderate level of vulnerability, while Pombos, Sairé, Gravatá, Caruaru, Bezerros, Primavera and Chã Grande had low levels. It was concluded that identifying the most vulnerable areas is crucial for effective environmental planning, as it can guide projects for the recovery and restoration of APPs and water resources, directly contributing to the sustainable development goals of the United Nations Organization (UNO) 2030 Agenda.

Keywords: environmental fragility; riparian forests; river pollution; water resources; Ipojuca river.

Identificación de zonas vulnerables a la transferencia de contaminantes al río Ipojuca/Pe

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo identificar las áreas más vulnerables a la transferencia de contaminantes al río Ipojuca, ubicado en el estado de Pernambuco, noreste de Brasil. Esta identificación se llevó a cabo mediante la delimitación de Áreas de Preservación Permanente (APPs) a lo largo de las franjas marginales del río. Para ello se utilizaron herramientas de georreferenciación que permitieron un análisis espacial detallado de las APPs, con foco principal en la cobertura vegetal existente en estas áreas. La metodología adoptada tuvo como objetivo clasificar el nivel de vulnerabilidad a la contaminación en las áreas analizadas, teniendo en cuenta la extensión y densidad de la cubierta vegetal, que juega un papel crucial en la protección de las riberas de los ríos, con base en el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (IVDN). Los datos obtenidos permitieron dividir las áreas de estudio en tres diferentes niveles de vulnerabilidad: baja, media y alta. El análisis espacial, realizado con apoyo de herramientas de georreferenciación, aseguró precisión en la delimitación de Áreas de Preservación Permanente y en la evaluación de la cobertura vegetal, elementos esenciales para categorizar áreas vulnerables. Los resultados indicaron que municipios como Arcoverde, Sanharó, São Bento do Una, Poção, Pesqueira y Belo Jardim tienen altos niveles de vulnerabilidad a la transferencia de contaminantes, debido a la presencia de menos del 30% de bosques ribereños. São Caetano fue clasificado con nivel moderado de vulnerabilidad, mientras que Pombos, Sairé, Gravatá, Caruaru, Bezerros, Primavera y Chã Grande tuvieron niveles bajos. Se concluyó que identificar las áreas más vulnerables es crucial para una planificación ambiental efectiva, ya que puede orientar proyectos de recuperación y restauración de APPs y recursos hídricos, contribuyendo directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU.

Palabras clave: fragilidad ambiental; bosques ribereños; contaminación de los ríos; recursos hídricos; río Ipojuca.

INTRODUÇÃO

A poluição das águas continentais e oceânicas causa grandes impactos negativos ao ambiente, comprometendo a sobrevivência dos seres vivos e a qualidade desse recurso vital. A redução da poluição, principalmente por plásticos e nutrientes, está entre as metas estabelecidas no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14, da Agenda 2030, capitaneada pela Organização das Nações Unidas, na qual o Brasil é signatário. A poluição ocorre quando há alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas da água, além da adição de líquidos, sólidos e gasosos que tornem o seu uso, para diversos fins, impróprio. “A poluição é entendida como uma condição do entorno dos seres vivos (ar, água e solo) que lhes possa ser danosa” (Sanchez, 2008).

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) das faixas marginais dos rios são estratégicas para a redução desse problema. A Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e define as APPs “como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012). Encostas com declividade superior a 45°, nascentes, manguezais, restingas, bordas dos tabuleiros ou chapadas, áreas com altitude superior a 1800 m, veredas, topo de morros e faixas marginais de qualquer curso d’água natural ou intermitente, excluídos os efêmeros, integram as APPs.

Nas faixas marginais, a proteção está relacionada à largura do curso d’água, variando entre 30 e 500 m. Nessas áreas se desenvolve uma vegetação denominada mata ciliar, conhecida também como mata galeria ou mata ripária, que desempenha importante função na proteção dos rios contra os poluentes, pois atuam como barreira física contra resíduos sólidos, agrotóxicos, entre outros. Assim, as áreas desprovidas dessa vegetação tornam os cursos hídricos mais vulneráveis à entrada de poluentes. A vulnerabilidade pode ser compreendida como a probabilidade de um sistema ser exposto a circunstâncias deletérias (Sánchez, 2008; Brasil, 2012; Castro; Mello; Poester, 2012).

O Rio Ipojuca e a sua região hidrográfica são estratégicos para o estado de Pernambuco pelos múltiplos usos existentes, no entanto, essas atividades se desenvolvem num cenário de infraestrutura e saneamento básico precários, conjuntura que vem desafiando a conservação de suas águas. Um alerta pode ser observado no monitoramento das bacias hidrográficas realizado pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), em sua última publicação, em fevereiro de 2023, quando a qualidade

hídrica desse corpo d'água foi predominantemente poluído, certificando a necessidade de reversão desse panorama, o que inclui a conservação da mata ciliar, entre outras ações.

Nesse sentido, esta pesquisa visa identificar as áreas mais vulneráveis à transferência de poluentes para o Rio Ipojuca/PE, considerando a função da mata ciliar. Espera-se que essas informações auxiliem em ações de restauração e conservação desta vegetação.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O rio Ipojuca nasce na serra do Pau d'Arco, no município de Arcoverde, a uma altitude de aproximadamente 900m, desembocando no mar, no município homônimo, depois de percorrer, no sentido oeste-leste, 323,9 km. O seu estuário passou por grandes alterações nos últimos anos em decorrência da instalação do Complexo Industrial Portuário de Suape. A sua bacia hidrográfica está inserida totalmente no estado de Pernambuco, apresenta uma posição estratégica, servindo de ligação entre a Região Metropolitana do Recife (RMR) e a região do Sertão do Estado. Na área da bacia estão parcialmente inseridos os espaços territoriais de 24 municípios, incluindo 12 sedes municipais. Sua área de 3.433,58 km² comporta aproximadamente 14% da população pernambucana (Pernambuco, 2005; PROJETEC, 2010; Vasconcelos, 2020).

Coleta e análise dos dados

A classificação do uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente foram feitas através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN). Primeiramente, a imagem de satélite Sentinel-2 foi obtida através da plataforma Copernicus, data de aquisição: Imagem Fuso 24 Sul (01/11/2023) e Imagem Fuso 25 Sul (12/01/2024). Alguns municípios banhados pelo rio Ipojuca não entraram na análise pela indisponibilidade de imagens sem nuvens. Antes de aplicar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, cujos valores variam entre -1.0 e 1.0, e cálculo das áreas, foi realizado o processamento das imagens para reprojeção para o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000, recorte da área de interesse e união em mosaico, dado que o rio Ipojuca abrange os Fusos UTM 24 e 25 Sul. O IVDN foi calculado utilizando as bandas do Sentinel-2 que correspondem ao vermelho (Red) e ao infravermelho próximo (NIR), e calculado pela fórmula:

$$\text{IVDN} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$$

Onde:

NIR corresponde à reflectância na banda do infravermelho próximo (Band 8 do Sentinel-2).

Red corresponde à reflectância na banda do vermelho (Band 4 do Sentinel-2).

Com os valores do IVDN calculados, procedeu-se a classificação do índice em 5 classes:

Valores entre -1 e 0: Classe 1 (Corpos hídricos);

Valores entre 0 e 0,2: Classe 2 (Solo exposto e rochas);

Valores entre 0,2 e 0,3: Classe 3 (Vegetação rala);

Valores entre 0,3 e 0,5: Classe 4 (Vegetação menos densa);

Valores entre 0,5 e 1: Classe 5 (Vegetação densa).

Posteriormente foi realizada uma reclassificação da imagem para o cálculo das áreas de cada classe, com uso do software QGis 3.34.

Para a determinação dos níveis de vulnerabilidade à transferência de poluentes para o rio Ipojuca/PE foram utilizados os limites municipais para a classificação da vulnerabilidade em baixa (>50% de mata ciliar), moderada (entre 30 e 50% de mata ciliar) e alta (<30% de mata ciliar), a partir do percentual de mata ciliar presente nas APPs de cada município, representada pelas Classes 4 e 5. As faixas de classificação de vulnerabilidade com base na porcentagem de mata ciliar têm como fundamento a capacidade desta vegetação de atuar como uma barreira natural, filtrando poluentes e sedimentos antes que estes cheguem ao leito do rio (Anbumozhi; Radhakrishnan; Yamaji, 2005; Novoa; Chokman; Lhissou, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao identificar os valores máximos do IVDN no Rio Ipojuca observa-se que o fuso 24 apresenta 0,66, enquanto o fuso 25 registra 0,76. O valor mais alto no fuso 25 está associado à maior umidade desta região, que favorece uma vegetação mais densa e ainda apresenta remanescentes de Mata Atlântica na área costeira. Em contraste, o fuso 24 se encontra em uma região caracterizada pela Caatinga, com menor densidade de vegetação.

A utilização do IVDN foi essencial para obterem-se as áreas que competem a cada classe, bem como a área total do rio e sua região, correspondentes a cada município (Tabela 1).

Tabela 1 - Total de cada classe do IVDN e o grau de vulnerabilidade à transferência de poluentes para os municípios que compõem a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca-PE.

Municípios	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4 e 5	Grau de Vulnerabilidade
Arcoverde	5,30%	85,89%	6,83%	1,98%	Alta
Belo Jardim	15,69%	36,84%	23,46%	24,01%	Alta
Bezerros	0,10%	5,16%	8,37%	86,38%	Baixa
Caruaru	0,14%	3,51%	9,78%	86,57%	Baixa
Chã Grande	0,00%	0,23%	8,92%	90,85%	Baixa
Gravatá	0,00%	2,75%	12,06%	85,19%	Baixa
Pesqueira	6,41%	64,35%	12,40%	16,84%	Alta
Poção	9,57%	67,70%	8,05%	14,69%	Alta
Pombos	0,48%	10,11%	13,45%	75,96%	Baixa
Primavera	0,17%	11,82%	12,52%	75,49%	Baixa
Sairé	0%	11,62%	21,82%	66,56%	Baixa
Sanharó	0,29%	54,04%	22,57%	23,10%	Alta
São Bento do Una	4,13%	51,31%	21,59%	22,97%	Alta
São Caetano	0%	31,94%	24,89%	43,17%	Moderada

Fonte: Autoras, 2024.

Com base nos resultados apresentados verificou-se uma menor predominância da Classe 1, que se refere aos corpos hídricos. Essa ocorrência pode ser explicada por trechos do rio que possuem um regime fluvial intermitente, tornando-se perene apenas a partir de seu curso médio, próximo à cidade de Caruaru. Além disso, observou-se uma alta concentração da Classe 3, caracterizada pela vegetação herbácea, predominantemente composta por baronessas (Figura 1). Estas plantas aquáticas

se proliferam ao longo do rio como indicadores de poluição, cobrindo a superfície hídrica, evidenciando a significativa poluição no Rio Ipojuca. A análise dos diferentes municípios ao longo do Rio Ipojuca revelou variações significativas na cobertura vegetal e nas classes de solo exposto e vegetação herbácea. Essas variações influenciam diretamente na vulnerabilidade à transferência de poluentes.

A espécie *Eichhornia crassipes* é conhecida como aguapé, jacinto d'água, camalote ou baronesa, essa planta possui um alto crescimento e é responsável por formar ilhas flutuantes, que prejudicam atividades de navegação e pesca, além de aumentar a taxa de evaporação de um corpo d'água, pela evapotranspiração, de duas a oito vezes mais rápida do que se estivesse com a superfície livre. [...] O principal motivo do crescimento dessa planta é devido à grande quantidade de nutrientes como fosfatos e compostos nitrogenados nos corpos d'água [...] Os efeitos dessa espécie sobre as atividades e ecossistemas humanos são de tal magnitude que a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) o incluiu entre os 100 (cem) organismos mais prejudiciais do mundo (Santos; Cardoso; Souza, 2020, P.141).

Figura 01 – Presença de baronesas no rio Ipojuca/PE



Fonte: Google Earth (2024). Elaborado pelas autoras; 2024.

Adicionalmente, os resultados revelam trechos com elevado percentual da Classe 2, que inclui solo exposto e rochas. Esses dados indicam áreas onde a cobertura vegetal foi removida, tornando o solo vulnerável à degradação. As principais causas incluem desmatamento, práticas agrícolas intensivas, construções inadequadas e processos naturais de erosão. Portanto, essas áreas tornam-se mais suscetíveis à degradação e transferência de poluentes. Para Tricart (1977), as mudanças na cobertura vegetal impactam o equilíbrio ambiental, acelerando processos de erosão, elevando a temperatura local, diminuindo a recarga de água em rios e aquíferos, entre outros efeitos. Isso evidencia a importância de preservar a cobertura vegetal para manter o equilíbrio ambiental.

As classes 4 e 5 compreendem vegetação arbustiva e arbórea, respectivamente. Essas vegetações, geralmente matas ciliares, desempenham uma função basilar na proteção dos corpos hídricos contra erosão, assoreamento e transferência de poluentes. Os baixos índices dessas classes em alguns municípios são preocupantes e indicam fragilidade ambiental.

Ao avaliar os dados dos municípios, observa-se:

Arcoverde: A alta presença de solo exposto (85,89%) e baixa cobertura de vegetação densa (1,98%) nas APPs resultam em um grau de vulnerabilidade alto à transferência de poluentes, devido à ausência significativa de mata ciliar protetora.

Belo Jardim: Com 36,84% de solo exposto e 24,01% de vegetação densa, este município também possui alta vulnerabilidade. A cobertura vegetal é insuficiente para garantir proteção efetiva, especialmente nas áreas de preservação.

Bezerros: A predominância de vegetação densa (86,38%) e baixa exposição do solo (5,16%) favorecem a baixa vulnerabilidade à transferência de poluentes, uma vez que a proteção natural das APPs é eficaz contra impactos ambientais.

Caruaru: Similar a Bezerros, Caruaru apresenta uma ampla cobertura de vegetação densa (86,57%) e pouca exposição de solo (3,51%), resultando em um grau de vulnerabilidade baixo, devido à forte presença de mata ciliar.

Chã Grande: Com 90,85% de cobertura vegetal densa, é o município com maior proteção natural, o que confere uma baixa vulnerabilidade à poluição, devido à quase total preservação de mata ciliar.

Gravatá: A cobertura de 85,19% de vegetação densa indica um grau de vulnerabilidade baixo. A vegetação nas APPs ajuda a mitigar os riscos de erosão e transferência de poluentes.

Pesqueira: A predominância de solo exposto (64,35%) e apenas 16,84% de cobertura densa coloca este município em alta vulnerabilidade. A falta de vegetação compromete a proteção natural.

Poção: Com 67,70% de solo exposto e apenas 14,69% de vegetação densa, o município apresenta alta vulnerabilidade à transferência de poluentes.

Pombos: Apesar de ter 10,11% de solo exposto, o município possui uma cobertura densa significativa (75,96%), levando a um grau de vulnerabilidade baixo.

Primavera: Com 75,49% de cobertura densa e 11,82% de solo exposto, o município também apresenta baixa vulnerabilidade devido à boa proteção natural.

Sairé: Com 66,56% de vegetação densa e 11,62% de solo exposto, a proteção vegetal é suficiente para garantir um grau de vulnerabilidade baixo.

Sanharó: A predominância de solo exposto (54,04%) e uma cobertura densa moderada (23,10%) resultam em alta vulnerabilidade à transferência de poluentes.

São Bento do Una: Com 51,31% de solo exposto e 22,97% de vegetação densa, o município apresenta alta vulnerabilidade, com pouca proteção nas APPs.

São Caetano: Com 43,17% de cobertura de vegetação densa e 31,94% de solo exposto, o município é classificado como tendo vulnerabilidade moderada, pois a mata ciliar está presente, mas não em quantidade suficiente para garantir uma proteção total.

Os municípios de Arcoverde, Pesqueira, Poção, Sanharó, Belo Jardim e São Bento do Una apresentam altos índices de solo exposto e baixos níveis de cobertura vegetal densa, refletindo uma alta susceptibilidade à erosão e à transferência de poluentes para o rio. Em Arcoverde, por exemplo, 85,89% da área é composta por solo exposto, enquanto apenas 1,98% correspondem a vegetação arbustiva e arbórea, o que evidencia uma fragilidade ambiental significativa.

Em contraste, municípios como Sairé, Primavera, Caruaru, Bezerros, Chã Grande, Gravatá, e Pombos exibem uma maior resiliência ambiental graças à predominância de vegetação densa. Chã Grande, com 90,85% de sua área coberta por vegetação arbustiva e arbórea, destaca-se como um exemplo positivo de conservação da mata ciliar e de gestão sustentável dos recursos hídricos. A situação de municípios como Belo Jardim e Caruaru, que possuem uma cobertura vegetal densa significativa, mas ainda enfrentam desafios com solo exposto e vegetação herbácea, ressalta a necessidade de intervenções específicas e contínuas para preservar e restaurar a mata ciliar.

Correia et al. (2019) discutiram a relevância das matas ciliares na conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, enfatizando sua função protetora contra erosão e assoreamento. O estudo realizado no alto curso do Rio Paraíba destaca que a ausência dessas vegetações resulta em maior vulnerabilidade dos corpos hídricos, reforçando a necessidade de políticas de proteção e recuperação dessas áreas. Este estudo concorda com a presente pesquisa, que demonstra a importância crítica das matas ciliares na proteção dos trechos do Rio Ipojuca contra a degradação e a transferência de poluentes.

Anjinho et al. (2020) analisaram a qualidade da água e o estado trófico dos cursos hídricos afluentes ao reservatório do Lobo, em Itirapina, São Paulo. Os resultados indicam que trechos críticos do rio estão associados às atividades agropecuárias intensivas, que contribuem para a degradação ambiental. A presença de matas ciliares foi crucial para minimizar os impactos da exposição do solo, destacando a importância dessas vegetações na mitigação da poluição. Esse estudo apoia os achados da presente pesquisa, que identificam uma correlação entre a presença de mata ciliar e a redução da vulnerabilidade ambiental ao longo do Rio Ipojuca.

Os níveis de fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mocajuba, Pará, foram investigados por Almeida et al. (2022), que identificaram áreas com baixa fragilidade concentradas na foz da bacia, incluindo manguezais e áreas vegetadas. Em contraste, áreas de alta fragilidade correspondem a zonas antropizadas e de mangue. Esse estudo reforça a importância das áreas vegetadas para a resiliência ambiental das bacias hidrográficas. Os resultados concordam com a presente pesquisa, que evidenciam a necessidade de manter áreas vegetadas ao longo do Rio Ipojuca para reduzir a fragilidade ambiental e proteger os recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação das áreas vulneráveis à transferência de poluentes para o rio Ipojuca deixa explícita uma situação inconveniente que se faz necessário ser resolvida. Os dados evidenciam que a degradação e extinção da cobertura vegetal e a predominância de solo exposto são fatores que impactam diretamente na vulnerabilidade ao longo do rio.

Nesse viés, a importância da mata ciliar é indiscutível, já que como foi provado anteriormente, as mesmas desempenham um papel crucial na proteção dos corpos hídricos, atuando como barreiras naturais contra a erosão, o assoreamento dos rios e poluentes antes que alcancem o rio. No entanto, a análise dos diferentes trechos do Rio Ipojuca demonstra que muitos municípios possuem uma cobertura de mata ciliar inadequada, o que agrava a vulnerabilidade ambiental.

A proteção dos rios e suas margens é essencial para assegurar a conservação dos ecossistemas aquáticos e o uso sustentável dos recursos hídricos. A implementação de práticas de conservação da mata ciliar, a restauração de áreas degradadas e o controle do desmatamento e das atividades agrícolas intensivas são medidas urgentes e necessárias. Somente com ações integradas e sustentáveis será possível reduzir a transferência de poluentes para o Rio Ipojuca, melhorar a qualidade da água e assegurar a saúde dos ecossistemas, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANBUMOZHI, V.; RADHAKRISHNAN, J.; YAMAJI, E. (2005). Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. **Ecological Engineering**, n. , 24, p. 517-523, 2005. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2004.01.007>.
- ANJINHO, P. da. S.; BARBOSA, M. A. G. A.; MAUAD, F. F.; NEVES, G. L. Análise da qualidade das águas e do estado trófico de recursos hídricos afluentes ao reservatório do Lobo, Itirapina, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2020.
- ALMEIDA, C. A.; CAVALCANTE, J. da. C.; HOLANDA, B. S. de.; LIMA, A. M. M. de.; SILVA, J. C. C. da. Fragilidade ambiental potencial e emergente da bacia do rio Mocajuba – PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2022.
- BRASIL. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**; altera as Leis n.ºs 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 n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Casa Civil, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 26/04/2023.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse-Coletivo de comunicação, 2012.
- CORREIA, I. M. G.; MOURA, D. C.; SOUZA, B. H. de; SOUZA, Y. G. de. Mata ciliar, conservação e sustentabilidade, fundamentos da importância para o semiárido paraibano: estudo de caso no alto curso do rio Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**. 2019.
- MORAES, K. F.; CRUZ, M. R. O Ensino da Educação Ambiental. **Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI**, Itajaí, v.10, n.2, p. 928-945, 2015. Disponível em: Acesso em: 10 set. 2016.
- NOVOA, J.; CHOKMANI, K.; & LHISSOU, R. A novel index for assessment of riparian strip efficiency in agricultural landscapes using high spatial resolution satellite imagery. **The Science of the total environment**, n. 644, p. 1439-1451, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.069>.
- PERNAMBUCO. Agência Condepe/Fidem. **Rio Ipojuca**. Recife: 2005. 64p. (Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco, 1).
- PROJETEC - BRLi. **Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Ipojuca: Tomo III - Planos de Investimentos / Projetos Técnicos**. Recife, 2010.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- SANTOS, E. S. M; CARDOSO, L. M. Q.; SOUZA, M. J. R. **Produção de briquetes a partir de macrófitas da espécie Eichhornia crassipes presentes no lago água preta: Um dos mananciais de Belém, Pará, Brasil**. In: Condições de vida e tecnologias ambientais para a sustentabilidade na Amazônia brasileira/ Organização: Aline Souza Sardinha, Andréa Fagundes Ferreira Chaves, Octavio

Cascaes Dourado Junior – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE – SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

VASCONCELOS JÚNIOR, E. M. **Sustentabilidade Hidroambiental de Bacias Hidrográficas: avaliação da implementação do programa de saneamento ambiental na bacia do rio Ipojuca**, Pernambuco, Brasil. 2020. 162p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.