

# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## DIAGNÓSTICO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM TRECHO DO RIO PIANCÓ – PIRANHAS – AÇU, NORDESTE BRASILEIRO

\* Daniele de Almeida Carreiro<sup>1</sup>  
Laércio Leal dos Santos<sup>1</sup>  
Ricardo de Aragão<sup>3</sup>  
José Cleidimário Araújo Leite<sup>2</sup>  
William de Paiva<sup>1</sup>

Tássio Jordan Rodrigues Dantas da Silva<sup>1</sup>  
José Ludemario da Silva Medeiros<sup>3</sup>

## DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN A SECTION OF THE PIANCÓ – PIRANHAS – AÇU, RIVER, NORTHEASTERN BRAZIL

Recibido el 20 de noviembre de 2022. Aceptado el 17 de abril de 2023

### Abstract

*The degradation of aquatic environments has become one of the main ecological concerns of today, mainly due to the essential role of water resources for the proper functioning of ecosystem services and economic development. In this research, we aimed to perform a diagnosis of the environmental impacts on the waters of the stretch of the Piancó-Piranhas-Açu River between the cities of Paulista-PB and São Bento-PB. For data collection, photo documentation, field visits and consultations with municipal agencies were carried out. For the georeferencing of the area of influence, the QGIS software was used. Subsequently, the anthropic activities in the area were catalogued, and using the Ad Hoc methods, Check Lists, Interaction Matrix, and Networks, the environmental impacts were identified, significant impacts were selected and classified, and, finally, environmental control measures were indicated. From the results obtained, 13 anthropic activities were identified, with 86 environmental impacts on the stretch considered. Of this total, 32% were selected as "significant" and 50% as "significant". Most of the observed impacts are related to urbanization, textiles activities, the discharge of untreated effluents into the water body, and extensive livestock farming commonly developed in preservation areas, which causes water pollution and the eutrophication process. Finally, it is expected that the results and control measures indicated will help in the environmental recovery of the river stretch, as well as in the management of the hydrographic basin by the competent agencies.*

**Keywords:** environmental impact assessment, environmental management, water pollution, water resources.

<sup>1</sup> Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

<sup>3</sup> Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

\*Autor correspondente: Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Universitário, Campina Grande - PB, CEP 58429-500, Brasil. Email: [danielealmeida23@gmail.com](mailto:danielealmeida23@gmail.com)

## Resumo

A degradação de ambientes aquáticos tem se tornado uma das principais preocupações ecológicas da atualidade, principalmente em função do essencial papel dos recursos hídricos para o funcionamento adequado dos serviços ecossistêmicos e desenvolvimento econômico. Nesta pesquisa, objetivou-se realizar um diagnóstico dos impactos ambientais nas águas do trecho do Rio Piancó-Piranhas-Açu entre os municípios de Paulista-PB e São Bento-PB. Para coleta de dados, foram realizadas fotodocumentação, visitas de campo e consultas a órgãos municipais. Para o georreferenciamento da área de influência, foi utilizado o *software* QGIS. Posteriormente, foram catalogadas as atividades antrópicas na referida área, e utilizando os métodos *Ad Hoc*, *Check Lists*, Matriz de Interação e *Networks*, foram identificados os impactos ambientais, seleção e classificação dos impactos significativos, e, por fim, a indicação de medidas de controle ambiental. A partir dos resultados obtidos, identificaram-se 13 atividades antrópicas, com 86 impactos ambientais no trecho considerado. Desse total, 32% foram selecionados como "significativos" e 50% "significativos". A maioria dos impactos observados está relacionado à urbanização, às atividades têxteis, ao lançamento de efluentes não tratados no corpo hídrico, e à pecuária extensiva comumente desenvolvida em áreas de preservação, que acarreta a poluição da água e o processo de eutrofização. Finalmente, espera-se que os resultados e as medidas de controle indicadas auxiliem na recuperação ambiental do trecho do rio, bem como no gerenciamento em âmbito de bacia hidrográfica pelos órgãos competentes.

**Palavras-chave:** avaliação de impacto ambiental, gestão ambiental, poluição hídrica, recursos hídricos.

## Introdução

A água é um dos recursos naturais essenciais à sobrevivência dos seres vivos e ao equilíbrio ecológico, sendo essencial às funções dos ciclos naturais, à manutenção dos ecossistemas e ao desenvolvimento econômico (Chapman e Sullivan, 2022). No atual contexto de vulnerabilidade que envolve os recursos hídricos, decorrente, principalmente, das elevadas demandas por água e das pressões impactantes das ações humanas, têm surgido, inclusive no Brasil, instrumentos legais que buscam nortear a gestão e o gerenciamento das águas e alcançar o uso adequado desses recursos (Ferreira *et al.*, 2019), a exemplo da lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Com base nesse panorama, que envolve os usos da água versus ação antrópica, a preocupação global é para assegurar o acesso a esse recurso em quantidade e qualidade para a saúde pública, segurança alimentar e desenvolvimento regional (Mello *et al.*, 2020). Contudo, à medida em que se expandem as atividades antropogênicas sem planejamento adequado, aumenta-se os impactos ambientais sobre os recursos hídricos, comprometendo a sua disponibilidade, bem como acarretando o desequilíbrio do ecossistema e o aumento nos índices de doenças de veiculação hídrica, que acarretam outros impactos no meio ambiente (Abbott *et al.*, 2019).

Nesse contexto, os distúrbios provocados por atividades humanas nessas áreas ocorrem principalmente pelo desmatamento para extensão de pastagem nas propriedades rurais e atividade pecuária, expansão de áreas urbanas e extração de areia nos rios (Turunen *et al.*, 2019)

Assim, a questão da sua degradação leva a uma série de impactos ambientais, situação que se agrava em áreas onde há menor disponibilidade dos recursos hídricos, como o semiárido brasileiro, levando a uma maior ocupação da áreas de mata ciliar para o desenvolvimento de atividades rurais na região.

A vegetação localizada em áreas próximas aos cursos de água e aos mananciais são importantes elementos ambientais em função da localização espacial na bacia hidrográfica e das funções ecológicas que desempenham (Cole e Stockan, 2020). Aspectos relevantes relacionados ao papel das matas ciliares incluem ação positiva sob a hidrologia do solo, manutenção da qualidade da água, atuando como um filtro, desempenhando um papel eficaz na retenção de sedimentos, bem como nutrientes e pesticidas advindos de áreas agricultáveis e a estabilidade das microbacias hidrográficas (Marcarelli *et al.*, 2020), evitando-se assim impactos ambientais nas bacias.

As matas ciliares formam uma interface entre ecossistemas terrestres e aquáticos, conectando e auxiliando na regulação das funções ecológicas de ambos sistemas. (Burdon *et al.*, 2020). Essas áreas exercem papel essencial na manutenção e qualidade dos recursos hídricos, na retenção de sedimentos e nutrientes, evitando que estes sejam carregados para os cursos d'água, o que pode resultar em assoreamento e eutrofização, respectivamente (Hanna *et al.*, 2020; Riis *et al.*, 2020)

No tocante a conservação ambiental, Purnomo *et al.* (2020) destacam a preservação das matas ciliares as margens de rios, como também, o controle ambiental dessas áreas através de licenciamentos, fiscalização e monitoramento, assim, permitindo prever possíveis impactos/alterações no meio ambiente, e contribuindo para o bem-estar do equilíbrio ecológico.

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é instituída legalmente como um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, conforme a Lei Federal n. 6.938/1981, que visa à “compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico” (Art. 4º, Inciso I). Essa ferramenta é definida como “o processo de identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos biofísicos, sociais e outros efeitos relevantes de propostas de desenvolvimento antes da tomada de decisões importantes e compromissos assumidos” (IAIA, 1999).

A AIA apresenta-se como uma ferramenta de planejamento e gestão ambiental capaz de compilar informações necessárias para previsão de impactos ambientais nos processos de tomada de decisão, tornando-se um dos instrumentos de políticas ambientais de maior eficiência e instaurado em quase todos os países (Aung *et al.*, 2020). A sua utilização possibilita o conhecimento dos impactos ambientais potenciais da ação humana sobre os

recursos hídricos, assim como, propor medidas que venham a reduzir seu potencial, disponibilizando tais recursos em qualidade e quantidade adequadas para as atuais e futuras gerações, promovendo a sua conservação e preservação e contribuindo para a sustentabilidade ambiental (Loomis, 2018).

Ressalta-se que os métodos de AIA são utilizados para a coleta, organização, análise e comparação das informações obtidas referentes às atividades antrópicas potencialmente impactantes. A utilização dos métodos pode variar conforme as características do projeto e as condições ambientais, e geralmente são aplicados conjuntamente, a fim de permitir um detalhamento dos impactos ambientais associados a uma atividade, e auxiliam na elaboração das medidas de controle ambiental. Entre os principais métodos, acentuam-se: Método espontâneo (*Ad Hoc*), Listagem de controle (*Check List*), Matriz de interação, Modelos de simulação, Redes de interações (*Networks*) e Mapas de superposição (*Overlays*) (Oliveira e Moura, 2009).

O estado da Paraíba, nordeste do Brasil, é composto de 11 bacias hidrográficas e dentre elas está a bacia do rio Piranhas, uma das mais importante por cobrir 42% do território paraibano e nesta está a bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, conhecida pelas atividades agropecuárias ali desenvolvidas, muito relevante para a economia do estado, como também por ser o local do maior reservatório do estado, o Estevam Marinho, também conhecido como açude corema-mãe d'água. Apesar desta bacia está localizada em região semiárida, este rio é perene. A ANA (2016), frisa a relevância de rios, como o Piancó-Piranhas-Açu para o semiárido brasileiro, como sendo a principal fonte de água para as populações, dessedentação de animais, e de fundamental importância para desenvolvimento econômico e abastecimento alimentar da região.

Nesse contexto, vale salientar para a presença de atividades agrícolas, pecuária extensiva, bem como, pontos de lançamento efluentes domésticos e/ou advindos das agroindústrias e produção têxtil, no trecho do rio Piancó-Piranhas-Açu entre os municípios de Paulista-PB e São Bento-PB, inclusive as margens do referido rio (ANA, 2016; Freitas, 2017), o que infringe a legislação ambiental brasileira, em especial, a Lei Federal n. 12.651, de 28 de maio de 2012, que instituiu o “Novo Código Florestal” do Brasil (BRASIL, 2012). Diante desta problemática, esta pesquisa teve por objetivo identificar e analisar os impactos ambientais no trecho do rio Piancó-Piranhas-Açu, entre as cidades de Paulista e São Bento, no Estado da Paraíba, assim como, propor medidas de controle ambiental local.

### Material e métodos

Na Figura 1, estão sintetizadas as principais etapas metodológicas para o desenvolvimento da pesquisa.

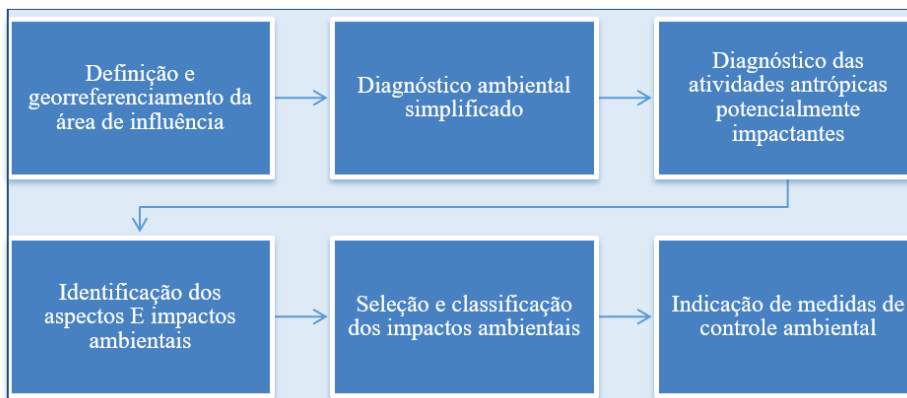


Figura 1. Fluxograma das etapas metodológicas.

### Área de estudo

A área de estudo está localizada na região oeste do estado da Paraíba, na Região Geográfica Intermediária de Patos. As cidades de São Bento e Paulista estão situadas na Região Geográfica Imediata de Catolé do Rocha e Pombal, respectivamente (IBGE, 2017). Estes municípios são cortados pelo rio Piancó-Piranhas-Açu, afluente principal da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu e perenizado pelo sistema de regulação de vazão Estevam Marinho, também conhecido como açude Curema - Mãe D'Água, no município de Coremas-PB (Figura 2).

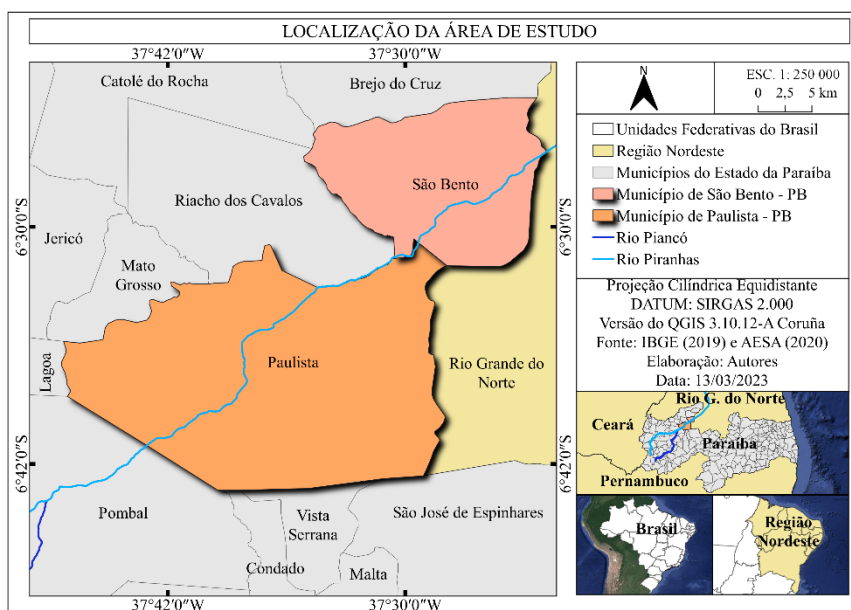


Figura 2. Localização da área de estudo.

A bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu situa-se no semiárido do Nordeste brasileiro, estando inserida parcialmente nos Estados da Paraíba (60%) e do Rio Grande do Norte (40%) e ocupando em torno de 15% do território da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (ANA, 2016).

### Definição e georreferenciamento da área de influência do estudo

Definiu-se a área de influência (Área afetada direta ou indiretamente pelos impactos resultante das atividades) a partir da área de mata ciliar no trecho considerado, conforme determina a Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) (Figura 3). A área de estudo foi subdividida em Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), sendo definidas conforme expõe o Quadro 1.

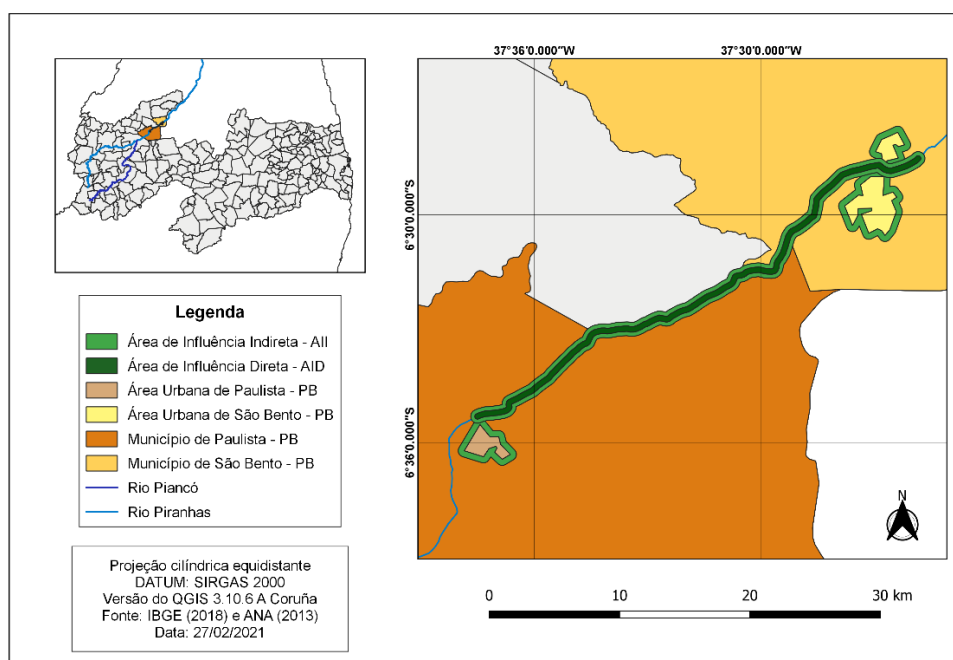


Figura 3. Área de influência definida para o trecho estudado.

### Quadro 1. Critérios utilizados na definição da área de influência.

Área de influência <sup>1</sup>	Critérios para definição da área
AID	Área de ocorrência dos impactos ambientais diretos, e parte dos indiretos, no trecho, gerados por atividades humanas na área de influência e próximas.
AII	Área onde ocorrem os impactos ambientais indiretos causados por ações antrópicas na área da influência total ou no entorno desta.

<sup>1</sup> Foram avaliados os impactos ambientais apenas na área de influência direta. Fonte: Adaptado de Ismael (2017).



### Catologação das atividades antrópicas e identificação dos aspectos e impactos ambientais

A catalogação das atividades antrópicas desenvolvidas no trecho estudado foi realizada por meio de foto documentação, visitas de campo e consultas a órgãos competentes, como as secretarias municipais, a Agência Executiva de Gestão das Águas no Estado da Paraíba (AESA), da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais nas águas do referido trecho foi executada a partir dos dados coletados nas etapas de catalogação das atividades e do diagnóstico ambiental, e complementada com visitas *in loco*. Para isso, foram utilizados os seguintes métodos de AIA: *Ad Hoc* (Método Espontâneo), *Check Lists* (Listagens de Controle), Matriz de Interação e *Networks* (Redes de Interação), conforme Fogliatti *et al.* (2004); Sánchez (2008); e Cunha e Guerra (2010).

### Seleção e classificação dos impactos ambientais significativos

A determinação dos impactos ambientais significativos foi realizada de acordo com Sá (2016) com base no grau de significância, em que cada impacto foi enquadrado como “não significativo”, “significativo” ou “muito significativo”, estabelecendo a magnitude e importância em cada caso. Para tanto, atribuíram-se valores a cada impacto ambiental a partir de uma escala quantitativa, com variação de 1 (um) a 10 (dez), conforme se expõe na Tabela 1.

**Tabela 1.** Escalas de magnitude e importância adotados.

Magnitude e Importância	Escala individual
Grande/alta	]7 - 10]
Média	]4 - 7]
Pequena/baixa	[1 - 4]

Fonte: Sá (2016).

Após a definição da magnitude e importância para cada impacto ambiental, os valores atribuídos foram multiplicados e o produto resultante foi enquadrado em uma escala de 1(um) a 100 (cem) que representa o grau de significância (Sá, 2016), conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Grau de significância dos impactos ambientais.

Significância	Escala
Muito significativo (MS)	]70 - 100]
Significativo (S)	]40 - 70]
Não significativo (NS)	[1 - 40]

Fonte: Sá (2016).

A classificação dos impactos significativos foi realizada de acordo com as metodologias apresentadas por Fogliatti *et al.* (2004), Philippi Jr. *et al.* (2004) e Sánchez (2008), de acordo com o Quadro 2.

**Quadro 2.** Critérios de classificação dos impactos ambientais

Critério	Classificação	Fonte bibliográfica
Valor	Benéfico ou Adverso	Philippi Jr <i>et al.</i> (2004)
Espaço de ocorrência	Local, regional ou estratégico	Fogliatti <i>et al.</i> (2004)
Tempo de ocorrência	Imediato, de médio ou longo prazo, permanente ou cíclico	
		Temporário
Reversibilidade	Reversível ou irreversível	Fogliatti <i>et al.</i> (2004)
Chance de ocorrência	Determinístico ou probabilístico	
Ordem de ocorrência	Direto ou indireto	Philippi Jr <i>et al.</i> (2004)
Potencial de mitigação	Mitigável ou não mitigável	Sánchez (2008)

Fonte: Adaptado de Fogliatti *et al.* (2004), Philippi Jr. *et al.* (2004) e Sánchez (2008)

### Proposição e classificação das medidas de controle ambiental

As medidas de controle ambiental foram indicadas para os impactos ambientais significativos, conforme se faz em estudos ambientais técnicos, a exemplo do EIA-RIMA, e foram classificadas, em função de sua finalidade de controle dos impactos, em: Mitigadora, preventiva ou corretiva, e Compensatória, para os impactos negativos.

### **Resultados e discussão**

#### Diagnóstico ambiental simplificado da área de influência

O clima da região é do tipo *Bsh* (Semiárido quente) nas áreas mais baixas (Alt. < 300 m) e *AW'* (Tropical quente-úmido com chuvas de verão-outono) em áreas mais altas (Francisco *et al.*, 2015). A área de estudo está inserida no Polígono das secas, que apresenta chuvas escassas no inverno e distribuição irregular com temperatura média anual de 28 °C e precipitação média anual de 778.6 mm.



A classe de solo predominante na região é a do tipo Luvisolo Crômico, com ocorrência de aluviões ao longo do rio e porções menores de outros solos. O relevo da área dominante é do tipo plano a suave-ondulado com a presença de poucas ondulações e maciços rochosos.

A área de estudo está totalmente inserida no bioma Caatinga, com predominância de árvores de pequeno e médio porte, ocorrência de arbustos, cactáceas e trechos de florestas caducifólias, vegetação típica da caatinga xerofítica e bastante presente no sertão nordestino (Fernandes e Queiroz, 2018).

Os municípios de Paulista e São Bento estão inseridos na sub-região do baixo sertão paraibano, cortado pelo Rio Piancó-Piranhas-Açu, e seus afluentes, que nasce nos municípios de Conceição e Santa Inês no Estado da Paraíba com foz no Oceano Atlântico, próximo à cidade de Macau-RN. É um rio intermitente em condições naturais, mas perenizado pelo Sistema Hídrico "Curema - Mãe D'Água", na Paraíba, até o deságue na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte (ANA, 2016).

Catálogo das atividades antrópicas na área de influência do estudo

Identificaram-se 13 atividades antrópicas com potencial impactante na área de estudo (Quadro 3), entre as quais, destacaram-se a pecuária extensiva, agricultura e urbanização.

**Quadro 3.** Atividades catalogadas na área de influência do estudo.

Atividade / Empreendimento	Agricultura sequeira/irrigada Avicultura em pequena escala Extração de areia do leito do rio Indústria têxtil Pecuária extensiva (caprina, ovina e bovina) Suinocultura Captação de água (usos consultivos) Equinocultura Piscicultura Desmatamento da mata ciliar e outros espaços Despejo de esgotos domésticos e industriais Indústria de Laticínio Urbanização (expansão das cidades, geração de resíduos sólidos e lançamentos de efluentes)
-------------------------------	---

Fonte: O autor (2021).

Em estudo semelhante no trecho do Rio-Piancó-Piranhas-Açu, entre os municípios de Coremas - PB e Pombal - PB, Ismael *et al.* (2019) constataram-se que a atividade antrópica com maior predominância nas margens do rio foi a agricultura, com percentual de 27% em relação às demais atividades identificadas, seguida pela pecuária extensiva, com um percentual de 19.7%.

Já Medeiros *et al.* (2021), verificaram que, dentre as atividades predominantes no segmento do Rio Piancó-Piranhas-Açu, entre os municípios de Pombal-PB e Paulista-PB, destacam-se a pecuária extensiva, representado em torno de 35% das atividades identificadas, e avicultura e agricultura, com respectivos percentuais de 20% e 17%. Nesse contexto, com base nas informações coletadas no presente estudo, foi verificado que as atividades antrópicas com maior predominância ao longo do trecho considerado foram a agricultura e a pecuária.

#### Identificação dos aspectos e impactos ambientais

Foram identificados 16 (dezesseis) tipos de impactos ambientais associados a 06 (seis) tipos de aspectos ambientais, em que, considerando a ocorrência repetida de impactos para algumas atividades na área de estudo, totalizaram-se 86 impactos nas águas do trecho perenizado entre as cidades de Paulista-PB e São Bento-PB, conforme visto no Quadro 4.

**Quadro 4.** Aspectos e impactos ambientais identificados na área de influência do estudo.

Atividade/ Empreendimento	Aspectos ambientais	Impactos ambientais
Agricultura sequeira/irrigada	Retirada da mata ciliar	Assoreamento de corpos hídricos
		Eutroficação do corpo hídrico
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
	Utilização/consumo de água	Diminuição da disponibilidade da água
	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Poluição da água
	Utilização de agroquímicos	Contaminação da água
Extração de areia no leito do rio	Risco de vazamento de óleos e graxas	Aumento da mortalidade de organismos aquáticos
		Poluição da água
		Contaminação da água
Piscicultura	Utilização/Consumo de água	Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Diminuição da disponibilidade da água
		Diminuição da disponibilidade da água
		Poluição da água
		Contaminação da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Elevação da turbidez da água
		Aumento de odores desagradáveis
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
Limitação de uso da água para fins mais nobres		

**Quadro 4.** Aspectos e impactos ambientais identificados na área de influência do estudo (Continuação)

Atividade/ Empreendimento	Aspectos ambientais	Impactos ambientais
Indústria têxtil	Utilização/Consumo de água	Diminuição da disponibilidade da água
	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Poluição da água
		Contaminação da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Elevação da turbidez da água
		Aumento de odores desagradáveis
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
		Limitação de uso da água para fins mais nobres
Equinocultura	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Poluição da água
		Contaminação da água
		Elevação da turbidez da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
Despejo de esgotos domésticos e industriais	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Modificação da paisagem natural
		Poluição da água
		Contaminação da água
		Elevação da turbidez da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
Avicultura em pequena escala	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Modificação da paisagem natural
		Aumento da mortalidade de organismos aquáticos
		Poluição da água
		Contaminação da água
Pecuária extensiva (bovina, ovina, caprina)	Ausência da mata ciliar e da vegetação nativa em outras áreas	Alteração do fluxo hídrico
	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Assoreamento de corpos hídricos
		Poluição da água
		Contaminação da água
		Elevação da turbidez da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
		Modificação da paisagem natural

**Quadro 4.** Aspectos e impactos ambientais identificados na área de influência do estudo (Continuação)

Atividade/empreendimento	Aspectos ambientais	Impactos ambientais
Pecuária extensiva (bovina, ovina, caprina)	Utilização de agroquímicos de maneira inadequada	Aumento da mortalidade de organismos aquáticos
Suinocultura	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Poluição da água
		Contaminação da água
		Elevação da turbidez da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Aumento de odores desagradáveis
		Modificação da paisagem natural
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
Captação de água	Utilização/consumo da água	Alteração do fluxo hídrico
		Diminuição da disponibilidade da água
Desmatamento da mata ciliar e outras áreas	Retirada da mata ciliar/solo exposto	Assoreamento de corpos hídricos
		Poluição da água
		Contaminação da água
		Alteração da qualidade da água
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
		Aumento da mortalidade de organismos aquáticos
Indústria de Laticínio	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Modificação da paisagem natural
		Poluição da água
		Contaminação da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
Urbanização	Retirada da mata ciliar/Solo exposto	Aumento da mortalidade de organismos aquáticos
		Alteração do fluxo hídrico
	Despejo inapropriado de resíduos líquidos e/ou sólidos (enriquecidos de nutrientes e/ou matéria orgânica)	Assoreamento de corpos hídricos
		Poluição da água
		Contaminação da água
		Eutroficação do corpo hídrico
		Modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos
		Aumento da mortalidade de organismos aquáticos
	Utilização/consumo de água	Aumento da demanda de recursos hídricos
		Diminuição da disponibilidade da água
		Aumento do desperdício de água
Risco de escassez dos recursos hídricos		

Fonte: O autor (2021).

Dentre os impactos ambientais identificados nas águas do rio Piancó-Piranhas-Açu, vistos no Quadro 4, destacam-se: a poluição e contaminação da água, modificação/degradação dos ecossistemas aquáticos, Eutroficação do corpo hídrico, aumento da mortalidade de organismos aquáticos, diminuição da disponibilidade da água e elevação da turbidez da água. Alguns destes impactos foram também identificados por Medeiros et al. (2021) que, ao avaliarem os impactos ambientais no trecho do rio Piancó-Piranhas-Açu, entre os municípios de Pombal e Paulista, destacaram a urbanização e a pecuária extensiva como atividades com maior potencial causador dos impactos ambientais citados.

Conforme ressalta Azevedo *et al.* (2015) em seu estudo, ao longo do rio Piancó, a mata ciliar encontrava-se, com um alto percentual de degradação e as águas eutrofizadas, cenário que se assemelha aos resultados obtidos nessa pesquisa, conforme mostra a Figura 4. Acrescenta-se que esse cenário se mantém no presente. No Brasil, de acordo com o previsto legalmente no art. 3º, parágrafo II da Lei 12651/2012 (Brasil, 2012) “Novo Código Florestal Brasileiro” a qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, as áreas próximas aos cursos d'água são utilizadas como áreas de preservação permanente, estando. Entretanto, isto não foi verificado nesta bacia, no trecho estudado.



Figura 4. Ausência da mata ciliar em área do trecho estudado. Fonte: O autor (2022).

No trecho estudado, a interferência antrópicas nessas áreas, resultante de atividades agropecuárias, principal fonte econômica da região, têm causado uma série de impactos ambientais, visto que essas atividades estão entre as principais fontes de nutrientes nos cursos hídricos (Lind *et al.*, 2019).

### Seleção E Classificação Dos Impactos Ambientais Significativos

Na Figura 5, apresenta-se a distribuição dos impactos ambientais significativos de acordo com o grau de significância.

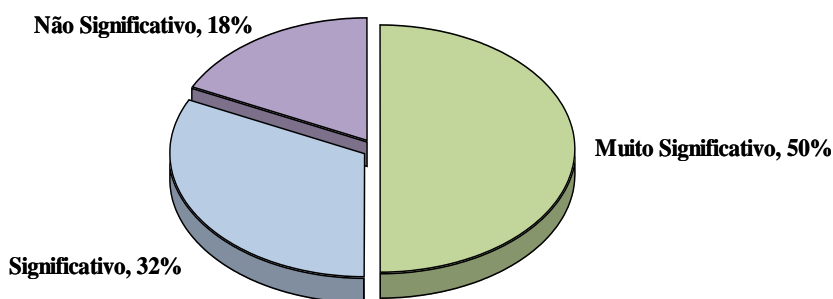


Figura 5. Grau de significância dos impactos na área de influência do estudo.

Observa-se, na Figura 5 que os impactos “muito significativos” e “significativos” abrangem um percentual total de 82% dos impactos identificados. Na Figura 6, mostram-se os percentuais dos impactos ambientais “muito significativos” relacionados às principais atividades na área de estudo.

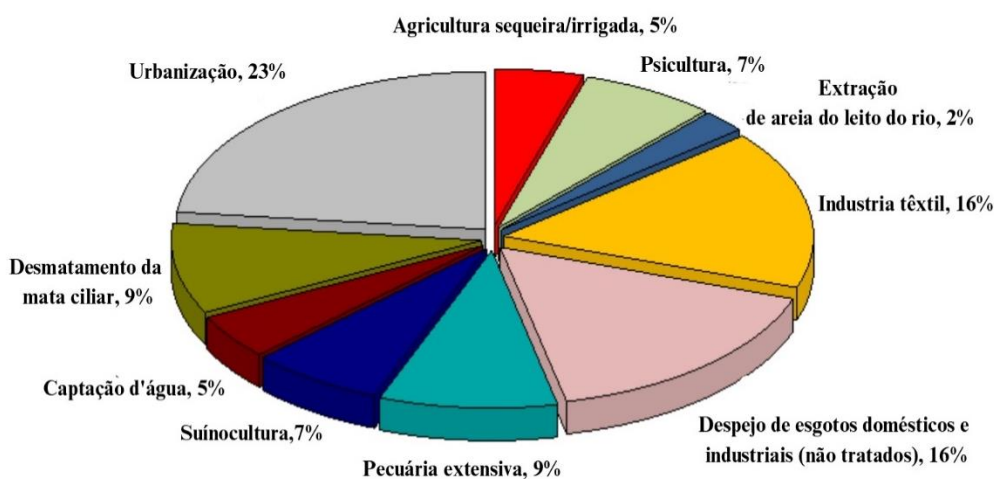


Figura 6. Impactos ambientais “muito significativos” relacionados às principais atividades antrópicas.



Observa-se, na Figura 6, que as atividades/empreendimentos com maior percentual de impactos “muito significativos” foram a urbanização, com 23% dos impactos, despejo de esgoto doméstico e industrial, indústria têxtil, pecuária extensiva e desmatamento da mata ciliar e outras áreas, com 16%, 16%, 9% e 9%, respectivamente. Este resultado reflete diretamente sobre a qualidade da água no trecho estudado, visto que a maioria dos efluentes não recebe tratamento adequado antes de serem lançados nos corpos hídricos, resultando em alta carga orgânica e patogênica (ANA, 2016). No que se refere à atividade têxtil, o seu potencial poluente/contaminante se eleva em função da composição dos efluentes. As atividades de Avicultura em pequena escala e equinocultura não apresentaram impactos do tipo “muito significativos”.

No trecho do rio estudado, as atividades agricultura e pecuária predominam às margens do rio, afetando a qualidade dos recursos hídricos pela exposição do solo a agentes erosivos, e carreamento de nutrientes e agroquímicos das áreas agricultáveis, e ainda agravados pela ausência da mata ciliar. O uso agrícola das terras é um dos principais intensificadores da fragmentação de matas ciliares (Castellano *et al.*, 2022).

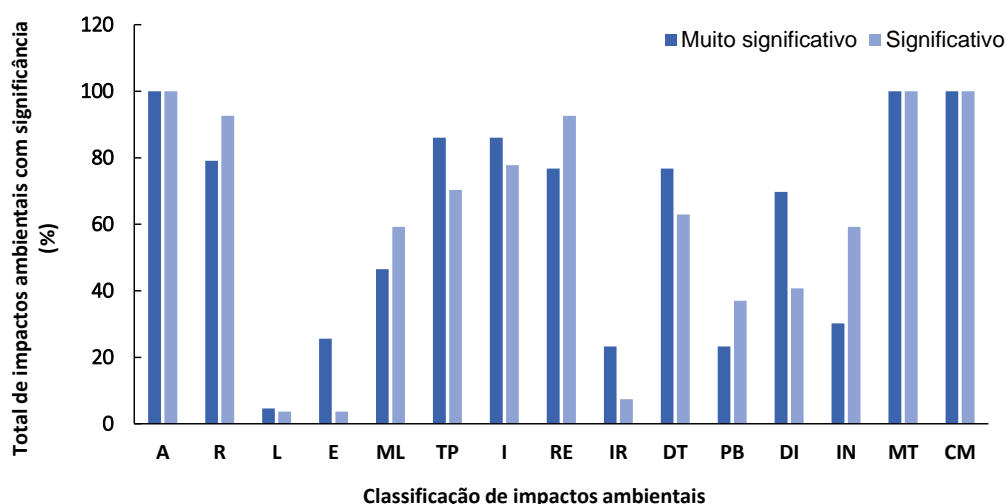
Nesse contexto, estudos como o realizado na Bacia Hidrográfica de Tuckahoe Creek, EUA, (Lee *et al.*, 2020) reforçam o importante papel da vegetação ciliar na redução da quantidade de sedimentos e nutrientes carreados para os cursos hídricos, em que, na pesquisa citada, constatou-se que as matas ciliares obtiveram desempenho satisfatório na redução das cargas de nitrogênio total com eficiência de redução de aproximadamente 45% com maiores reduções em *buffers* de maior largura. Observou-se também que o desempenho na redução foi mais notável em terras agricultáveis, comparados aos demais usos da terra, em função dos altos níveis de nutrientes do solo de aplicações de fertilizantes.

Na Figura 7, tem-se, em termos percentuais, a classificação dos impactos ambientais “significativos” e “muito significativos”. Conforme demonstrado na Figura 7, 100% dos impactos “significativos” e “muito significativos” são adversos. No que diz respeito aos impactos “muitos significativos”, 77% são reversíveis, ou seja, o efeito pode ser encerrado se medidas forem implementadas na área de estudo. Porém, ressalta-se que todos os impactos significantes são mitigáveis, de forma que os efeitos dos impactos podem ser reduzidos parcialmente ou totalmente (Fogliatti *et al.* 2004), no caso dos impactos reversíveis.

Em um estudo semelhante realizado por Medeiros *et al.* (2021), no trecho perenizado do Rio Piancó, entre as cidades de Pombal e Paulista, verificou-se que todos os impactos ambientais “significativos” foram negativos, porém, todos mitigáveis.

Nota-se também, na Figura 5, que 100% dos impactos significantes são cumulativos, ou seja os efeitos se acumulam a partir da combinação de uma ou mais atividades adversas. Considerando

o tempo de ocorrência, os impactos de médio a longo prazo, cujo efeito sucede após um tempo do estabelecimento da atividade, englobam principalmente: Redução na disponibilidade dos recursos hídricos, Eutroficação das águas dos corpos hídricos superficiais, Assoreamento de corpos d'água, Alteração e degradação dos ambientes aquáticos e Contaminação hídrica.



(A) Adverso; (R) Regional; (L) Local; (E) Estratégico; (ML) Médio e Longo Prazo; (TP) Temporário; (I) Imediato; (IR) Irreversível; (RE) Reversível; (DT) Determinístico; (PB) Probabilístico; (DI) Direto; (IN) Indireto; (MT) Mitigável e (CM) Cumulativo.

Figura 5. Classificação dos impactos ambientais “significativos” e “muito significativos”.

Os impactos probabilísticos, que totalizaram 37%, estão associados, em sua maioria, às atividades de agricultura, pecuária e piscicultura. Dessa forma, a partir dos resultados obtidos na classificação dos impactos, medidas mitigadoras e compensatórias devem ser propostas e implementadas a fim de reduzir o efeito dos impactos no trecho estudado, para o reestabelecimento do equilíbrio ambiental.

Tais medidas se constituem como parte essencial na elaboração dos estudos de impactos ambientais, norteadas as ações desenvolvidas para evitar danos e degradação em relação aos componentes ambientais. As medidas de controle ambiental indicadas para os impactos ambientais “significativos” e “muito significativos” estão apresentadas no Quadro 5.

Vale destacar, que estas medidas de controle ambiental, apresentadas no Quadro 5, já deveriam ter sido realizadas em atendimento à legislação brasileira, como a Lei das Águas (Lei n. 9.433/97) e o Novo Código Florestal (Lei n.12.651/12). Entretanto, a falta de fiscalização pelos órgãos ambientais competentes, bem como, a ausência de parcerias, programas de governo e políticas

públicas entre estes órgãos (ANA, IBAMA e AESA) com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, os órgãos municipais e as associações rurais locais, são as principais causas ao não cumprimento à legislação e as medidas de controle ambiental supracitadas.

**Quadro 5.** Indicação e classificação das medidas de controle ambiental.

Tipo de medida de controle ambiental	Medidas de controle ambiental
MITIGADORAS/PREVENTIVAS	Fazer o tratamento adequado dos efluentes domésticos e industriais em uma estação de tratamento de efluentes.
	Realizar a fiscalização periódica e permanente na Área de Preservação Permanente (APP).
	Capacitar os agricultores, irrigantes e pecuaristas para o manejo e práticas agrícolas sustentáveis.
	Conscientizar e instruir os moradores da área de estudo sobre a importância do tratamento dos resíduos e descarte ambientalmente adequado.
	Suspender o lançamento de efluentes sem tratamento adequado.
	Evitar/reduzir as atividades de desmatamento.
	Utilizar antipatógenos e fertilizantes orgânicos.
	Promover campanhas educativas voltadas para sensibilização ambiental, especialmente nos dois municípios que englobam a área de estudo.
	Promover a educação ambiental para os pecuaristas, agricultores e irrigantes da área de estudo.
	Implementar os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs) e os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRs) nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, especialmente nos mais próximos do rio.
MITIGADORAS/CORRETIVAS	Realizar a recuperação de áreas degradadas na APP e em seu entorno, dentro da AIT.
	Promover a recuperação da qualidade ambiental das águas do Rio Piancó-Piranhas-Açu.
COMPENSATÓRIA	Promover a recuperação de áreas degradadas no entorno da APP (fora da AIT).

Fonte: O autor (2021).

## Conclusões

Foram catalogadas 13 atividades antrópicas com potencial impactante no trecho estudado. Identificou-se 16 tipos de impactos ambientais nas águas do trecho do rio Piancó-Piranhas-Açu, cuja ocorrência repetida totalizou 86 impactos. As atividades de urbanização, lançamento de efluentes nos corpos hídricos, pecuária extensiva e indústria têm causado o maior número de impactos ambientais “muito significativos”, estando relacionados em sua maioria à poluição hídrica, eutrofização e alteração da qualidade ambiental da água.

Todos os impactos "significativos" e "muito significativos" foram classificados em mitigáveis. As medidas de controle ambiental propostas do tipo mitigadoras preventivas e corretivas e compensatórias.

A atuação do poder público junto ao comitê de bacias se torna essencial para elaboração de políticas e/ou projetos na área de estudo, principalmente no que diz respeito a redução do potencial impactante das atividades citadas, visto que algumas refletem a ausência de um fiscalização ambiental e saneamento urbano adequado no trecho estudado.

## Agradecimentos

Ao "Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica" (PIBIC) e ao "Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico" (CNPq) do Brasil, pelo apoio à pesquisa e concessão da bolsa de estudo.

## Referências bibliográficas

- Abbott, B.W., Bishop, K., Zarnetske, J.P., Minaudo, C., Chapin II, F.S., Drause, S., Hannah, D.M., Conner, L., Ellison, D., Godsey, S.E., Plont, S., Marçais, J., Kolbe, T., Huebner, A., Frei, R.J., Hampton, T., Gu, S., Buhman, M., Sayedi, S.S., Ursache, O., Chapin, M., Henderson, K.D., Pinay, G. (2019) Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. *Nat. Geosci.* **12**, 533–540.
- ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2016) *Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu*. Brasília, 168 pp.
- Aung, T. S., Fischer, T. B., Shengji, L. (2020) Evaluating environmental impact assessment (EIA) in the countries along the belt and road initiatives: System effectiveness and the compatibility with the Chinese EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, **81**, 106361.
- Azevedo, P. B., Leite, J. C. A., Oliveira, W. S. N., Silva, F. M., Ferreira, P. M. L. (2015) Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal - PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, **10**(1), 20-34.
- Brasil (1991) *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. Brasília,
- Brasil (2012) *Lei nº 12.651, de 28 de maio de 2012*. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília.

- Burdon, F. J., Ramberg, E., Sargac J, Forio Mae, S. N., Mutinova, P. T., Moe, T. F., Pavelescu, M. O., Dinu, V., Cazacu, C., Witing, F., Kupilas, B., Grandin, U., Volk, M., Rîsnoveanu, G., Goethals, P., Friberg, N., Johnson, R. K., Mckie, B.G. (2020) Assessing the Benefits of Forested Riparian Zones: A Qualitative Index of Riparian Integrity Is Positively Associated with Ecological Status in European Streams. *Water*, **12**(4), 1178.
- Castellano, C., Bruno, D., Comín, F. A., Benayas, J. M. R., Masip, A., Jiménez, J. J. (2022) Environmental drivers for riparian restoration success and ecosystem services supply in Mediterranean agricultural landscapes, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **337**, 108048.
- Chapman, D. V., Sullivan, T. (2022) The role of water quality monitoring in the sustainable use of ambient waters. *One Earth*, **5**(2), 132-137.
- Cole, L.J., Stockan, J. (2020) Helliwell, R. Managing riparian buffer strips to optimise ecosystem services: A review. *Agric. Ecosyst. Environ*, **296**, 106891.
- Cunha, B. C., Guerra, A. J. T. (2010) *Avaliação e perícia ambiental*, 10ª Ed, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 286 pp.
- Fernandes, M. F., Queiroz, P. (2018) Vegetação e flora da Caatinga. *Ciência e Cultura*, **70**(4), 51-56.
- Ferreira, P., Soesbergen, A., Mulligan, M., Freitas, M., Vale, M.M. (2019) Can forests buffer negative impacts of land-use and climate changes on water ecosystem services: the case of a Brazilian megalopolis. *Sci. Total Environ*. **685**, 248–258.
- Fogliatti, M. C., Filippo, S., Goudard, B. (2004) *Avaliação de impactos ambientais: Aplicação aos Sistemas de Transporte*, Interciência, Rio de Janeiro, 249 pp.
- Francisco, P. R. M., Medeiros, R. D., Santos, D., & Matos, R. D. (2015). Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, **8**(4), 1006-1016.
- Freitas, F. U. S. G. (2017). *A problemática ambiental decorrente da produção têxtil em São Bento-PB no período de 2010 a 2017*, Monografia (Curso de Geografia), Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó/RN, 56 pp.
- Hanna, D.E.L., Raudsepp-Hearne, C., Bennett, E.M. (2020) Effects of land use, cover, and protection on stream and riparian ecosystem services and biodiversity. *Conserv*, **34**, 244–255.
- IAIA (1999) Princípios de Melhores Práticas de Avaliação de Impacto Ambiental. Associação Internacional de Avaliação de Impacto e Instituto de Avaliação Ambiental (IAIA).
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017) *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias*. Coordenação de Geografia, Rio de Janeiro, 82 pp.
- Ismael, F. C. M., (2017) *Avaliação de impactos ambientais nas águas do trecho perenizado do rio piacó e seus possíveis efeitos na produção agroindustrial primária local*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 119 pp.
- Ismael, F. C. M., Leite, J. C. A., Ismael, D. A. M., Da Silva, E. F., De Freitas, G. P., & De Sousa, T. M. I. (2019). Identificação de impactos ambientais nas águas do trecho perenizado do Rio Piacó. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, **12**(3), 999-1017.
- Lee, S., McCarty, G. W., Moglen, G. E., Li, X., Wallace, C. W. (2020) Assessing the effectiveness of riparian buffers for reducing organic nitrogen loads in the Coastal Plain of the Chesapeake Bay watershed using a watershed model. *Journal of Hydrology*, **585**, 124779.
- Lind, L., Hasselquist, E. M., & Laudon, H. (2019). Towards ecologically functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes. *Journal of environmental management*, **249**, 109391.
- Loomis, J. J., Dziedzic, M. (2018). Evaluating EIA Systems' effectiveness: a state of the art. *Environ. Impact Assess. Rev*, **68**, 29–37.
- Marcarelli, A.M., Baxter, C.V., Benjamin, J.R., Miyake, Y., Murakami, M., Fausch, K.D., Nakano, S. (2020) Magnitude and direction of stream–forest community interactions change with time scale. *Ecology*, **101**(8), 1-27.

- Medeiros, J. L. S., Jesus, I. S., Silva, T. J. R. D., Nascimnto, M. B., Cezário, J. A., Martildes, J. A. L., Leite, J. C. A., Santos, L. L., Paiva, W. (2021) Diagnóstico de impactos ambientais nas águas do trecho perenizado do Rio Piancó-Piranhas-Açu, Paraíba, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, **12**(5), 409-423.
- Mello, K., Taniwaki, R. H., de Paula, F. R., Valente, R. A., Randhir, T. O., Macedo, D. R., Hughes, R. M. (2020). Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. *Journal of Environmental Management*, **270**, 110879.
- Oliveira, F. C., Moura, H. J. T. (2009) Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. *Revista Pretexto*, **10**(4), 79-98.
- Philippi Jr., A., Bruna, G. C., Romero, M. A. (2004) *Curso de gestão ambiental*, Manole, São Paulo, 1045 pp.
- Purnomo, H., Okarda, B., Dermawan, A., Ilham, Q. P., Pacheco, P., Nurfatriani, F., Suhendang, E. (2020). Reconciling oil palm economic development and environmental conservation in Indonesia: A value chain dynamic approach. *Forest Policy and Economics*, **111**, 102089.
- Riis, T., Kelly, M., Quinn, F.C., Aguiar, P., Manolaki, D., Bruno, M.D., Bejarano, N., Clerici, M.R., Fernandes, J.C., Franco, N., Pettit, A.P., Portela, O.P., Tammeorg, P., Tammeorg, P.M., Rodríguez-González, S. (2020) Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, **70**(6), 501-514.
- Sá, G. B. (2016) *Avaliação dos impactos ambientais resultantes da gestão do saneamento básico na cidade de Pombal - PB*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia ambiental), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 106 pp.
- Sánchez, L. E. (2008) *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. Oficina de Textos, São Paulo, 495 pp.
- Turunen, J., Markkula, J., Rajakallio, M., Aroviita, J. (2019). Riparian forests mitigate harmful ecological effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams. *Science of The Total Environment*, **649**, 495–503.