

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DE CURSOS D'ÁGUA NO TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ

Myrela Pereira de Oliveira¹

Me. Ítalo Rômulo Mendes de Souza²

Ma. Marcília Martins da Silva³

RESUMO

O diagnóstico ambiental é uma ferramenta essencial para avaliar os impactos ambientais em áreas sensíveis, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs). As matas ciliares são formações naturais às margens de corpos hídricos, com papel fundamental na conservação e manejo do solo e água. O estudo objetivou realizar a avaliação de impactos ambientais na APP de cursos d'água do município de Cristalândia do Piauí. Foi utilizado a aplicação de um Check-list descritivo para descrever os fatores ambientais, suas relações e interrelações, para os meios biótico, abiótico e antrópico. Para quantificar os impactos, utilizou-se uma ponderação numérica baseada em parâmetros ambientais e pesos pré-definidos, quando encontraram locais enquadrados na categoria “pouco conservada” e “degradada”. Foram identificados 13 diferentes impactos ambientais, quando as avaliações diagnósticas indicaram variações significativas no grau de conservação da APP, com alguns pontos apresentando melhores condições ambientais enquanto outros se mostrando impactados por ações antrópicas. Em relação ao uso e cobertura da terra, entre 2016 e 2022, a avaliação indicou uma redução da vegetação natural, representando uma perda de 2,03 ha. Paralelamente, verificou-se um aumento das classes antrópicas, de 27,62% em 2016 para 37,65% em 2022, evidenciando a influência das atividades humanas sobre a degradação da APP, principalmente quando as áreas urbanas cresceram cerca de 6,4%. Torna-se fundamental a adoção de medidas de recuperação das áreas degradadas e a implementação de políticas de planejamento urbano e ambiental que conciliem o desenvolvimento com a conservação da área protegida.

Palavras-chaves: Avaliação de Impacto Ambiental; Código Florestal; Uso e ocupação; Importância das APP.

1 Graduada, Tecnologia em Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Corrente. E-mail: oliveiramyrella979@gmail.com.

2 Docente, Tecnologia em Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Corrente. Mestre em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado (PPG/CRENAC). E-mail: italo.romulo@ifpi.edu.br.

3 Docente, Tecnologia em Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Corrente. Mestra em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado (PPG/CRENAC). E-mail: marcilia.martins@ifpi.edu.br.

ABSTRACT

Environmental diagnosis is an essential tool for assessing environmental impacts in sensitive areas, such as Permanent Preservation Areas (APPs). Riparian forests are natural formations on the banks of water bodies, with a fundamental role in soil and water conservation and management. The study aimed to assess environmental impacts in the APP of watercourses in the municipality of Cristalândia do Piauí. A descriptive checklist was used to describe the environmental factors, their relationships and interrelationships, for the biotic, abiotic and anthropic environments. To quantify the impacts, a numerical weighting based on environmental parameters and pre-defined weights was used, when they found locations classified in the “poorly preserved” and “degraded” categories. Thirteen different environmental impacts were identified, when the diagnostic assessments indicated significant variations in the degree of conservation of the APP, with some points presenting better environmental conditions while others showing impacts by anthropic actions. Regarding land use and coverage, between 2016 and 2022, the assessment indicated a reduction in natural vegetation, representing a loss of 2.03 ha. At the same time, there was an increase in anthropogenic classes, from 27.62% in 2016 to 37.65% in 2022, highlighting the influence of human activities on the degradation of the APP, especially when urban areas grew by approximately 6.4%. It is essential to adopt measures to recover degraded areas and to implement urban and environmental planning policies that reconcile development with the conservation of the protected area.

Keywords: Environmental Impact Assessment; Forest Code; Use and occupation; Importance of PPAs.

Data de aprovação: 18/02/2025

1 INTRODUÇÃO

As áreas urbanas e seus ecossistemas naturais enfrentam sérios desafios socioambientais em face da expansão urbana desordenada, especialmente em regiões ambientalmente sensíveis, a exemplo de áreas de preservação permanente-APPs (Nogueira *et al.*, 2024). Nesse cenário, esses autores ainda destacam a importância da aplicação eficaz da legislação ambiental e políticas urbanas na tomada de decisões voltadas à conservação e valorização desses ambientes.

A utilização e ocupação do solo nas proximidades de corpos d'água podem gerar impactos ambientais negativos e significativos, muitas vezes de forma irreversível. Apesar de serem protegidas pelas legislações ambientais vigentes, as APPs continuam sofrendo intervenções constantes, intensificando os danos ambientais, especialmente em ecossistemas hídricos localizados em áreas urbanas (Araújo, 2012; Campos *et al.*, 2019). Para Araújo (2021), a inexistência de estratégias urbanas de habitação acessível vinculada com a especulação imobiliária, resulta no comprometimento das áreas sujeitas às restrições ambientais, o que reforça uma das causas da ocupação de áreas protegidas próximas a cursos d'água.

Apesar da vigência do atual Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que regula a proteção das APPs, grande parte dos problemas ambientais decorre de políticas públicas habitacionais que desconsideram a importância da preservação do meio ambiente em áreas urbanas, resultando na degradação de zonas de proteção hidrológica (Neto; Cardoso; Silveira, 2022). Tais ações enfatizam que não apenas prejudicam os ecossistemas naturais, mas também comprometem socialmente a qualidade de vida dos moradores dessas regiões.

Segundo inciso II do art. 3 do atual código florestal, APPs são definidas como áreas naturais protegidas, cobertas ou não por vegetação, que desempenham um papel crucial na conservação ambiental, responsável pela proteção dos recursos hídricos, promoção da estabilidade ecológica e preservação da biodiversidade (Brasil, 2012). A proteção dessas áreas é essencial para garantir que esses recursos sejam ambientalmente equilibrados, especialmente quando se refere aos recursos hídricos.

As matas ciliares são formações naturais às margens de corpos hídricos, com papel fundamental na conservação e manejo do solo e água, proteção e equilíbrio do ecossistema (Ferreira *et al.*, 2019). Contudo, o aumento significativo da degradação dessas áreas torna indispensável a adoção de medidas para sua recuperação. Para isso, é essencial identificar e mensurar os impactos existentes, sendo o diagnóstico ambiental um instrumento nesse processo (Costa; Souza; Silva, 2019).

O diagnóstico ambiental é um processo de identificação, caracterização e mapeamento dos recursos naturais e das atividades humanas que impactam uma área específica. Através da coleta, análise e interpretação de informações ambientais, busca compreender a dinâmica local e a situação atual do meio (Ferreira *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2015). Nesse cenário, esses autores destacam a relevância do diagnóstico ambiental, que oferece uma visão analítica de um ou mais fenômenos estudados, considerando o espaço, as variáveis envolvidas e as relações mais significativas.

Dessa forma, os estudos ambientais se destacam como uma ferramenta essencial para a gestão e controle ambiental, a exemplo da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que pode englobar, entre outras etapas, o diagnóstico ambiental (Medeiros *et al.*, 2021).

Diversos estudos têm avaliado as condições ambientais em APPs por meio de diagnóstico em diferentes regiões, a exemplo de Ricardo *et al.* (2022), Alves e Ferreira

(2024), De Carvalho Neto e Silva (2021), Diodato *et al.* (2022), que analisaram impactos resultantes de ações antrópicas, enquanto Ribeiro *et al.* (2022), avaliaram os conflitos de uso do solo em APPs por meio de imagens de satélite. Embora existam estudos validados na literatura a respeito de aplicações diagnósticas, ainda há uma carência de estudos voltados ao diagnóstico ambiental de APPs em trecho urbano, especialmente no sul piauiense.

Embora existam legislações ambientais vigentes que visam proteger as APPs, como o Código Florestal, a eficácia dessas normas no contexto específico no município de Cristalândia-PI é questionável. Nesse sentido, justifica-se esta pesquisa na Área de Preservação Permanente (APP) do trecho urbano do rio Palmeiras e riacho das Águas das Onças, no município de Cristalândia do Piauí, visando diagnosticar a situação ambiental do local, suas causas e fornecer subsídios para uma gestão mais eficiente dessa área.

Deste modo, a hipótese desse estudo é que o trecho urbano da APP do Rio Palmeiras e Riacho das Águas das Onças apresentam alterações significativas devido à ocupação humana crescente, além da eficiência da legislação ambiental vigente ser insuficiente para gestão do curso hídrico. O objetivo deste trabalho é realizar a avaliação de impactos (AI) por meio de diagnóstico ambiental da Área de Preservação Permanente (APP) do trecho urbano do rio Palmeiras e do riacho das Águas das Onças no município de Cristalândia do Piauí.

2 METODOLOGIA

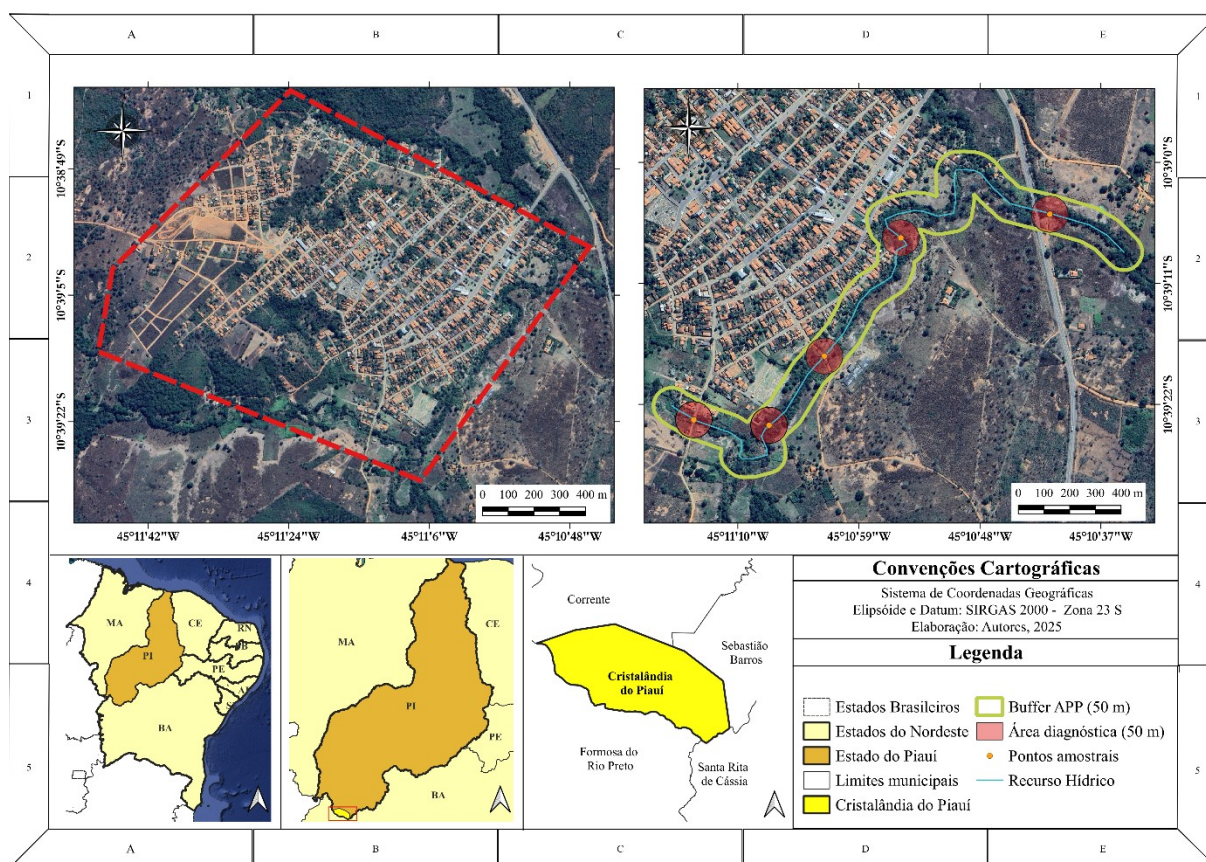
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÀREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no trecho urbano do rio Palmeira e riacho das Águas das Onças, município de Cristalândia-PI, extremo sul piauiense, sob as coordenadas geográficas: 10° 39' 17" S e 45° 10' 53" W (Mapa 1), com população de 7.356 habitantes, extensão territorial de 1.202,896 km², altitude média de 489 metros e distância aproximada de 869,3 km da capital do Estado (IBGE, 2023). Apresenta características fitofisionômicas predominantes de Cerrado, característicos de Savana Arborizada (Sa) (BDIA/IBGE, 2025).

Segundo a classificação de *Koppen* o clima da região é caracterizado pelo tipo Aw (Clima tropical com inverno seco) de acordo Alvares *et al.* (2013), com temperaturas médias anuais de 25,2 °C, mínimas e máximas de 19,1 e 31,4 °C, respectivamente.

As precipitações pluviométricas anuais registradas na sede são de 900mm, com períodos chuvosos concentrados nos meses entre outubro a março e limitação hídrica entre os meses de abril a novembro (Aguiar; Gomes, 2004; Medeiros *et al.*, 2022). A categorização pedológica da área de estudo indica predominância de Latossolos Amarelos (38,40%) e Neossolos Litólicos (33,13%) e além da presença de Plintossolos Pétricos (13,80%) e Neossolos Quartzarênicos (11,45%) (BDIA/IBGE, 2025).

Mapa 1- Localização da área de estudo, APP do trecho urbano, rio Palmeira e riacho das Águas das Onças, Cristalândia do Piauí.



Fonte: Autores (2025).

Delimitou-se a área de estudo baseado na largura do curso d'água, considerando o trecho urbano, de acordo definição da Lei n.12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), quando o trecho indica largura entre 10,20 m e 15 m, após realização das medições *in loco*.

Para o levantamento de dados primários realizou-se visitas a campo, coletando informações por meio de apontamentos e registros fotográficos em cinco diferentes pontos previamente estabelecidos (Ponto 1, Ponto 2, Ponto 3, Ponto 4 e Ponto 5), como pode ser observado no Mapa 1, onde buscou-se descrever os fatores ambientais, suas relações e interrelações, para os meios biótico, abiótico (Físico) e antrópico por meio de aplicação de um *Check-list* descritivo, o qual foi baseado no trabalho de Medeiros *et al.* (2021). No trecho definido, determinou-se a extensão do *buffer* na extensão do trecho da APP estudada de 50 metros para avaliação e em cada ponto um raio diagnóstico de 50 metros.

2.2. DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (AIA)

A avaliação dos impactos ambientais na área de estudo foi realizada com visitas *in loco*, com base nos métodos sugeridos por Silva (1999) e Sanches (2013), onde os impactos identificados foram classificados de forma qualitativa e quantitativa, utilizando nove critérios: **Valor/Efeito** (N: Negativo, P: Positivo, 0: Nulo); **Ordem** (D: Direto, I: Indireto); **Espaço/Escala** (Lo: Local, Re: Regional, E: Estratégico); **Dinâmica** (T: Temporário, Pe: Permanente, C: Cíclico); **Tempo** (C: Curto, Me: Médio, L: Longo); **Plástica** (R: Reversível, Ir: Irreversível); **Magnitude** (P: Pequena [1-3], M: Média [4-6],

A: Alta [7-10]); **Frequência** (B: Baixa [1], M: Média [2], A: Alta [3]) e **Significância** (Ns: Não significância [1-3], M: Moderada [4-6], S: Significativa [7-10]).

Baseado nos impactos observados, foram indicadas medidas mitigadoras passíveis de serem implementadas na área estudada para reduzir os efeitos negativos causados pelas ações antrópicas.

Para avaliar o grau de conservação dos pontos estudados na Área de Preservação Permanente (APP) do trecho urbano, os impactos ambientais foram ponderados conforme valores numéricos atribuídos aos parâmetros analisados além dos pesos previamente estabelecidos. Cada parâmetro foi avaliado com valores que variam entre (2, 5 e 10) e pesos de: 1, 2 e 3, indicando que o impacto observado seja de menor relevância ou intensidade, intensidade intermediária ou de maior relevância ou intensidade.

Após a atribuição dos valores aos diferentes parâmetros e seus pesos, aplicou-se na equação descrita abaixo:

$$\text{Índice de Conservação} = \sum_{i=1}^n (V_i * (P_i * F_a))$$

Eq.1

Onde:

V_i : É o valor atribuído a cada parâmetro avaliado

P_i : É o valor atribuído a cada peso avaliado

F_a : Fator de correção para normalização, (constante de 0.370)

Com base no valor total obtido para cada ponto, com os diferentes impactos observados o grau de conservação foi categorizado em quatro intervalos, conforme a Tabela 1:

Tabela 1– Categorização dos valores numéricos atribuídos aos parâmetros analisados.

Grau de Conservação	Intervalo numérico	Descrição
Muito Conservada	≤ 20	Áreas com impactos mínimos ou inexistentes.
Moderadamente Conservada	$21 \geq e \leq 40$	Áreas com impactos controlados e recuperáveis.
Pouco Conservada	$41 \geq e \leq 60$	Áreas com sinais de degradação significativa, requerendo ações de

		mitigação.
Degradada	> 61	Áreas em condições críticas, demandando intervenções urgentes de recuperação ambiental.

Fonte: Autores (2025).

A soma ponderada e a categorização foram aplicadas para cada ponto de diagnóstico dentro das APPs, em função dos diferentes impactos observados e encontrado um valor médio pela relação entre os valores obtidos em cada ponto e a quantidade de impactos avaliados (Ni). Os resultados permitiram classificar o estado de conservação das áreas e identificar as prioridades para medidas de manejo e recuperação ambiental.

2.3 AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP

Para processamento do uso e cobertura da terra, utilizou-se a plataforma MAPBIOMAS, adquirindo cenas SENTINEL da coleção 9 *beta*, com resolução espacial de 10 metros, para os anos de 2016 e 2022, em formato *Geotiff* (MapBiomass, 2025).

As imagens foram importadas para o software QGIS, 3.28.2 - Firenze, recortando os *rasters* de acordo com a camada de máscara do *buffer* da APP, com uma área total de 20,13 ha. Após categorização conforme cores previamente indicadas, quantificou-se as classes de uso e cobertura em hectares (Ha), através da ferramenta de geoprocessamento no ambiente do GRASS GIS integrado ao QGIS (*r.report*).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico ambiental indicou intervenções antrópicas nas margens e no curso d'água, sendo identificados 13 diferentes impactos de ocorrência direta e outros de ocorrência secundária (ocorrência em função de um impacto primário), os quais estão listados e classificados na Tabela 2.

Tabela 2 – Diagnóstico Ambiental dos impactos observados no trecho urbano do Rio Palmeiras e Riacho das Águas das Onças em Cristalândia – PI.

Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais					Área: rio Palmeira e riacho das Águas das Onças
Ações impactantes	Impactos	Pontos	Valor/Efeito Ordem Espaço/Escala Dinâmica Duração Plástica Magnitude Frequência Significância		Medidas mitigadoras
Supressão da cobertura vegetal	Aumento dos riscos de enchentes; Redução da infiltração de água no solo; Aumento da turbidez da água; Modificação do leito e das margens do rio; Diminuição da capacidade de autodepuração.	Ponto 1	N D Lo P L I 7 3		Elaboração de um programa de reconstituição da área degradada.
		Ponto 2	6		
		Ponto 3	N D Lo P M I 4 2		
		Ponto 4	5		
		Ponto 5	N D Lo P L I 7 3		
			6		
			N D Lo P M I 4 2		
			5		
			N D Lo T M R 2 1		

Solo Exposto	Propensão a processos erosivos; diminuição da infiltração da água no solo; Deposição de sedimentos na calha do corpo hídrico; Compactação.	Ponto 1	4 N I Lo P L I 7 3	Criação de cobertura vegetal permanente na área de vegetação ciliar.
		Ponto 2	6 N I Lo P M R 4 2	
		Ponto 3	4 N I Lo P L I 7 3	
		Ponto 4	6 N I Lo P M R 4 2	
		Ponto 5	4 N I Lo P M R 4 1	
Disposição inadequada de resíduo sólido	Contaminação do solo e da água; Obstrução do fluxo hídrico; Aumento da proliferação de vetores de doenças.	Ponto 1	4 N D Lo P L R 6 2	Programa de manutenção preventiva - Programa de Monitoramento.
		Ponto 2	4 N D Lo T C R 4 1	
		Ponto 3	2 N D Lo T C R 2 1	
		Ponto 4	2 N D Lo P M R 2	
		Ponto 5	2 4 Ausente	
Assoreamento de corpos hídricos	Deposição de partículas do solo no corpo hídrico.	Ponto 1	N I Lo P L I 5 3	Monitoramento na manutenção dos veículos; reflorestamento.
		Ponto 2	6	
		Ponto 3	N I Lo P M R 3 2	
		Ponto 4	4	
		Ponto 5	N I Lo P L I 4 3	
			6 N I Lo P M R 5 2	
			4 N I Lo P M R 4 2	

		4										
Adição de esgoto <i>in natura</i>	Diminuição de oxigênio dissolvido (OD); Proliferação de doenças hídrica; Perda da biodiversidade aquática; Poluição estética; Eutrofização; Redução da qualidade de água.	Ponto 1	N	D	Lo	P	L	I	5	2	Sistema de tratamento de esgoto; educação ambiental e conscientizaçã o; incentivo a reciclagem e reuso da água.	
		Ponto 2	6									
		Ponto 3	Ausente									
		Ponto 4	N	D	Lo	P	L	R	5	2		
		Ponto 5	N	D	Lo	P	L	R	3	1		
				4								
						Ausente						
Pecuária extensiva	Compactação do solo; Poluição difusa de origem pecuária; Atividade pecuária em zonas de proteção hídrica; Retirada das matas ciliares; Enchentes.	Ponto 1	N	D	Lo	P	M	R	7	3	Manejo sustentável; criação de zonas de amortecimento; planejamento e legislação.	
		Ponto 2	6									
		Ponto 3	N	D	Lo	P	M	R	5	2		
		Ponto 4	4									
		Ponto 5	N	D	Lo	P	M	R	7	3		
				6								
						Ausente						
								N		I		
								Lo		T		
										C		
										R		
										4		
										2		
Acessos / Estradas	Compactação do solo; retirada das matas ciliares; enchentes.	Ponto 1	Ausente									Manutenção do fluxo mínimo de água; restauração e revitalização de habitats.
		Ponto 2	N	D	Lo	P	L	R	4	2		
		Ponto 3	4									
		Ponto 4	N	D	Lo	P	L	I	6	3		
										6		

		Ponto 5	Ausente	
			Ausente	
Redução do potencial de vazão hídrica	Aumenta os riscos de enchentes e inundações; danos ao ecossistema e perda de biodiversidade; erosão e assoreamento.	Ponto 1	N I Lo P L I 8 3	Recuperação de áreas degradadas.
		Ponto 2	6	
		Ponto 3	N I Lo P L I 6 2	
		Ponto 4	5	
		Ponto 5	N I Lo P L I 8 3	
			6	
			N I Lo P L I 7 3	
			6	
			N I Lo P M R 2 2	
			4	
Atividades Agrícolas	Desmatamento; estrada/acesso rural; perda da biodiversidade; alteração do círculo hidrológico.	Ponto 1	Ausente	Prática de agricultura sustentável; Conservação do solo; rotação de culturas.
		Ponto 2	Ausente	
		Ponto 3	N D Lo P C I 5 2	
		Ponto 4	6	
		Ponto 5	N D Lo P M R 7 2	
			4	
			Ausente	
Serviços domésticos	Excesso de matéria orgânica; águas cinzas; contaminação por amaciante e alvejante.	Ponto 1	Ausente	Educação e conscientização; abastecimento público.
		Ponto 2	Ausente	
		Ponto 3	Ausente	

		Ponto 4	N	D	Lo	P	C	R	3	1	
		Ponto 5	4								
								Ausente			
Atividade de mineração extração/Venda de areia	Erosão das margens; Alteração do ciclo hidrológico; compactação do solo.	Ponto 1						Ausente			Regulação e licenciamento; prática de extração sustentável.
		Ponto 2	N	D	Lo	P	L	I	8	3	
		Ponto 3	6	N	D	Lo	T	L	I	8	
		Ponto 4	3	6							
		Ponto 5						Ausente			
								Ausente			
Ocupação antrópica nas margens do curso d'água / Urbanização	Enchentes; áreas de risco; desmatamentos.	Ponto 1	N	D	Lo	P	L	I	8	3	Estabeleciment o e Proteção de Áreas de Preservação Permanente; controle do Uso do Solo e Planejamento Urbano.
		Ponto 2	6								
		Ponto 3						Ausente			
		Ponto 4	N	D	Lo	P	L	I	8	3	
		Ponto 5	6								
			N	D	Lo	P	L	I	4	2	
			4								
								Ausente			
Atividades de pastagem	Compactação do solo; Desmatamento; cercas; Poluição da água;	Ponto 1	N	D	Lo	P	M	I	6	2	Limitar o acesso dos animais; respeitar a área protegida de matas ciliar.
		Ponto 2	6								
		Ponto 3	N	D	Lo	P	M	I	4	2	
		Ponto 4	4								
			N	D	Lo	P	M	I	6	3	

Ponto 5 6

Ausente

N D Lo P M R 4 2
4

Legenda: **Valor/Efeito** (N: Negativo; P: Positivo); **Ordem** (D: Direto; I: Indireto); **Dinâmica** (T: Temporário; Pe: Permanente; C: Cíclico); **Tempo** (C: Curto Prazo; Me: Médio Prazo; L: Longo Prazo); **Plástica** (R: Reversível; Ir: Irreversível); **Espaço/Escala** (Lo: Local; Re: Regional; E: Estratégico); **Magnitude** (Pequena 1-3; Média 4-6; Grande 7-10); **Frequência** (Baixa- 1; Média-2; Alta-3); **Significância** (Não significativa 1-3; Moderada 4-6; Significativa 7-10).

Os impactos observados foram classificados, destacando a supressão da cobertura vegetal, presente em todos os pontos estudados. A ausência da cobertura vegetal pode comprometer a estabilidade dos taludes devido a movimentos de massa (Dias *et al.*, 2024), intensifica e agrava os processos erosivos em função da redução das taxas de infiltração da água no solo e intensificação do escoamento superficial, esta, uma relação diretamente proporcional negativa na presença de solos sem uma barreira física de proteção em sua superfície (solos expostos).

Como mostra a Tabela 2, as ações ocorrem de ordem direta com valor negativo, dinâmica permanente, levando a degradação intensa de médio a longo prazo que pode levar anos para sua regeneração mesmo com medidas mitigadoras. Os Pontos 1 e 3 podem ser caracterizados como locais “irreversíveis” pelo fato da limitação do retorno a suas condições originais de paisagem nativa, como consequência da supressão da vegetação nativa, demonstrada na Figura 1(A e B).

Figura 1: A - Supressão da vegetação nativa de matas ciliares às margens do riacho das Águas das Onças (Ponto 1). B - Desmatamento para criação de estrada/aceso no rio Palmeiras (Ponto 3).



Fonte: Autores (2025).

Os resultados aqui obtidos são corroborados com Costa, Souza e Silva (2019) avaliando o Córrego Bananal, município Gurupi - TO, mostrando em seus estudos os efeitos em função da supressão de matas ciliares, quando estas promovem a exposição do solo, intensificam o escoamento superficial e, consequentemente, ocorrências de processos erosivos, culminando no transporte de partículas para o corpo hídrico, resultando em processos de assoreamentos. Dias *et al.* (2024) ao estudarem o Córrego João Cesário em Anápolis – GO, afirmam que processos de assoreamento reduzem a profundidade da calha de cursos d'água, promovem a mudança da linha de talvegue e, consequentemente, favorece a erosão dos taludes em eventos de cheia, impactando na vida aquática e acentuando o risco de doenças por veiculação hídrica.

Já Wermann (2021), aponta os benefícios de manter as APPs de rios e riachos, quando afirma que a vegetação ripária desempenha funções essenciais na rede de drenagem contribuindo para a estabilização das margens, formação de corredores ecológicos, proteção da biodiversidade e dos mananciais, além, de regular o fluxo de água e nutrientes, destacando então a importância da presença e preservação da vegetação nativa de APPs de cursos d'água

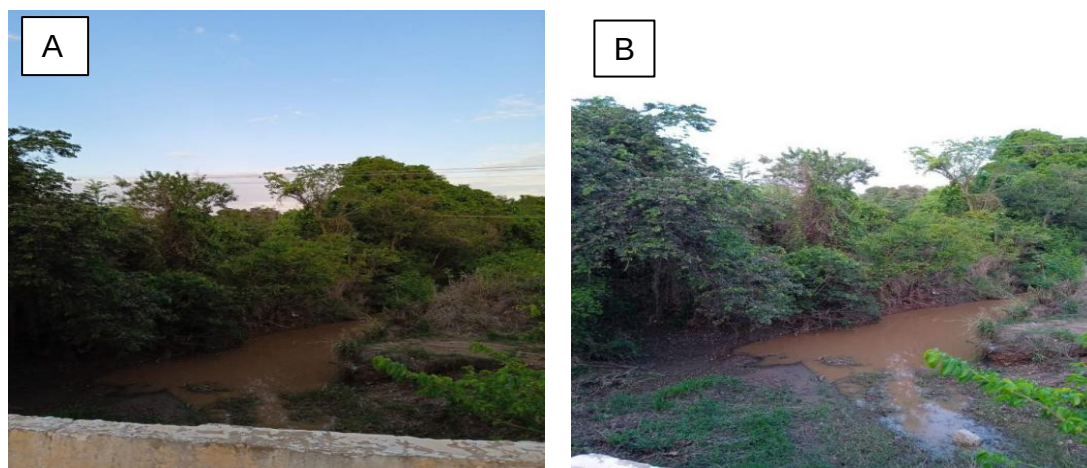
Ações como a supressão da cobertura vegetal nativa em APPs podem refletir diretamente no aumento da deposição de sedimentos, uma vez que a ausência de vegetação associada à ocorrência de eventos de precipitação, acelera o transporte destes materiais para o leito dos rios, causando efeitos de médio a longo prazo, seja na redução de vazões ou mudanças do curso natural do corpo hídrico (Teles; Santos; Pinheiro, 2022). Dias *et al.* (2024) complementam que a ausência da vegetação nativa pode contribuir para a extinção de espécies da fauna e flora em função da perda e fragmentação de habitats.

Essas intervenções antrópicas, como consequência resultaram na abertura de acessos e estradas em APPs de cursos d'água, foram identificadas após realização de diagnóstico *in loco*. O tráfego frequente de pessoas criou estradas improvisadas nas margens (Figura 1B). A construção dessa estrada tem causado diversos impactos ambientais relevantes, como a retirada da vegetação nativa, a remoção da camada superficial do solo em vários trechos e a compactação do solo ao longo de sua extensão (Santos *et al.*, 2021).

O Ponto 5 apresenta características que indicam um bom estado de conservação, comparado aos outros pontos avaliados, pela presença de cobertura vegetal, demonstrada na Figura 2 (A e B). Diante desse contexto, o processo de recuperação pode ser considerado reversíveis devido a aplicação de técnicas de recuperação que se mostram eficaz em ambientes com baixa intervenção antrópica, embora apresente uma área cercada à margem a direita com reduzida perda de vegetação, à margem à esquerda evidencia um melhor estado de conservação em comparação com os demais pontos estudados (Tabela 2). Isso mostra que a recuperação pode voltar a seu estado de origem.

As áreas marginais dos cursos d'água são importantes elementos para a preservação e garantir a estabilidade do regime fluvial (Ramalho; Filho, 2023). Assim as matas ciliares atuam com a função de proteger a diversidade do ambiente. Além disso, essas matas atuam como uma “esponja” natural absorvendo a água da chuva, facilitando a infiltração no solo, abastecendo lençóis freáticos (Freire *et al.*, 2022). Deste modo, conforme o que aponta o Código Florestal deve-se considerar a hipótese de supressão de vegetação nativa em APPs de corpos d'água somente por meio de autorização, por fundada justificativa de utilidade pública pela sua importância ambiental e benefícios decorrentes de sua presença e integridade (Brasil, 2012).

Figura 2: Matas ciliares em estado de conservação parcial (Ponto 5) do rio Palmeiras (A e B).



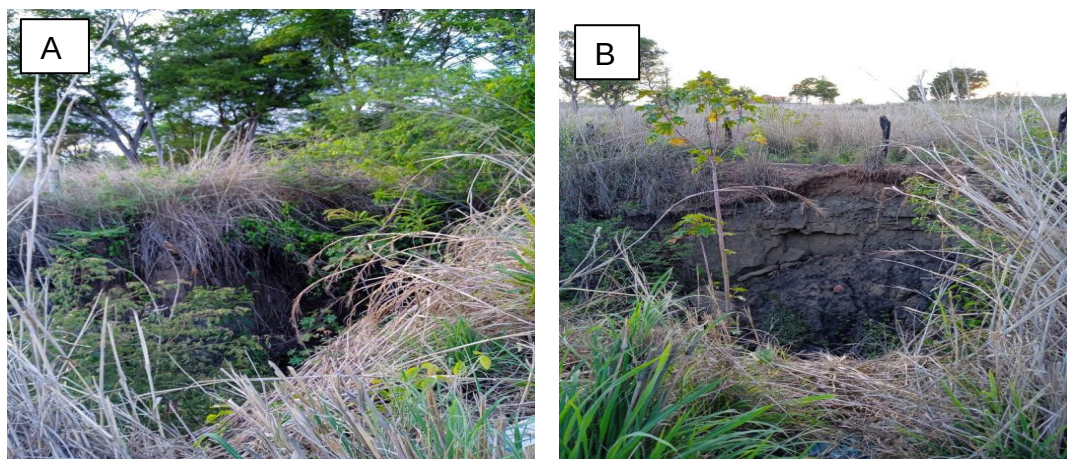
Fonte: Autores (2025).

Constatou-se que, todos os pontos estudados apresentaram processos de exposição do solo, o que os torna suscetíveis ao início ou à progressão de processos erosivos. O mesmo foi considerado um impacto de ordem indireta com valor negativo, dinâmica permanente em todos os pontos, duração de médio (Pontos 2, 4 e 5) e longo prazo (Pontos 1 e 3), magnitude reversível (Pontos 2, 4 e 5) e irreversível (Pontos 1 e 3). Sob a perspectiva de Maciel *et al.* (2023) o processo erosivo está relacionado ao assoreamento de cursos d'água, especialmente em solos compactados, que possuem baixa capacidade de infiltração devido à restrição de poros no solo, quando acentuam o escoamento e energia cinética da água na superfície.

Além disso, os autores destacam que a ocorrência de chuvas intensas agrava esse cenário ao gerar volumes consideráveis de escoamento superficial, que intensificam a erosão e podem comprometer os recursos naturais resguardados pelas APPs, quando a remoção da vegetação das margens aumenta o risco de deslizamentos e contribui para deposição de sedimentos nos rios, causado pelo encharcamento do solo.

Diante dos processos erosivos encontrados, destaca-se a ocorrência de voçorocas no Ponto 5, demonstrada na Figura 3 (A e B). As voçorocas são processos acelerados de erosões no solo que são ocasionados por fatores naturais e podem ser intensificadas quando associadas às ações humanas inadequadas (Fiorese *et al.*, 2021). Elas se caracterizam pela evolução dos estágios de sulcos para ravinas e em último estágio as voçorocas, que se aprofundam e expandem ao longo do tempo, provocando degradação ambiental significativa como deslizamentos, perda da cobertura vegetal, acúmulo de sedimentos, ou até mesmo perdas humanas (Costa; Alves; Wachholz, 2023).

Figura 3: Ocorrência de processos erosivos (Voçorocas) na APP do rio Palmeiras, Ponto 5 (A e B).



Fonte: Autores (2025).

Esses processos ocorrem, principalmente em áreas onde a cobertura vegetal foi removida, gerando a exposição do solo em detrimento da vegetação, quando se tornam propensas as evoluções de processos erosivos, combinadas além da ocorrência de chuvas, com tipos de solos, declividade e atividades antrópicas aplicadas na área (Costa; Alves; Wachholz, 2023). Tais ações não são contidas apenas com medidas de preservação ambiental, mas com estratégias que garantam a sustentabilidade de atividades humanas para que sejam executadas de forma

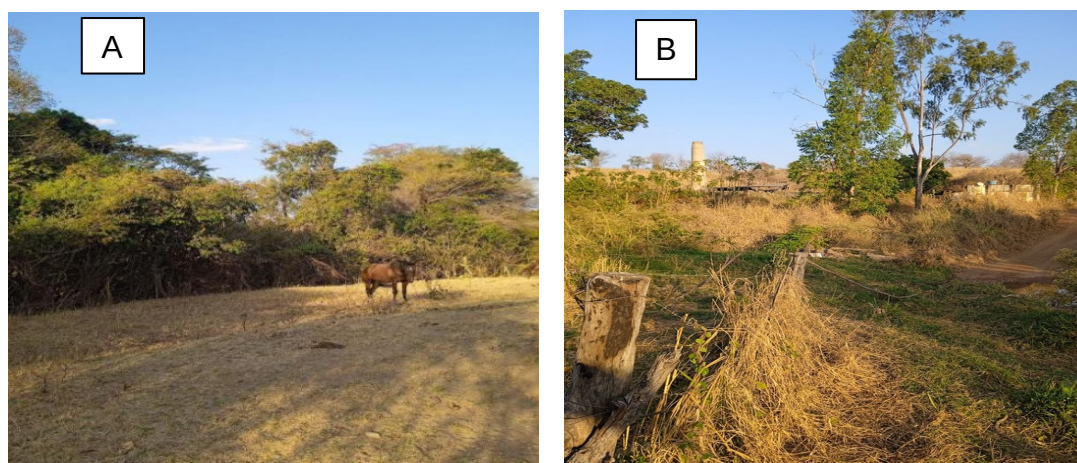
concordante e a qualidade ambiental para preservação dessas áreas sejam respeitadas (Sousa *et al.*, 2020).

A pecuária extensiva em áreas de APPs variam de acordo com as características físicas e as formas de uso do solo em cada ponto. No Ponto 4, a ausência de animais é evidente devido à presença de cercas que limitam o acesso às margens do rio (Figura 5B). Apenas uma pequena estrada conecta os moradores ao rio, restringindo significativamente o deslocamento dos animais e impedindo o uso desta área. Enquanto nos demais pontos, a presença de animais é mais frequente, dado que as áreas foram cercadas e adaptadas para o uso como pastagem. Destaca-se os Pontos 1, 3 e 5 por apresentarem áreas definidas de pastagem, utilizadas para pastejo dos animais. Tais áreas são caracterizadas como roças ou campos destinados exclusivamente ao manejo animal (Figura 4- A e B).

O Ponto 2, entretanto, apresenta uma configuração distinta, sendo o único com acesso direto ao corpo hídrico. Nesse local, as margens do rio não estão cercadas, permitindo que os animais pastem livremente, consumam árvores de pequeno porte e tenham acesso direto à água do rio. É importante ressaltar que, neste ponto, os animais são intencionalmente soltos pelos moradores para utilizar a área ribeirinha como pastagem. Medeiros *et al.* (2021) a pecuária bovina no modelo extensivo pode causar impactos significativos no meio ambiente, especialmente nos recursos hídricos. Isso ocorre devido ao manejo inadequado dos resíduos gerados e à destruição da vegetação nativa, incluindo a mata ciliar, para a expansão das atividades agropecuárias.

Como mostra a Tabela 2, as ações ocorrem de ordem direta, com valor negativo, dinâmica permanente, levando a degradação de médio prazo mesmo sendo reversível leva anos para sua regeneração mesmo com medidas mitigadoras como: Manejo sustentável; criação de zonas de amortecimento.

Figura 4: A – Áreas de pecuária (pastagem animal), Ponto 1, do riacho das Águas das Onças e B – Ponto 3, rio Palmeiras.



Fonte: Autores (2025).

A agricultura de subsistência é uma prática comum em diversas regiões, garantindo a alimentação das comunidades locais (Reis e Machado, 2024). Para estes autores, se o manejo adotado for inadequado pode gerar impactos ambientais significativos, especialmente quando ocorre próximo a corpos d'água. Dos pontos avaliados, observa-se a presença dessa atividade nos Pontos 3 e 4 (Figura 5 - A e B),

considerado um impacto de ordem direta com valor negativo, dinâmica permanente, duração de curto prazo (Ponto 3) e médio prazo (Ponto 4), reversível (Ponto 4 e 3) trazendo impactos ambientais como apresentado na Tabela 2. Verifica-se com base na Figura 5A, (Ponto 3) que são plantadas culturas anuais como o milho, que, após realização da colheita, a palhada é consumida por animais, inseridos intencionalmente para pastarem.

O Ponto 4 (Figura 5B) além do cultivo de milho a exemplo do Ponto 3, há ocorrência com maior frequência de rotação de culturas, como mandioca, feijão, milho, banana e mamão. A expansão das atividades agrícolas pela população local nas proximidades da margem do lago pode intensificar os conflitos relacionados aos diversos usos da água e da terra nas áreas ao entorno, elevando o risco de degradação física da vegetação nativa, além da qualidade da água, confirmado por Santos (2023) que o manejo inadequado do uso e ocupação da terra pode gerar uma série de impactos socioambientais, afetando principalmente os recursos hídricos.

Em detrimento da presença de atividades agrícolas, percebe-se a retirada da cobertura vegetal, principalmente no ponto 3. De acordo com Barcelos *et al.* (2022) a expansão das atividades agropecuárias em áreas de preservação permanente (APPs) tem contribuído para a redução da cobertura da vegetação nativa e para a degradação dos corpos hídricos.

Já Raulino (2022) aponta que os sistemas agroflorestais oferecem segurança alimentar e a independência dos agricultores de utilizarem insumos. Diante disso, proporciona a conservação do meio ambiente, promovendo a sustentabilidade. Além disso, a utilização de plantio diversificado para se alcançar harmonia do sistema, onde há uma contribuição positiva para o sucesso da outra.

Figura 5: A - Presença de atividades agrícolas, culturas anuais (milho), Ponto 3. B – Atividades agrícolas com rotação de culturas (mandioca, feijão, milho, banana e mamão), Ponto 4, às margens do rio Palmeiras.



Fonte: Autores (2025).

Vale ressaltar a existência de residências nas margens do rio com distância mínima de 3 metros até o leito natural do curso de água, evidenciado nos Pontos 1, 3 e 4 conforme ilustra a Figura 6 (A e B). Tal comportamento pode ser reforçado por serem locais mais próximos à região central da cidade, indicando maior vulnerabilidade frente a presença do impacto, enquanto nos Pontos 2 e 5 ausências de residências nestes locais, podem ter relações com maiores distâncias de locais com concentrações de moradias. Como aborda Fiuza (2023) Ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente – APPs, especialmente em margens de rios e encostas,

podem agravar significativamente a vulnerabilidade das residências à ocorrência de enchentes e redução ou ausência de cobertura da vegetação natural.

Reforça-se que, indicativos de urbanizações desordenadas e sem uma infraestrutura para drenagem pluvial, pode agravar o cenário, quando os moradores podem enfrentar perdas materiais recorrentes ou riscos à vida, evidenciando a pronta necessidade de políticas públicas, voltadas à recuperação ambiental desses locais e a realocação dessa população para locais mais seguros (Silveira, 2021). A caracterização diagnóstica deste impacto foi considerada de ordem direta com valor negativo, dinâmica permanente, duração de longo prazo, irreversível, como apresentado na Tabela 2.

As Áreas de Preservação Permanente são alvo de conflitos de uso e ocupação em todos os estados brasileiros, como destaca Araújo (2021), quando as APPs em áreas urbanas são alvos de disputas jurídicas. Lima e Almeida (2019) destacam que o crescimento desordenado da população afeta diretamente o meio ambiente, seja em função da ocupação ou uso inadequado do solo. Já Maia (2022), aponta que o crescimento urbano e a expansão das áreas rurais agrícolas têm provocado a redução das Áreas de Preservação Permanente (APPs), resultado do uso intensivo e descontrolado das terras. No entanto, a expansão desordenada das cidades e a pressão por ocupações de terras tem levado a ocupações irregulares dessas áreas. Entre as causas estão o crescimento populacional pela falta de um planejamento urbano eficiente.

Figura 6: Ocupações irregulares em função da expansão urbana às margens do rio Palmeiras (A e B).



Fonte: Autores (2025).

Evidenciou a ocorrência de práticas antrópicas como a utilização das APPs para atividades domésticas, quanto utilizam diretamente, a exemplo do observado no ponto 4, quando as residências nas proximidades do rio, os moradores o utilizam para ações domésticas como lavagem de roupas e louças. Problemas que podem estar relacionados com a utilização direta, através de serviços domésticos, além do despejo de efluentes *in natura* no rio, podem contribuir negativamente nos aspectos qualitativos da água além da eutrofização, impacto mais comum (MOAL *et al.*, 2019).

Pinto *et al.* (2020) destacam que a eutrofização é um problema ambiental global que afeta ecossistemas de água doce, como lagos e rios, sendo causada pelo enriquecimento excessivo em nutrientes, especialmente compostos de Nitrogênio (N)

e Fósforo (P), relacionadas com compostos ricos em matéria orgânica. Segundo Medeiros *et al.* (2021), esse processo favorece o crescimento excessivo de microalgas, resultando em alterações nos corpos hídricos, como o aumento da turbidez da água, a diminuição da concentração de oxigênio, a redução da biodiversidade e a degradação dos ecossistemas aquáticos.

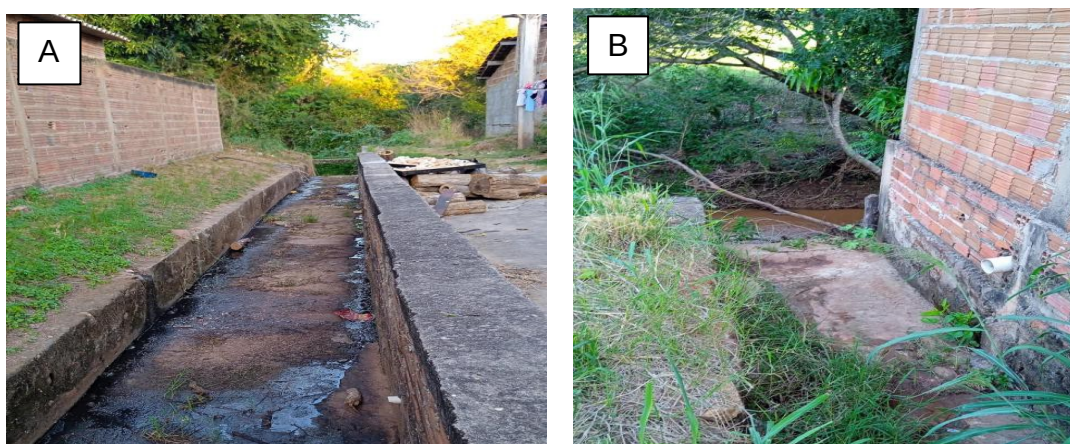
Além da Eutrofização, Junior Almeida; Almeida e Silva (2017) elencam consequências como o aumento da demanda de oxigênio dissolvido na água (DBO), uma vez que a presença de bactérias aeróbicas se torna maior, presença de metais pesados, principalmente associadas à presença de atividades industriais, causando intoxicação dos organismos aquáticos, maior custo para as estações tratamento de água, uma vez que haverá uma maior demanda nas quantidades de produtos químicos para seu tratamento; e alteração das propriedades físico-químicas e biológicas dos corpos hídricos que recebem os efluentes, interferindo da biota e no ecossistema local.

A adição de efluentes em diferentes pontos do corpo hídrico indica uma associação direta com as ocupações antrópicas e o manejo local (Figura 7 - A e B). Nos Pontos 2 e 5, a ausência de lançamento direto de efluentes foi constatada. Destaca-se por estar localizado em uma área sem ocupação antrópica direta em suas margens, o que impede o lançamento de esgoto no local. Entretanto, a qualidade da água ainda é comprometida, já que este ponto recebe a carga poluidora advinda de locais a montante, onde ocorre o lançamento direto de efluentes no curso d'água.

No Ponto 5, localizado na saída da área urbanizada, a ausência de lançamento direto de esgoto também foi verificada. No entanto, esse ponto recebe as águas adicionadas de efluentes domésticos provenientes dos pontos a montante, acumulando a poluição ao longo do percurso do rio. Uma característica positiva deste ponto é a ausência total de resíduos sólidos, tanto no corpo hídrico quanto em suas margens, configurando-o como o único local livre de descarte de materiais sólidos na área estudada.

Os lançamentos de efluentes foram categorizados como impactos de ordem direta e valor negativo, com dinâmica permanente e duração de longo prazo nos Pontos 1, 3 e 4 (Tabela 2). No entanto, houve diferenciação quanto à reversibilidade desses impactos: irreversíveis no ponto 1 e reversíveis nos Pontos 3 e 4.

Figura 7: Lançamento de esgoto *in natura* no rio Palmeiras (A e B).



Fonte: Autores (2025).

Destaca-se que a ocorrência deste impacto pode estar relacionada pela ausência municipal de uma estação de tratamento de efluentes (ETE), quando são

lançados de forma direta no corpo hídrico. Corroboram com nossos achados Bonfim e Souza (2023), além de reafirmar sobre a diversidade de impactos sociais, econômicos e ambientais podem favorecer periodicamente a contaminação dos cursos hídricos.

Identificou-se a presença de resíduos sólidos dispostos de forma inadequada nas margens de cursos d'água, que contribui direta ou indiretamente para a degradação da qualidade da água e do solo, demonstrada na Figura 9 (A e B). Os impactos ambientais associados às ações analisadas evidenciam riscos significativos, como poluição e contaminação dos recursos hídricos e do solo, além da dispersão de microvetores, conforme descrito na Tabela 2.

Entre os impactos identificados, os resíduos sólidos foram classificados como de ordem direta e valor negativo, apresentando dinâmica permanente nos Pontos 1 e 4 e temporária nos Pontos 2 e 3. Quanto à duração, os impactos foram considerados de longo prazo no Ponto 1, curto prazo nos Pontos 2 e 3 e médio prazo no Ponto 4 (Tabela 2).

Os resíduos encontrados à margem do rio correspondem sacos plásticos, papelão, garrafas pet, latas, garrafas de vidro, blocos, roupas, ossos de animais, resíduos de podas e resíduos de saúde animal, demonstrada na Figura 9 (A e B). Amaral *et al.* (2021) em seus estudos indicaram a potencialidade que alguns resíduos permanecem no ambiente, como plásticos, pneus e vidros, enquanto outros apresentam alto potencial de contaminação, como latas com restos de tinta. Além disso, há aqueles que podem causar grandes deslocamentos de massa, como os resíduos de construção e demolição.

Figura 9: Descarte inadequado de resíduos sólidos, ponto 1, riacho das Águas das Onças (A e B).



Fonte: Autores (2025).

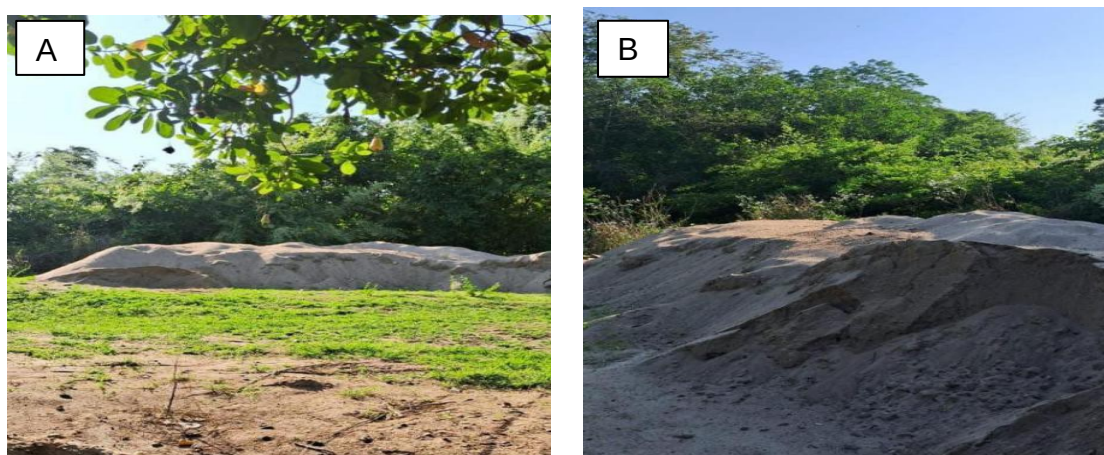
Evidenciou a ocorrência de atividades de mineração como extração de areia no leito natural do rio, associadas à utilização principalmente de construções civis (Figura 10 - A e B). A extração ocorre de forma rudimentar, com a remoção manual direta e depositada a céu aberto, comercializadas e transportadas por veículos sob demanda. Essa prática tem gerado impactos ambientais significativos, como erosão das margens, assoreamento, alteração do curso d'água e degradação de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

A extração também se mostrou economicamente relevante para os moradores locais, que utilizam a areia tanto para consumo próprio quanto para comercialização, intensificando os impactos ambientais observados. Impactos que podem ser previstos com: erosão, assoreamento, alteração do curso d'água afetando a fauna e a flora aquática, perda de habitat, supressão de sedimentos na água, aumenta a turbidez,

impacto paisagístico e destruição de APP e principalmente alterações das profundidades do curso d'água.

Considera-se este um impacto de ordem direta com valor negativo, dinâmica permanente (Ponto 2) e temporário (Ponto 3), duração de longo prazo, irreversível, trazendo impactos ambientais como apresentado na Tabela 2. Diversos estudos recentes indicam a possibilidade de uma futura escassez de areia na construção civil, causada pela extração legal e ilegal desse recurso, que é finito e demanda milhões de anos para se renovar como aponta Ramadon, (2021).

Figura 10: Extração de areia do leito natural do rio, depositada a céu aberto para comercialização, ponto 2, rio Palmeiras (A e B).



Fonte: Autores (2025).

No Ponto 3 houve a ocorrência dessa atividade, porém, sua escassez pode estar relacionada com a alta incidência de extração. A extração excessiva, pode indicar uma condição de reduzida de recuperação dessas áreas. Segundo Pinheiro, Mendes e Oliveira (2019), abordam que as áreas onde ocorrem a extração desses agregados não é favorável, principalmente devido à ausência de uma recuperação adequada das áreas impactada, resultando em passivos ambientais como supressão vegetal, nivelamento de terreno, alteração na qualidade da água, geração de efluentes grossos, entre outros abordados na Tabela 2.

Não há conhecimento sobre restrições ou regulamentação para tal atividade no município. Ainda abordado por Pinheiro, Mendes e Oliveira (2019), apesar de sua relevância econômica, os benefícios para a comunidade local, como a geração de empregos, aumento da renda e valorização de terra, acabam sendo ocultados pelos impactos negativos, que não são mitigados de maneira eficaz.

A Tabela 3, apresenta os valores do Índice de Conservação obtidos para cada ponto, assim como seus respectivos graus de conservação com base nos intervalos estabelecidos. Os resultados indicam que os Pontos 1 e 3 apresentam condições ambientais mais críticas, sendo classificados como "Degradados", com Índices de Conservação superiores a 61. Esses locais demandam intervenções urgentes para recuperação ambiental, dado que podem estar sujeitos a processos de degradação severa.

Os Pontos 2 e 4 foram classificados como "Pouco Conservados", quando isso sugere que essas áreas já apresentam sinais significativos de degradação, mas ainda

possuem potencial de recuperação por meio de medidas de manejo e conservação ambiental. Intervenções como reflorestamento, controle de erosão e monitoramento da qualidade ambiental podem ser eficazes na restauração dessas áreas. O Ponto 5 obteve o melhor Índice de Conservação (38,60) entre os locais analisados, sendo classificado como "Moderadamente Conservado". Essa categoria sugere que, apesar da presença de impactos ambientais, eles ainda são controláveis e passíveis de recuperação natural ou assistida.

Dessa forma, os dados obtidos evidenciam que as condições de conservação dos pontos analisados variam de moderada a degradada,

Tabela 3 – Ponderação total do grau de conservação para cada ponto.

Pontos	Índice de Conservação	Grau de conservação
Ponto 1	68,57	Degradada
Ponto 2	51,38	Pouco Conservada
Ponto 3	65,76	Degradada
Ponto 4	52,62	Pouco Conservada
Ponto 5	38,60	Moderadamente Conservada

Fonte: Autores (2025).

A avaliação do uso e cobertura da terra na Área de Preservação Permanente – APP do trecho urbano do município de Cristalândia – PI aplicadas por técnicas de sensoriamento remoto apontaram mudanças significativas entre os anos de 2016 e 2022 (Tabela 4). A partir dessa Tabela, observa-se que a classe predominante de vegetação nativa com a classe de Formação Savânica. Somada a Formação Campestre, representavam 14,57 ha para o ano de 2016. Já no ano de 2022, constatou-se uma redução na representação dessas formações, para 12,54 ha, representando uma perda de 2,03 ha no período avaliado.

Em contrapartida, tal redução de vegetação natural pode estar relacionada com a presença de atividades antrópicas na área de APP avaliadas, a exemplo de áreas urbanizadas, pastagens, mosaicos de usos e outras áreas não vegetadas. Para o mesmo período avaliado, indica um incremento na perda da vegetação natural quando as classes antrópicas, em 2016 apresentavam um percentual de 27,62%, evoluindo para 37,65% no ano final de avaliação. Os valores evidenciam as pressões exercidas, impulsionada por atividades antrópicas, reforçadas pela incompatibilidade ambiental, quando atividades como estas não são permitidas conforme o CF/2012 dentro de APPs de cursos d'água.

Embora existam variações entre as classes, como as atividades de pastagem que reduziram ao longo do intervalo (0,24 Ha), destaca-se o avanço das áreas urbanizadas, quando se ampliou 1,30 Ha no período, reforçando o avanço de ocupações irregulares, estabelecidas sem um planejamento urbano prévio ou conhecimento legislativo, ou, associadas a condições financeiras, onde, pessoas de baixa renda podem tender a ocupar tais áreas. Nossos resultados são reforçados pela mesma tendência de incremento nos estudos de Maia (2022), que ao estudar sobre o Córrego Samambaia, Distrito Federal - DF, indicou um incremento de 16% de áreas urbanizadas no período de 1990 a 2020.

As mudanças na vegetação devido à exploração de produtos florestais e à criação extensiva de animais têm ameaçado a maior parte das florestas tropicais secas remanescentes, colocando em risco mais de 97% dessas áreas (Lins, 2022). O

fenômeno tem se intensificado devido às ações humanas, especialmente pela demanda por terra para diferentes usos. Assim, as métricas da ecologia da paisagem são recomendadas para avaliar a qualidade ambiental dos fragmentos florestais remanescentes (Silva *et al.*, 2019).

A expansão urbana desordenada pode comprometer a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos de uma região, pois o uso desenfreado do solo reduz a cobertura vegetal das áreas de preservação permanente (Prado; Santos, 2022). Tem-se a agricultura, pecuária e a expansão urbana como as principais causas do desmatamento no bioma (Santos *et al.*, 2020), na perda da biodiversidade (Cardil *et al.*, 2020; Decaëns *et al.*, 2018), na deterioração dos solos, (Chalise *et al.*, 2019; Právělie *et al.*, 2021; Scholten e Seitz, 2019).

Tabela 4 – Classes de Uso e Cobertura da Terra na APP do trecho urbano do município de Cristalândia do Piauí.

Classes de Uso e Cobertura da terra	2016	2022
	Ha	
Formação Savânica	13,89	12,49
Formação Campestre	0,68	0,05
Pastagem	1,63	1,39
Mosaico de Usos	2,36	3,28
Área Urbanizada	1,40	2,70
Outras Áreas não vegetadas	0,17	0,21
Total	20,13	20,13

Fonte: Autores, (2025).

A Figura 11 apresenta as comparações proporcionais entre as classes para o intervalo estudado. Em 2016, a Formação Savânica, embora predominante (69,0% da área total da APP), enquanto em 2022 essa proporção reduziu para 62,1%, evidenciando a substituição gradual da vegetação nativa. A Formação Campestre, que em 2016 correspondia a 3,4%, praticamente desapareceu, reduzindo-se para apenas 0,2%, indicando a alternância para outros usos.

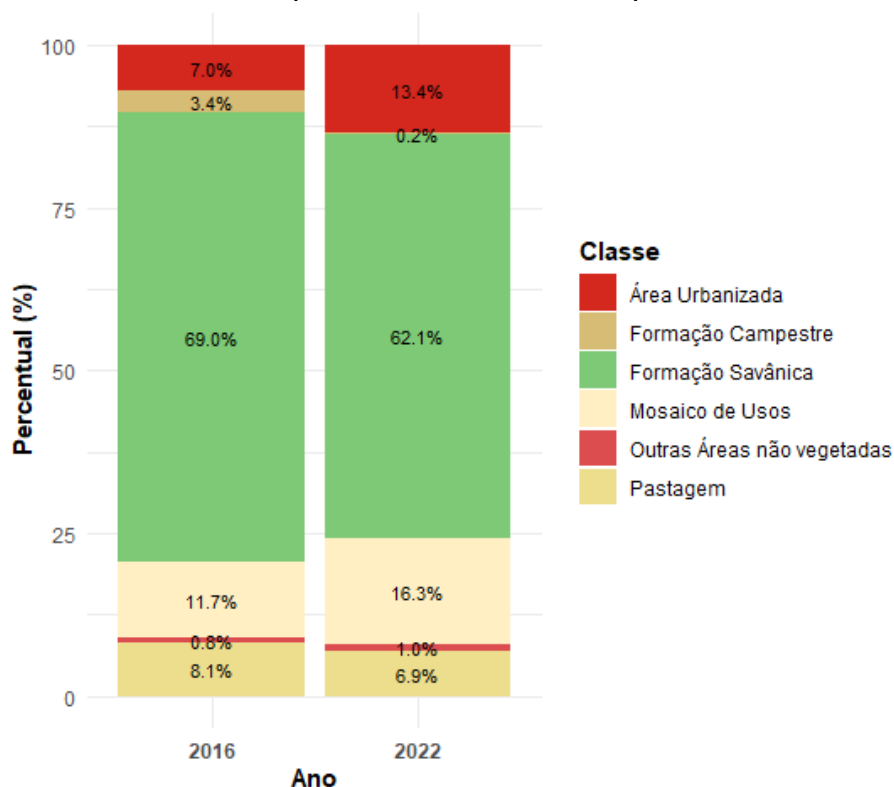
A Pastagem, que representava 8,1% da área, caiu ligeiramente para 6,9% em 2022, enquanto para a classe de Mosaico de Usos houve um incremento de 8,2% no intervalo estudado. A Área Urbanizada foi a classe com o maior aumento proporcional, de 7,0% para 13,4%, refletindo um processo de urbanização acelerado na APP do trecho urbano analisado. Por fim, as Outras Áreas não Vegetadas mantiveram uma participação estável, passando de 0,8% para 1,0%.

Os resultados indicam uma tendência de substituição da vegetação natural (Formação Savânica e Formação Campestre) por usos urbanos e antrópicos, como o aumento da Área Urbanizada e do Mosaico de Usos. Essa mudança pode estar associada ao crescimento populacional e à expansão das infraestruturas urbanas no município de Cristalândia do Piauí, além da possível intensificação de atividades agrícolas e pecuárias. Os mosaicos de usos podem ser enquadrados como áreas de uso agropecuário onde não há possibilidade de distinção entre pastagem e/ou agricultura ou de pastagem abandonada em estágio inicial de crescimento da vegetação nativa. Pode incluir áreas antropizadas de ocupação periurbana, como chácaras, sítios e condomínios (MAPBIOMAS, 2025).

A redução da Formação Campestre para um valor quase insignificante pode indicar um processo de degradação ambiental ou mudanças no uso da terra, com possível conversão para outros usos. O aumento do Mosaico de Usos pode estar relacionado à fragmentação da paisagem e à diversificação de atividades antrópicas na área, impactando a integridade ecológica da APP.

A expansão da Área Urbanizada dentro de uma APP levanta preocupações ambientais, pois pode implicar em desmatamento, impermeabilização do solo e aumento do risco de erosão e assoreamento de corpos hídricos locais. Além disso, a redução das áreas de vegetação nativa pode comprometer os serviços ecossistêmicos, como a regulação climática e a manutenção da biodiversidade. Esses achados reforçam a necessidade de políticas de planejamento urbano e ambiental que conciliam o crescimento da cidade com a conservação das áreas protegidas. Medidas como o reflorestamento, a delimitação de zonas de amortecimento e a fiscalização do uso da terra podem ser essenciais para mitigar os impactos negativos identificados.

Figura 11: Distribuição de percentuais normalizados do uso e cobertura da Terra da APP no trecho urbano do município de Cristalândia – PI para os anos 2016 e 2022.



Fonte: Autores (2025).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a Área de Preservação Permanente (APP) do município de Cristalândia do Piauí apresenta descumprimento da legislação vigente, em

desconformidade com o Código Florestal, devido aos baixos percentuais encontrados de acordo o que se preconiza e pela presença de atividades antrópicas. O diagnóstico ambiental realizado no trecho urbano do Rio Palmeiras e do Riacho das Águas das Onças identificou 13 impactos, destes, 12 presentes no Ponto 3.

Na avaliação de uso e cobertura da terra houve uma redução de 2,03 Ha na cobertura vegetal, associada à intensificação de atividades antrópicas ligadas ao crescimento populacional e à expansão da infraestrutura urbana.

As maiores ocorrências de impactos são a supressão de cobertura vegetal e consequentemente solos expostos.

O índice de conservação indicou 40% dos pontos avaliados sendo de categoria “degradada” e nenhum ponto como categoria “conservada”.

Diante desse cenário, torna-se fundamental a adoção de medidas de recuperação das áreas degradadas e a implementação de políticas de planejamento urbano e ambiental que conciliam o desenvolvimento com a conservação da área protegida. Medidas como o reflorestamento, a delimitação de zonas de amortecimento e a fiscalização do uso da terra podem ser essenciais para mitigar os impactos negativos identificados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C.. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Piauí: diagnóstico do município de Cristalândia do Piauí. **CPRM**, 2004.

ALMEIDA JUNIOR *et al.*, Diagnóstico dos impactos ambientais provocados pelo lançamento de esgotos no rio Piancó em Pombal-PB. **Revista Geociências**, v. 2, n. 3, 2017.

ALVARES *et al.*, Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ALVES, R. F.; FERREIRA, G. H. C.. Delimitação e diagnóstico de situação de áreas de preservação permanente no semiárido mineiro. **Revista Geonorte**, v. 15, n. 50, p. 222-238, 2024.

AMARAL *et al.*, Avaliação de impactos ambientais na APP do Rio Paranaíba e inferências para mitigação. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.7, p.572-584, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.007.0049>.

ARAUJO, K. G. L.. As Construções Irregulares em Áreas De Preservação Permanente Em Zona Urbanas Na Cidade De Goiânia e o Desrespeito Ao Meio Ambiente Equilibrando. **Revista PUC Goiás**, 2021.

ARAUJO, L. H. S. D.. Diagnóstico georreferenciado do uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente (APP) da sub-bacia B1, bacia do rio Cocó, Fortaleza-CE, (2012).

BARCELOS *et al.*, Mapeamento do uso e ocupação das terras da bacia do reservatório da usina hidrelétrica de Espora-GO. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.15, n.02, p. 682-693, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p682-693>.

BONFIM, I. S.; DE SOUZA, K. M. N.. Despejo de esgoto no afluente do Rio São Francisco—Estudo de caso. **Trilhas-Revista de Extensão do IF Baiano**, v. 3, n. 1, 2023.

BRASIL. Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. ESTABELECE O NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 maio, 2012.

CAMPOS *et al.*, Geotecnologias aplicadas nos conflitos de uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente numa microbacia, visando a conservação dos recursos hídricos. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 2019.

CARDIL *et al.*, Recent deforestation drove the spike in Amazonian fires. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 12, p. 121003, 2020. DOI 10.1088/1748-9326/abcac7.

CHALISE, D.; KUMAR, L.; KRISTIANSEN, P.. Land degradation by soil erosion in Nepal: a REVIEW. **Soil Systems**, v. 3, n. 12, p. 12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems3010012>.

COSTA, B. S. S.; SOUZA, P. A.; SILVA, R. R.. Diagnóstico ambiental e análise temporal do Córrego Bananal, município Gurupi, Tocantins. **Ambiência, Guarapuava**, v. 15, n. 1, p. 173-193, jan./abr, 2019. DOI: 10.5935/ambiencia.2019.01.11.

COSTA, R. J. A.; ALVES, N. S.; WACHHOLZ, F.. Mapeamento morfométrico de voçoroca no bairro Galo da Serra, Presidente Figueiredo – AM. **Revista Presença Geográfica, Fundação Universidade Federal de Rondônia**, v. 10, n. 1, p. 242-257, 2023.

DE CARVALHO NETO, L. M.; SILVA, M. C. A. P.. Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente na Microbacia do Córrego Limo em Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, Uberlândia**, v. 2, n. 2, p. 99-109, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5548274>.

DECAËNS *et al.*, Biodiversity loss along a gradient of deforestation in Amazonian agricultural landscapes. **Conservation Biology**, v. 32, n. 6, p. 1380-1391, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.13206>.

DIAS *et al.*, Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rio (PAR) e de avaliação ecológica rápida de flora (AER) para o diagnóstico das condições ambientais do córrego João Cesário e de suas áreas de preservação permanente - cidade de Anápolis (GO). **Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 25, n. 100, p. 232–253, 2024. DOI: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/71083>.

DIODATO *et al.*, Diagnóstico ambiental das Áreas de Preservação Permanente do baixo curso do Rio Arrombado, Icapuí (CE). **OKARA: Geografia em Debate**, v. 16, n. 1, p. 148, 2022. DOI: 10.22478/ufpb.1982-3878.2022v16n1.63660.

FERREIRA *et al.*, O papel das matas ciliares na conservação do solo e água, **Revista Biodiversidade**, v. 18, n.3, 2019.

FERREIRA *et al.*, Diagnóstico ambiental do córrego Mutuca, Gurupi - TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal**, v. 10, n. 4, p. 8-12, out./dez. 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i4.3146.

FIORESE *et al.*, Levantamento da perda de solo atual por erosão hídrica do município de Cachoeiro de Itapemirim (ES). **Cadernos Camilliani e ISSN: 2594-9640**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 1525-1546, out. 2021.

FIUZA, Á. L. G.. A degradação ambiental por ocupações irregulares em áreas de preservação ambiental: riscos, susceptibilidades e vulnerabilidades. **Sitientibus**, v. 1, n. 64, 2023.

FREIRE *et al.*, Caracterização Florística de Áreas de Nascentes na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.15, n.1, p. 123-139, 2022.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2023, v4.6.74.

LIMA, D. M.; ALMEIDA, R. T. S. Avaliação das áreas de preservação permanente das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite antes e após o Programa Produtor de Água. **Revista Uniaraguaia**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 22-34, set./dez. 2019.

LINS, L. K. S.. Influência de caprinos na regeneração da caatinga. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) –Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

MAIA, D. S.. O impacto da urbanização nos problemas ambientais em Área de Preservação Permanente: estudo de caso da faixa marginal da APP do Córrego Samambaia/DF. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 04, p.1771-1786, 2022.

MARCIEL *et al.* Impactos ambientais na área de Preservação Permanente (APP) do rio Gurgueia no perímetro urbano do município de São Gonçalo do Gurgueia – PI, **Revista Acta Ambiental Catarinense - Unochapecó**, v. 20, n. 1, p. 19-19, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24021/raac.v20i1.7427>.

MEDEIROS *et al.*, Diagnóstico ambiental simplificado na área de preservação permanente do Rio Piancó no semiárido Paraibano. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.4, p.382-398, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0030>.

MEDEIROS *et al.*, Climate characterization and classification of the River Uruçuí Preto hydrographic basin, PI – Brazil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 28911629105-28911629105, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29105>.

MOAL *et al.*, Eutrophication. A new wine in an oldbottle. **Science of the Total Environment**, v.651, p.1-11, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139>.

NETO, R. C. N.; CARDOSO, M. A. C.; SILVEIRA, S. S. A Ocupação das Cidades e a Proteção ao Meio Ambiente. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Processo Coletivo e Cidadania**, v.10, n. 10, p. 490-504, 2022.

NOGUEIRA *et al.*, A complexidade das áreas de preservação permanente em ambiente urbano: O caso de Fortaleza, Ceará. **Revista Pantaneira**, Edição Especial CIGEPPAM (UFC), v. 24, p. 199-212, 2024.

PINHEIRO, C. S. S.; MENDES, R. L. R.; OLIVEIRA, M. J. Impacto Socioambientais Causados Pela Extração De Areia E Seixo Em Porto Grande/AP e Sua Relação Com o Desenvolvimento Local. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S. l.], v. 15, n. 1, 2019.

PINTO, F.; ANTUNES, S. C. Biomanipulação para o controlo da eutrofização. **Revista de Ciência Elementar**, v.8, n.1, 2020. DOI: <http://doi.org/10.24927/rce2020.010>.

PRADO, F. S.; Santos, G. O. Expansão urbana e áreas de conflito no Município de Rio Verde, Goiás, Bras. **Revista brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade**, v. 9, n. 22, p. 1059-1073 - 31, 2022. DOI: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2022\)092235](https://doi.org/10.21438/rbgas(2022)092235).
 PRÁVĚLIE *et al.*, Global changes in soil organic carbon and implications for land degradation neutrality and climate stability. **Environmental Research**, v. 201, p. 111580, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111580>.

RAMADON, L. F. F. Extração ilegal de areia: o faturamento no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Ciências Policiais, Brasília**, v. 12, n. 6, p. 281-313, set. /dez. 2021.

RAMALHO, A. C. A; FILHO, I. P. S. Ocupação irregular de região de nascente em Teófilo Otoni-MG. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [S. l.], v. 7, n. 1, 2023.

RAULINO, J. A. M. Eficiência do uso da terra no plantio consorciado de hortaliças em sistema agroflorestal. **Sistema de biblioteca UNILAB**.10-Mai-2022.

REIS, G. C.; MACHADO, C. A. Conservação e uso dos solos nas nascentes do córrego são luiz, município de Formosa da serra negra, Maranhão. **Revista Tocantinense de Geografia**, [S. l.], v. 13, n. 31, p. 193–208, 2024. DOI: <https://doi.org/10.70860/rtg.v13i31.17812>.

RIBEIRO *et al.*, Diagnóstico do Conflito de Uso do Solo em Áreas de Preservação Permanente da Microbacia Água da Ema, Rolândia – PR. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, v. 1, n. 3, 2022.

RICARDO *et al.*, Diagnostic of vegetation coverage of APPs in the Nazaré Stream (Rondônia). **Revista Presença Geográfica**, v. 9, n. 2, Esp., 2022.

RODRIGUES *et al.*, Diagnóstico ambiental de um trecho da área de preservação permanente (APP), margens do córrego Pouso do Meio, em Gurupi-TO. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia**, v. 11, n. 3, p. 108, 2015.

SÁNCHEZ, L. E.. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos – São Paulo: **Oficina de Textos**, 2013.

SANTOS *et al.*, Dinâmica do desmatamento da mata atlântica: causas e consequências. **Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 378-402, 2020.

SANTOS *et al.*, Avaliação macroscópica da nascente do brejo da prata, afluyente do rio paraimno cerrado piauiense. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 298–319, 2021.

SANTOS, L. S.. Estudo dos impactos socioambientais decorrentes do uso e ocupação do solo às margens do Lago de Itaparica, no município de Petrolândia - PE. **Salgueiro: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano**, Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PROPIP), Campus Salgueiro, Pós-Graduação Lato Sensu em Recursos Hídricos para o Semiárido, 2023.

SCHOLTEN, T.; SEITZ, S.. Soil erosion and land degradation. **Soil Systems**, v. 3, n. 4, p. 68, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems3040068>.

SILVA, E. Técnica de Avaliação de Impactos Ambientais Viçosa, **CPT** (Centro de Produções/ Técnicas), 1999.

SILVA *et al.*, Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1254-1269, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509830201>.

SILVEIRA, R. D. Risco Climático E Vulnerabilidade Socioespacial: O Exemplo Dos Eventos Extremos Relacionados Ao Calor E Ao Frio. **Revista Brasileira De Climatologia**, v.19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v19i0.48872>.

SOUSA *et al.*, Avaliação de impacto ambiental em nascente da fazenda panorama município de Guapó-GO. **Revista Uniaraguaia**, de Goiânia, v.15, n.1, p. 130-140, jan/abr, 2020.

STUTTER *et al.*, The utility of spatial data to delineate river riparian functions and management zones: A review. **Science of the Total Environment**, v.757, p.143982, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143982>.

TELES, R. R.; SANTOS, J. C.; PINHEIRO, E. C. N. M. A importância da preservação de matas ciliares. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 11, p. 75348-75360, nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-309>.

WERMANN, K. T. APP: área de proteção permanente ou área de perigo permanente? Estudo de caso do Rio Taquari (RS). 2021. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Hídrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 2021.