

DESAFIOS À SAÚDE AMBIENTAL NORTE TOCANTINENSE: O IMPACTO DAS ATIVIDADES ANTROPOGÊNICAS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO LONTRA

CHALLENGES TO ENVIRONMENTAL HEALTH IN NORTHERN TOCANTINS: THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC ACTIVITIES ON THE WATER QUALITY OF LONTRA RIVER

DESAFIOS PARA LA SALUD AMBIENTAL EN EL NORTE DE TOCANTINS: EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DEL AGUA EN RÍO LONTRA TOCANTINS.

Marco Aurélio Miranda Soares:

Doutorando em Ciências Fisiológicas pelo Programa Interinstitucional em Ciências Fisiológicas. E-mail: soaresmarco.bio@gmail.com | Orcid.org/0000-0002-4473-2161

Gilzelle Maria da Luz Silva:

Mestre em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos. Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: gilzelle.luz@mail.uft.edu.br | Orcid.org/0000-0001-5793-1082

Liana Bezerra Dias de Lima:

Mestra em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: liana1708@mail.uft.edu.br | Orcid.org/0000-0002-0942-0517

Fabiana Batista de Oliveira:

Mestranda em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos. Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: fabiana.oliveira@mail.uft.edu.br | Orcid.org/0009-0007-0307-7387

Nicole da Silva Feitosa:

Graduanda em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: nicole.silva@mail.uft.edu.br | Orcid.org/0009-0007-3165-4508

José Carlos Ribeiro Júnior:

Professor titular do Curso de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: jose.carlos@ufnt.edu.br | Orcid.org/0000-0002-3272-4375

Sandro Estevan Moron:

Professor titular do Curso de Medicina. Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: sandro.moron@ufnt.edu.br | Orcid.org/0000-0002-1359-6160

RESUMO:

O impacto na saúde pública e ambiental advindas da contaminação de corpos hídricos é uma preocupação crescente no Brasil. O rio Lontra, que se encontra no sudeste da Amazônia Legal e no interior do Matopiba, parece seguir essa tendência. O objetivo desse estudo foi investigar o impacto das atividades antrópicas nos parâmetros de qualidade da água do rio Lontra. Para isso, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram monitorados em 8 pontos urbanos da cidade de Araguaína, Tocantins, ao longo de 19 meses. Os resultados revelaram divergências dos padrões estabelecidos para pH e oxigênio dissolvido pela legislação vigente, assim como indícios de contaminação fecal. Os pontos de amostragem exibiram evidentes sinais de impactos antrópicos. Apesar de sua localização estratégica para a preservação da biodiversidade brasileira, o rio Lontra tem sido afetado pela poluição ao longo das últimas décadas. Os resultados sugerem que a degradação dos córregos urbanos adjacentes contribui significativamente para a contaminação do rio, juntamente com o desmatamento das margens, represamento e deposição de resíduos sólidos. Estes fatores representam sérios riscos para o ecossistema aquático e para a saúde daqueles que dependem das águas do rio Lontra para atividades recreativas ou de subsistência. Esses resultados deixam claro a carência de uma gestão ambiental efetiva e da implementação de políticas públicas voltadas para a conscientização e educação ambiental da população local.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia legal; Contaminação fecal; Poluição hídrica; Saúde Ambiental.

ABSTRACT:

The impact on public and environmental health resulting from the contamination of water bodies is a growing concern in Brazil. The Lontra River, located in the southeastern portion of the Legal Amazon and within the MATOPIBA region, appears to follow this trend. The aim of this study was to investigate the impact of anthropogenic activities on the water quality parameters of the Lontra River. To this end, physicochemical and microbiological parameters were monitored at eight urban sites in the city of Araguaína, Tocantins, over a period of 19 months. The results revealed deviations from the standards established by current legislation for pH and dissolved oxygen, as well as indications of fecal contamination. The sampling sites showed clear signs of anthropogenic impact. Despite its strategic location for the preservation of Brazilian biodiversity, the Lontra River has been affected by pollution over recent decades. The results suggest that the degradation of adjacent urban streams contributes significantly to the river's contamination, along with riparian deforestation, damming, and the deposition of solid waste. These factors pose serious risks to the aquatic ecosystem and to the health of those who depend on the waters of the Lontra River for recreational or subsistence activities. The findings highlight the lack of effective environmental management and the urgent need for the implementation of public policies aimed at raising awareness and promoting environmental education among the local population.

KEYWORDS: Environmental health; Fecal contamination; Legal Amazon; Water pollution

RESUMEN:

El impacto en la salud pública y ambiental derivado de la contaminación de cuerpos de agua es una preocupación creciente en Brasil. El río Lontra, ubicado en el sureste de la Amazonía Legal y en el interior de la región MATOPIBA, parece seguir esta tendencia. El objetivo de este estudio fue investigar el impacto de las actividades antrópicas en los parámetros de calidad del agua del río Lontra. Para ello, se monitorearon parámetros físico-químicos y microbiológicos en ocho puntos urbanos de la ciudad de Araguaína, Tocantins, durante un período de 19 meses. Los resultados revelaron desviaciones respecto a los estándares establecidos por la legislación vigente para el pH y el oxígeno disuelto, así como indicios de contaminación fecal. Los puntos de muestreo mostraron señales evidentes de impactos antrópicos. A pesar de su ubicación estratégica para la preservación de la biodiversidad brasileña, el río Lontra ha sido afectado por la contaminación a lo largo de las últimas décadas. Los resultados sugieren que la degradación de arroyos urbanos adyacentes contribuye significativamente a la contaminación del río, junto con la deforestación de las riberas, el represamiento y la deposición de residuos sólidos. Estos factores representan riesgos graves para el ecosistema acuático y para la salud de quienes dependen de las aguas del río Lontra para actividades recreativas o de subsistencia. Los resultados dejan clara la carencia de una gestión ambiental efectiva y la necesidad urgente de implementar políticas públicas dirigidas a la concienciación y educación ambiental de la población local.

Palabras clave: Amazonía Legal; Contaminación fecal; Contaminación hídrica; Salud ambiental.

INTRODUÇÃO

A crescente perda de biodiversidade e de recursos naturais devido às atividades antrópicas é uma realidade global, com o Brasil refletindo esse cenário por meio da expansão urbana desordenada, a carência de infraestrutura básica de saneamento e o impacto das atividades agropecuárias (Andrade *et al.*, 2019; Fiorese *et al.*, 2019; Kamboj; Kamboj; Sharma, 2020). Esses fatores contribuem para a rápida deterioração da qualidade dos corpos hídricos brasileiros, resultando no aumento da presença de contaminantes ambientais (Brovini *et al.*, 2023; Orona-Návar *et al.*, 2022), onde podem ser absorvidos pela biota, causando efeitos deletérios e de bioacumulação (Santos, T. *et al.*, 2020), o que amplia ainda mais os efeitos negativos no ecossistema aquático e tem potencial de provocar sérios riscos à saúde pública e ambiental (McRae; Deinet; Freeman, 2017). Além disso, há o impacto direto na saúde pública, pela exposição da população à águas contaminadas, possibilitando a transmissão de doenças de veiculação hídrica como a diarreia, febre tifoide, hepatite, cólera, gastroenterites e outras (Muniz; Santana; Oliveira-Filho, 2020; Tiwari *et al.*, 2021).

Com o intuito de mitigar esses impactos, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da resolução nº 274/2000 (CONAMA, 2000), estabeleceu padrões mínimos de qualidade para o uso de águas naturais com propósitos recreativos, baseados em critérios específicos e indicadores. Esses padrões categorizam a qualidade da água em "Excelente", "Muito boa" e "Satisfatória", e, quando não alcançados, recomenda-se a investigação de organismos

patogênicos. Além disso, a resolução nº 357/2005 (CONAMA, 2005) adotou parâmetros fisico-químicos e microbiológicos para classificar cinco classes de corpos hídricos, com a "Classe especial" e as classes de 1 a 4 representando diferentes níveis de qualidade da água. É importante observar que a maioria dos rios brasileiros, especialmente aqueles sem estudos específicos e com atividade antrópica intensa, se enquadra na classe 2 (Figura 1).

Nesse contexto, o Rio Lontra, está localizado ao sudeste da Amazônia Legal brasileira, assim como no MATOPIBA, duas das áreas essenciais para o manejo da preservação ambiental nacional (Dutre e Silva *et al.*, 2022; Oliveira; Oliveira-Júnior; Silva, 2020). Apesar de ser considerado uma área prioritária para a gestão dos recursos hídricos no estado do Tocantins (Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2011), há uma lacuna significativa em estudos quantitativos sobre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e a presença de contaminantes ambientais nesse corpo hídrico, bem como sua conformidade com a legislação vigente. Embora estudos qualitativos apontem fontes de contaminação e intensa atividade humana no ambiente circundante ao rio (Barbosa; Rubin de Rubin, 2020; Silva; Mendes, 2020; Dias; Pereira, 2014).

Diante da vulnerabilidade das águas superficiais do Rio Lontra à poluição devido à concentração populacional em suas proximidades, este estudo tem como objetivo investigar o alcance das atividades humanas sobre o rio Lontra e seu impacto nos parâmetros de qualidade da água, especificamente no perímetro urbano de Araguaína, Tocantins, ao longo de um período de 19 meses, abrangendo duas estações climáticas distintas.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

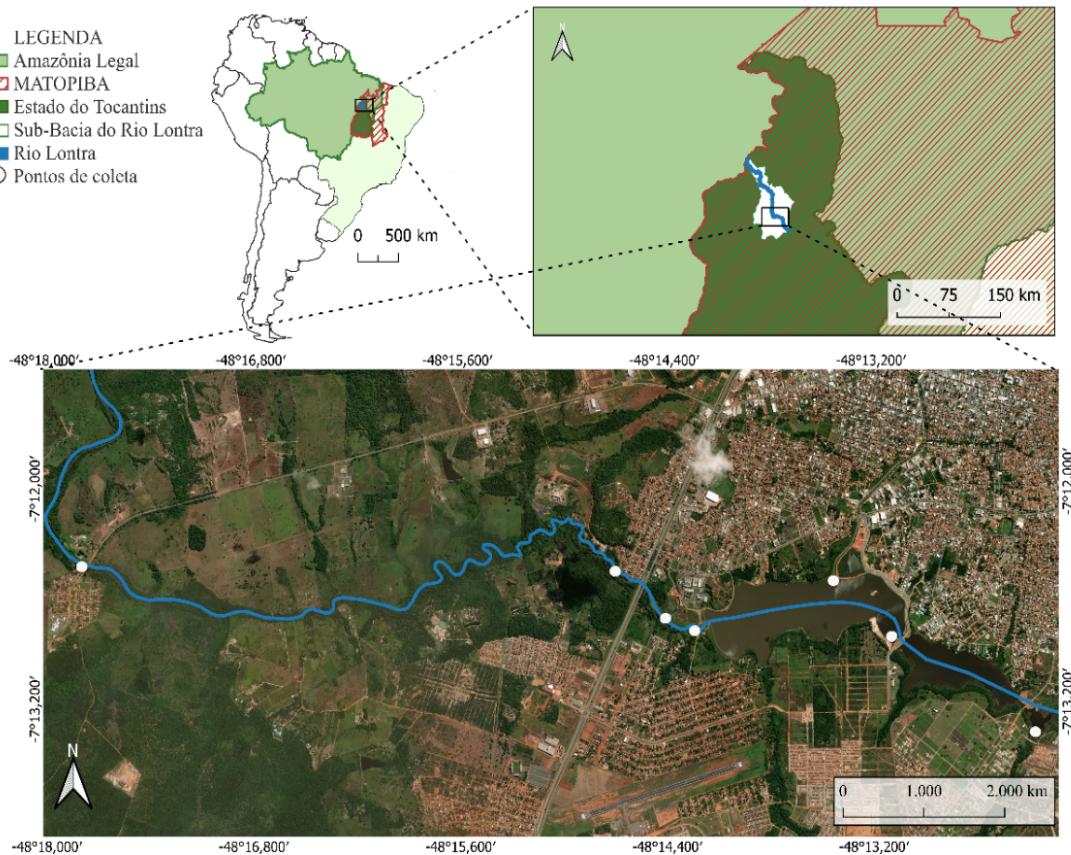
O rio Lontra, na bacia hidrográfica do rio Araguaia, tem suas nascentes no município de Araguaína, Tocantins, onde, no decorrer do perímetro urbano tem suas águas represadas pela usina hidrelétrica (PCH) do Corujão, criando o reservatório Lago Azul, com aproximadamente 12 km de extensão (Souza; Andrade; Brito, 2013). O município de Araguaína, é o 2º maior do estado em número de habitantes com 186.245 pessoas (IBGE, 2022). O clima da região é do tipo tropical úmido, com precipitação anual de 1700 mm, sendo que o regime sazonal de precipitação caracteriza duas estações bem definidas, uma mais seca, de maio a setembro, e outra mais chuvosa, de outubro a abril. As temperaturas máximas oscilam de 30º a 34ºC, e a mínima entre 19º e 21ºC.

COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O período das coletas foi dos meses de setembro de 2021 a abril de 2023, bimestralmente, em 8 pontos do perímetro urbano do Rio Lontra (Figura 1). No total 80 amostras de água superficial foram coletadas. As coletas, transporte e armazenamento das amostras seguiram o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA; CETESB, 2011), com adaptações. Para isso, 500 ml de água superficial foram coletados à 1 metro \pm 30cm da margem mais próxima, a 30 \pm 10 cm da superfície, com auxílio de balde inox esterilizado. As amostras foram transferidas para frascos de vidro âmbar autoclavados, guardados em caixa térmica à 8 °C e imediatamente transferidas ao

laboratório de microbiologia de alimentos - Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e ao laboratório de Morfofisiologia e bioquímica – UFNT.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Confecção própria (2024); fonte dos dados: IBGE, Bing satélite

Os parâmetros temperatura, pH, sólidos totais, oxigênio dissolvido, foram analisados in loco com o auxílio de uma Sonda multiparâmetro HANNA HI9829. O parâmetro de demanda bioquímica de oxigênio (DBO5/20) foi determinado de acordo com a norma da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) L5.120 (CETESB, 1991), com amostra diluída à 60%. Para determinação de coliformes totais e termotolerantes foi utilizado o método CETESB L5.202 (CETESB, 2018), com contagem de tubos de 10^{-1} a 10^{-5} . Para turbidez, foi utilizado turbidímetro *policontrol AP2000*.

Os resultados das análises foram analisados utilizando software estatístico SPSS26®. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro wilk ($p \geq 0,05$). Para os dados normais, foi utilizado o teste de ANOVA one-way, com pós teste de Tukey, e para os não paramétricos utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Ambos os testes utilizaram $p \leq 0,05$. Após estes testes, os dados foram submetidos à análise de correlação de Spearman ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de sua relevante localização para a biodiversidade e dos recursos naturais do país, o último estudo quantitativo neste corpo hídrico data de 22 anos atrás, em 2002, realizado pela Secretaria de Planejamento e Orçamento (SEPLAN, 2002). Desde então, a população urbana de Araguaína aumentou de 105.874 para 171.301 habitantes (IBGE, 2022), o que inevitavelmente intensificou os impactos antrópicos sobre os recursos naturais da região. Apesar da falta de dados sobre a qualidade das águas do rio Lontra, estudos já evidenciavam preocupações com os riscos associados às atividades humanas e às características de erosão em áreas urbanizadas intensivamente (Medeiros *et al.*, 2020), à grave redução da cobertura vegetal (Silva; Mendes, 2020) e à deterioração da qualidade da água dos corpos d'água afluentes ao rio Lontra (Barbosa; Rubin de Rubin, 2020; Saviato; Guimarães Júnior; Lima, 2022).

Os Valores dos parâmetros analisados, e seus respectivos limites pelas resoluções CONAMA 274/2000 e 357/2005 estão exibidos na tabela 1.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros analisados e seus níveis indicados pela legislação.

Parâmetro	Estação	Média	Desv. Pad	Máx	Min	No. 357/2005		
						Classe II	Classe III	Classe IV
pH	Seca	5,87	0,88	7,25	3,7*	6 a 9	100	ND
	Chuvosa	5,87	0,77	7,29	3,51*			
TU	Seca	7,11 ^a	3,52	12,8	1,66	500	ND	ND
	Chuvosa	24,18 ^b	17,93	83,1	1,98			
STD	Seca	16,05	23,36	86	2	500	ND	ND
	Chuvosa	13,59	18,62	91	3			
Temp	Seca	26,9	1,49	28,8	23,3	ND	ND	ND
	Chuvosa	27,25	1,13	29,67	25,2			
OD	Seca	6,79	0,89	8,84	4,35*	5	4	2
	Chuvosa	6,71	0,97	10	4,59*			
DBO _{5/20}	Seca	3,53 ^a	0,44	4,38	2,58	5	10	ND
	Chuvosa	4,24 ^b	0,89	5,92*	2,69			
CTO	Seca	10403,48	7341,9	1.6x10 ⁴	210	ND	ND	ND
	Chuvosa	11648,89	6078	1.6x10 ⁴	400			
CTE	Seca	378,67 ^a	560,04	1.6x10 ³ *	0	1000	2500	ND
	Chuvosa	1190,85 ^b	3067,4	1.6x10 ⁴ *	0			

TU: Turbidez (NTU); STD: Sólidos totais dissolvidos (mgL⁻¹); Temp.: Temperatura da água (°C); OD: Oxigênio dissolvido (mgL⁻¹); DBO_{5/20}: Demanda bioquímica de oxigênio (mgL⁻¹); CTO: Coliformes totais (NMP.100ml⁻¹); CTE: Coliformes termotolerantes (NMP.100ml⁻¹). ND: Não definido. (*) Indica divergência com a legislação. Diferentes letras indicam diferentes grupos ($p \leq 0.05$).

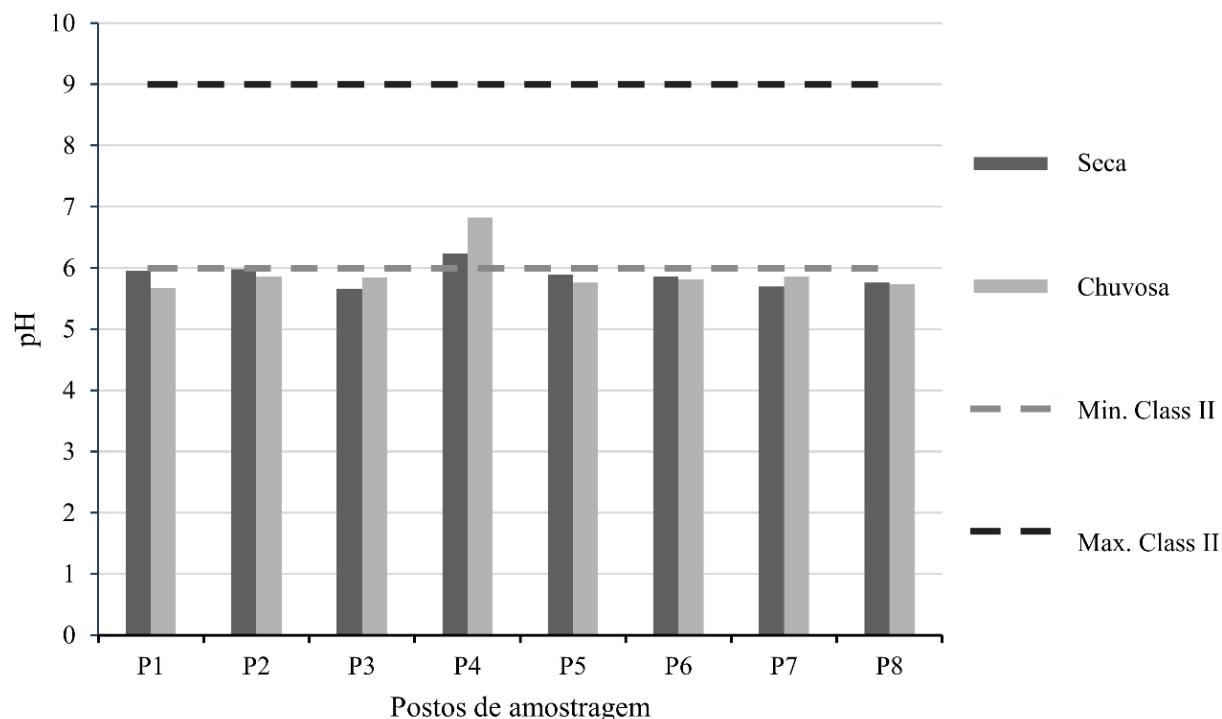
Nestes, foram observados níveis de pH nos postos de amostragem (PA) com média inferior à faixa ideal recomendada pela legislação em ambas as estações, exceto no ponto de amostragem 4, que registrou valores acima de 6 em ambos os períodos (Gráfico 1). Embora os valores de pH tenham permanecido, em sua maioria, abaixo da faixa ideal indicada pela Resolução CONAMA nº 357/05 (6 a 9), este padrão é considerado normal para rios amazônicos e do cerrado. Esta constatação está em linha com estudos anteriores realizados por Batista *et al.* (2022) e Santos *et al.* (2017), que encontraram padrões similares no Pará e Sergipe, respectivamente. Embora a resolução 357/2005 preconize uma exceção à regra pelos rios amazônicos, os padrões de monitoramento pelo Índice de Qualidade da Água (IQA), criado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), utilizados para monitoramento por agências governamentais de outros estados, sugerem um pH mais próximo da neutralidade como padrão ideal em seu cálculo.

Esse cenário pode distorcer a avaliação da qualidade da água em corpos hídricos amazônicos e do cerrado em estudos científicos que utilizam o método IQA CETESB ou IGAM para o monitoramento (Arcos; Cunha, 2022; Thomaz; Cecconello; Centeno, 2023). Apesar das tentativas de adaptação desses cálculos para regiões amazônicas e do cerrado (Arcos; Cunha, 2022), as agências ambientais dos estados federativos das regiões Norte e Nordeste do Brasil ainda não incorporaram métodos específicos ou adaptações regionais do IQA. O P4 foi o único com valores de pH dentro da faixa ideal estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Gráfico 1), além de exibir diferenças significativas nos STD e uma diminuição significativa na TU, sugerindo a possibilidade de que os STDs presentes no córrego Neblina, sejam responsáveis pelos fenômenos de decantação de STD e alcalinização da água do local.

Essa possibilidade encontra base nos resultados encontrados por Medeiros; Pinto; Alves (2021), no estudo do córrego Bonito – MS, onde os sólidos presentes tornavam as características da água alcalinas-terrosas e cálcio-magnesianas, refletindo no aumento do pH e na diminuição de TU, padrão semelhante ao observado no P4 neste presente estudo. A diferença significativa entre estações pode ser reflexo da suspensão de sedimentos de fundo, decorrente do aumento de erosões no período chuvoso (Paiva *et al.*, 2021).

A temperatura da água apresentou variações significativas entre os PA, com P1, P4 e P8 exibindo temperaturas notavelmente mais baixas. Os níveis de OD permaneceram dentro dos limites aceitáveis em todas as estações e PA, sem diferenças significativas observadas. Apesar da ausência de valores de temperatura recomendados na legislação vigente, muito devido à variação de temperatura entre as regiões do país, se trata de um parâmetro fundamental na saúde do meio aquático, influenciando significativamente a vida dos organismos ali presentes (Wheaton, 1987). Com importância crucial na avaliação da qualidade da água, o aquecimento das águas superficiais dos rios pode ser resultado de atividades humanas, como o represamento das águas e a remoção da mata ciliar (Fiorese *et al.*, 2019). As temperaturas significativamente mais baixas em P1, P4 e P8 refletem a preservação maior da vegetação ciliar ao rio, em contraste com os demais postos, onde a vegetação adjacente, embora presente, não oferece a largura necessária para proteção do ambiente, permitindo uma maior penetração luminosa no meio aquático e, consequentemente, elevando a temperatura (Schäfer, 1985).

Gráfico 1 – Níveis de pH no perímetro urbano do Rio Lontra na cidade de Araguaína, Tocantins, por estação do ano, juntamente com os níveis indicados para a classe II pela legislação vigente.



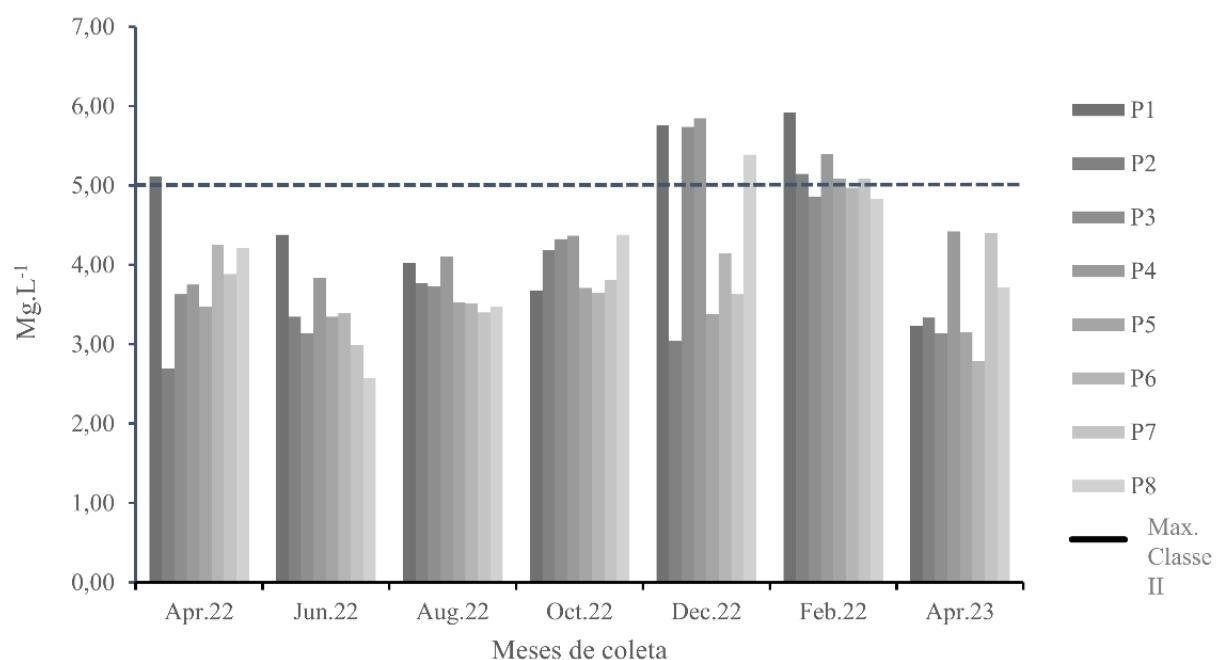
Além de servir como indicador de impactos antropogênicos, a temperatura também influencia as reações químicas, o crescimento, a distribuição e o desenvolvimento dos seres aquáticos (Fantin-Cruz; Tondato; Motta-Marques, 2011), assim como a concentração de outras substâncias no meio aquático, como OD (Nascimento; Monte; Correa, 2021). Embora os valores médios de OD encontrados neste estudo estivessem acima do limite mínimo de 5 mgL^{-1} para água doce classe II, alguns PA demonstraram valores mínimos abaixo desse limite. Em um ambiente homogêneo, valores mais baixos de OD podem indicar uma maior proliferação de bactérias que, em conjunto com o aumento da temperatura, intensificando a taxa metabólica desses seres acelera o consumo de OD disponível (Fiorese *et al.*, 2019). Isso se reflete no aumento do parâmetro de DBO5/20, que representa a quantidade de oxigênio utilizada pelos microrganismos para decompor a matéria orgânica presente na água (Santos, G.*et al.*, 2020), de modo que um aumento no teor de matéria orgânica pode ter um impacto direto nos teores de OD do ambiente.

Os níveis de DBO5/20 permaneceram dentro dos níveis permitidos durante 4 dos 7 meses de amostragem e mantiveram médias aceitáveis em ambas as estações. No entanto, quatro PA excederam o limite máximo permitido em pelo menos um mês (Gráfico 2), com diferenças significativas observadas entre as estações.

A correlação de Spearman (Gráfico 3) demonstrou correlações significativas ($\rho \geq 0,6$) entre PA e coliformes totais (CTO) ($\rho = 0,799$) e sólidos totais dissolvidos (STD) ($\rho = 0,637$), entre EA e

turbidez (TU) ($\rho = 0,868$) e DBO5/20 (0,679), entre CTO e STD ($\rho = 0,632$), entre coliformes termotolerantes (CTE) com TU ($\rho = 0,629$) e STD ($\rho = 0,661$) e correlação negativa entre DBO5/20 e temperatura.

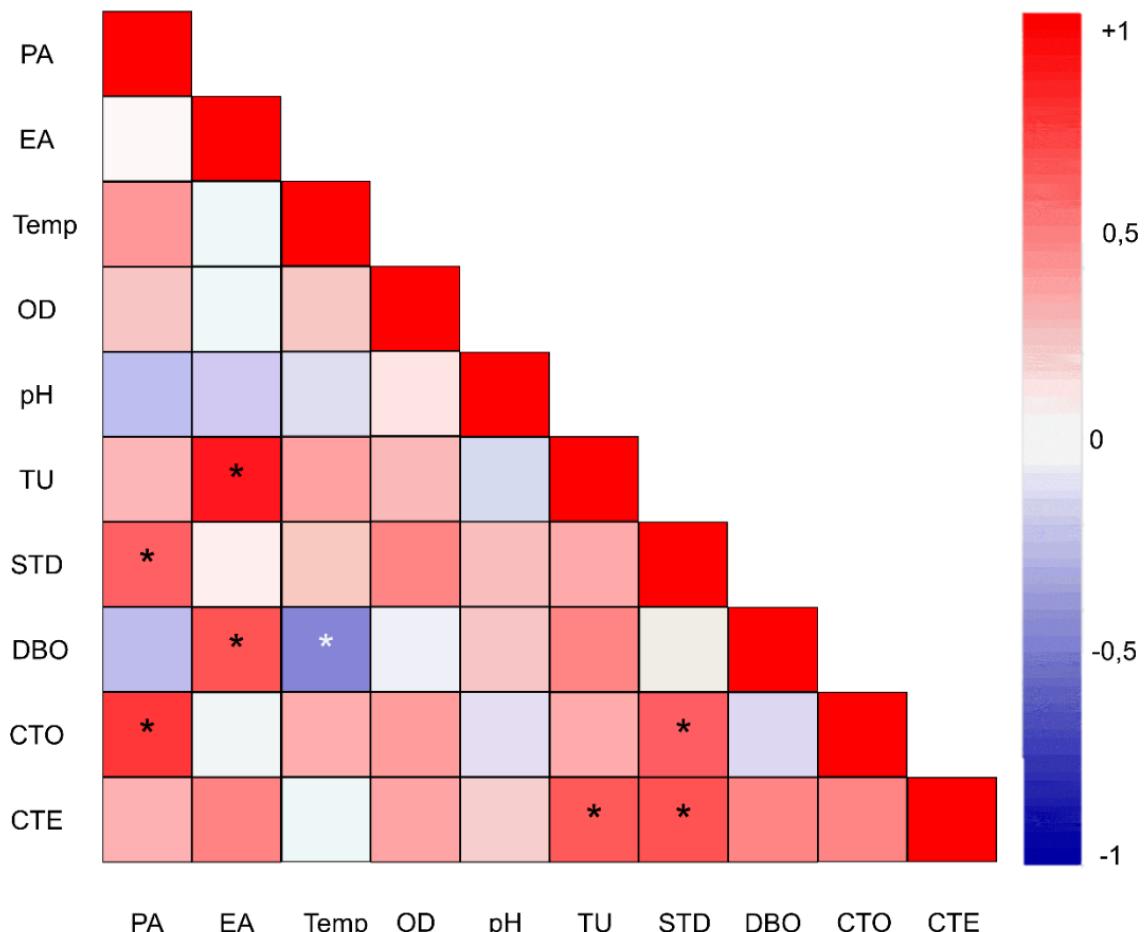
Gráfico 2 – Níveis de DBO5/20 no perímetro urbano do rio Lontra em Araguaína, Tocantins, por postos de amostragem, junto com os níveis indicados pela legislação vigente



Apesar das médias, os valores acima dos limites permitidos, principalmente durante o período chuvoso, resultaram no alto coeficiente de correlação entre esses fatores. Isso revela uma dinâmica de escoamento difuso de matéria orgânica proveniente do interior da cidade, possivelmente ocasionada pela lavagem de vias públicas, e consequente contaminação de corpos hídricos adjacentes por matéria orgânica, metais e patógenos (Belluta *et al.*, 2020; Polo *et al.*, 1998).

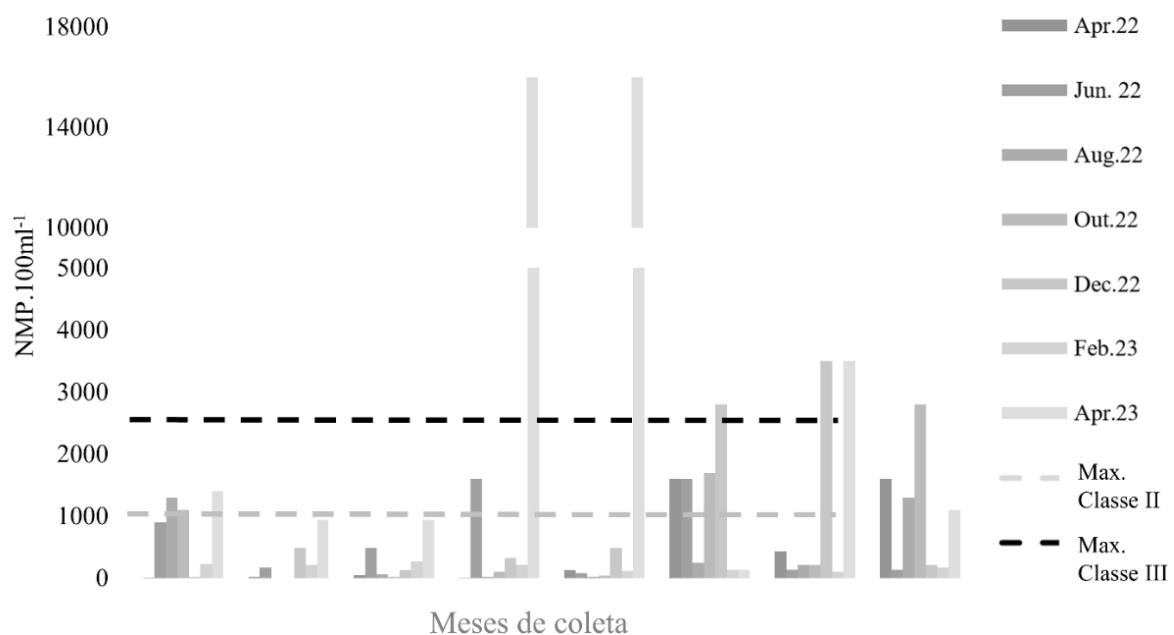
Este cenário também se reflete nos níveis elevados de CTE encontrados neste estudo, que excederam tanto o limite máximo para águas de classe II, à qual o Rio Lontra pertence, quanto o limite para classe III, categorizando o perímetro estudado como categoria IV (Gráfico 4), na qual os usos de balneabilidade e recreação de contato secundário não são permitidos. Embora os níveis de CTE máximos sejam de $16.000 \text{ NMP} \cdot \text{ml}^{-1}$, nos postos 4 e 5, este foi o limite de análise deste estudo, indicando uma séria contaminação de origem fecal nestes postos, refletida neste alto índice de CTE.

Gráfico 3 – Matriz de correlação de Spearman para os parâmetros analisados no perímetro urbano do Rio Lontra na cidade de Araguaína, TO.



PA: Pontos de amostragem; EA: Estação do ano; Temp: Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$); OD: Oxigênio Dissolvido (mgL^{-1}); TU: Turbidez (NTU); STD: Sólidos Totais Dissolvidos (mgL^{-1}); DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio(mgL^{-1}); CTO: Coliformes Totais (NMP.100ml^{-1}); CTE: Coliformes Termotolerantes (NMP.100ml^{-1}). (*) Coeficiente de correlação $\geq 0,6$; ($p \leq 0,05$).

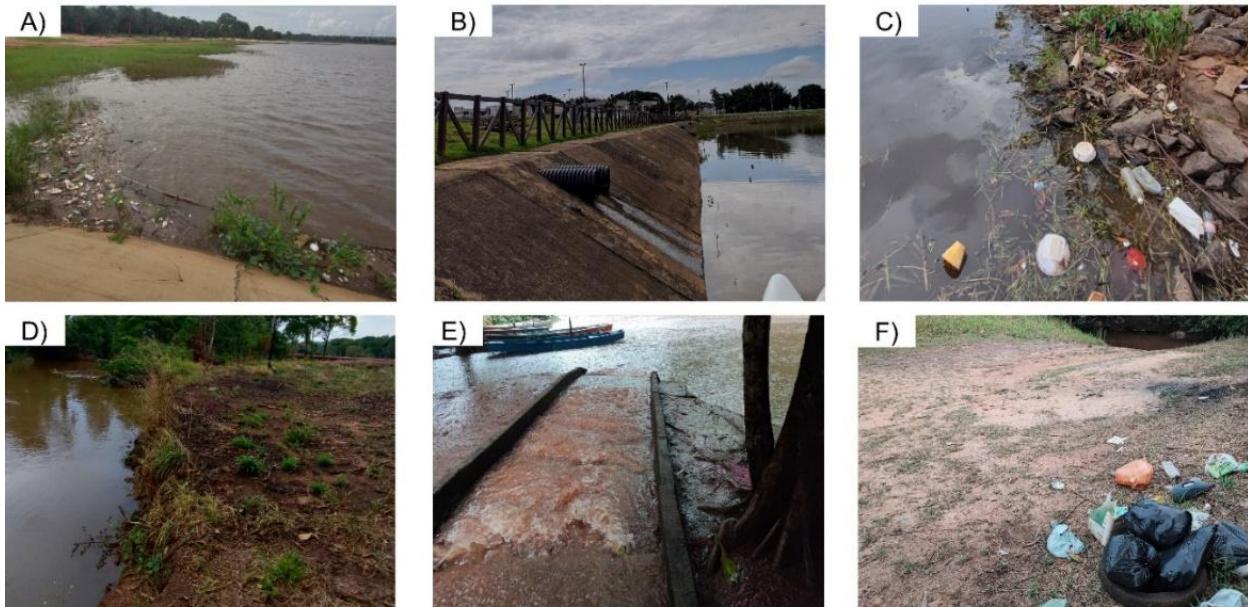
Gráfico 3 – Níveis de coliformes termotolerantes no perímetro urbano do Rio Lontra na cidade de Araguaína, Tocantins, por pontos de amostragem, juntamente com os níveis indicados pela legislação vigente.



Nesse aspecto, o coeficiente de correlação entre CTE, PA e EA, indicam maiores índices de CTE nos pontos próximos aos córregos interiores ao município de Araguaína, principalmente ao córrego Neblina, sugerindo que a contaminação desses córregos se estenda também ao Rio Lontra. Esse cenário se torna ainda mais evidente analisando-se a situação na qual se encontram esses ambientes (Figura 2).

Esses achados tornam-se mais evidentes analisando-se a bibliografia existente. Estudos realizados no córrego neblina, um dos principais afluentes urbanos, já indicavam forte contaminação química e fecal, que refletem o despejo de efluentes urbanos, ocupação desordenada, descaso da comunidade e do poder público como principais fontes dessa contaminação (Dias; Pereira, 2014; Saviato; Guimarães Júnior; Lima, 2022). Assim como no córrego Baixa Funda, onde foram encontrados níveis de CTE muito próximos ao limite máximo para águas de classe II, juntamente com intensa atividade antrópica (Barbosa; Rubin de Rubin, 2020). (Figura 3). Os autores destacam o desconhecimento dos princípios básicos de ocupação urbana ordenada e a falta de políticas públicas voltadas à educação ambiental.

Figura 2 – Impactos antropogênicos visíveis nos postos de amostragem do rio Lontra em Araguaína, Tocantins



(A) Deposição de resíduos no ponto 2; (B) Água de drenagem de via pública no ponto 3; (C) Acúmulo de plástico no ponto 4; (D) Ausência de vegetação ripária no ponto 6; (E) Escoamento de água no ponto 7; (F) Acúmulo de resíduos orgânicos e sólidos no ponto 8.

Fonte: Autoria própria (2024).

Infelizmente, essa realidade não é exclusiva de Araguaína, Tocantins. Mesmo com legislações aplicadas ao manejo ambiental, contaminações de rios da Amazônia Legal são uma realidade comum (Pacífico Filho *et al.*, 2020). Esta região político-administrativa apresenta um crescimento populacional maior do que a oferta de saneamento básico (Giatti; Cutolo, 2012), resultando em um percentual significativo da população sem coleta de esgoto, que atinge 99,4% em algumas cidades importantes, além da falha na coleta seletiva de resíduos, o que aumenta a poluição dos ambientes naturais ao redor dessas (Pacífico Filho *et al.*, 2020).

Além da contaminação ambiental, esse quadro acarreta surtos de doenças de veiculação hídrica, relacionadas à falta de saneamento básico ou ao seu funcionamento precário, resultando em um alto número de mortes anuais, principalmente em estados da Amazônia Legal (Teixeira *et al.*, 2014). No entanto, o estado do Tocantins, que não foge a esse padrão, apresenta 90,6% de seus municípios sem serviço de esgotamento, e o sistema em funcionamento nos demais municípios está parcialmente operacional (IBGE, 2020), o que desafia a preservação da biodiversidade e o manejo dos recursos naturais da região.

Figura 3 – Principais córregos adjacentes à área de estudo, juntamente com os principais impactos observados



Fonte: Autoria própria (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de sua importância, os desafios relacionados à contaminação ambiental no Rio Lontra são evidentes. Durante todo o período de coleta, os resultados da contagem de coliformes termotolerantes ultrapassou o limite máximo para recreações de contato primário, deixando claro o risco para a população local. Além disso, foram os impactos das atividades humanas próximas ao rio, como represamento, escoamento superficial e desmatamento, se refletiram nos índices físico-químicos. Os pontos de amostragem exibiram consistentemente o acúmulo de lixo plástico, metálico e orgânico, corroborando com a literatura científica local. Essa realidade contribui para a possível presença de patógenos e contaminantes ambientais, representando uma séria ameaça à saúde pública e ambiental da região. Este estudo representa um dos poucos estudos quantitativos sobre a saúde ambiental no Tocantins. Portanto, são necessários estudos mais abrangentes e aprofundados visando a melhoria da gestão ambiental, implementação de medidas de conservação para a saúde do Rio Lontra e intensificar a educação ambiental da população.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Associação Guardiões do Rio, atuante na região do rio Lontra, em especial à Sra. Ilza, pelo apoio essencial durante as campanhas de coleta e pela colaboração nas articulações com a comunidade local.

Este estudo foi financiado pelo Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD/Amazônia), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. C. DE; RODRIGUES, L. R.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. A. DE O. Lago Guaíba: uma análise histórico-cultural da poluição hídrica em Porto Alegre, RS, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 229–237, 2019. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019155281>

ARCOS, N. A.; DA CUNHA, B. H. Índice de qualidade de água (IQA) e balneabilidade em praias de água doce no rio Negro, Manaus (Amazonas). **Revista Espinhaço**, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7108333>

BARBOSA, L.; RUBIN DE RUBIN, J. C. Diagnóstico ambiental da bacia do córrego Baixa Funda em Araguaína – TO. **Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 47, n. 1, p. 7443, 2020. <https://doi.org/10.18224/evs.v47i1.7443>

BATISTA, L. F.; MONTE, C. N.; CORREA, E. S.; NASCIMENTO, T. S. R.; COSTA, I. Avaliação da qualidade da água superficial em uma microbacia periurbana do município de Santarém, PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 117–133, 2022. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0011>

BELLUTA, I.; COELHO, J. C.; JESUS, S. A.; CARVALHO, L. R.; WONDRAZEK, M. H. P.; CASTRO, G. R.; DOYAMA, J. T. Stormwater runoff de rodovias e áreas urbanas: Fonte principal de contaminação por metais no córrego da cascata - Botucatu (SP). **Revista Geociências**, v. 39, n. 2, p. 543–558, 2020. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v39i2.13925>

BROVINI, E. M.; QUADRA, G. R.; PARANAÍBA, J. R.; CARVALHO, L.; PEREIRA, R. O.; AQUINO, S. F. Occurrence and environmental risk assessment of 22 pesticides in Brazilian freshwaters. **Aquatic Toxicology**, v. 260, p. 106566, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106566>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - método da diluição e incubação (20 graus centígrados, 5 dias) - método de ensaio**. São Paulo, 1991. (Internet). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb-revogadas/>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo, CETESB; ANA. 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos.** São Paulo, 2018 (Internet). Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Para-enviar-ao-PCSM -NTC-L5.202_5%C2%AAed- dez.-2018.pdf

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, CONAMA. Brasil. **Resolução Conama nº 274 de 29 de novembro de 2000.** (Internet) Brasilia DF. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/RESOLU%C3%87%C3%83O-CONAMA-n%C2%BA-274-de-29-de-novembro-de-2000.pdf>

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, CONAMA. Brasil. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.** (Internet) Brasilia DF. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_005_classificacao_corpos_agua_rfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf

DIAS, R. S. L. S.; PEREIRA, A. J. Uma discussão sobre o parque aquático 3J em Araguaína - TO, e sua relação com a qualidade de vida urbana. **Revista Cerrados**, v. 12, n. 1, p. 55–71, 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/2977>

DUTRE E SILVA, S.; DE JESUS BOAVENTURA, K.; PORFÍRIO JÚNIOR, E. D.; DE MELO E SILVA NETO, C. A última fronteira agrícola do Brasil: o Matopiba e os desafios de proteção ambiental no Cerrado. **Estudios Rurales**, v. 8, n. 15, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.48160/22504001er15.395>

FANTIN-CRUZ, I.; TONDATO, K. K.; MOTTA-MARQUES, D. Regime térmico em águas correntes e sua importância na estrutura do habitat e na biologia de organismos aquáticos. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 36, p. 295–307, 2011. <https://doi.org/10.14393/RCG113616291>

FIORESE, C. H. U.; ANDRADE, D.; AGRIZZI, E. DE M.; TORRES, H. Análise preliminar dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do córrego paraíso - Trecho urbano do distrito de Vieira Machado, em Muniz freire - ES. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, p. 22–34, 2019. Disponível em : https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2019a3

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 93–109, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000100007>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil, 2020 **Pesquisa Nacional de Saúde. PNS. (internet).** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/29540-2013-pesquisa-nacional-de-saude.html?edicao=9161&t=resultados>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil, 2022. **Informações sobre o município de Araguaína, Tocantins (internet),** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/araguaina/panorama>

KAMBOJ, V.; KAMBOJ, N.; SHARMA, N. A review on general characteristics, classification and degradation of river systems. In: **ENVIRONMENTAL DEGRADATION: CAUSES AND**

REMEDIATION STRATEGIES Agro Environ Media - Agriculture and Environmental Science Academy, Haridwar, India, 2020. p. 47–62. <https://doi.org/10.26832/aesa-2020-edcrs-04>

MCRAE, L.; DEINET, S.; FREEMAN, R. The Diversity-Weighted Living Planet Index: Controlling for Taxonomic Bias in a Global Biodiversity Indicator. **PLOS ONE**, v. 12, n. 1, p. e0169156, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169156>

MEDEIROS, G. F.; DE SOUSA, F. A.; VALADARES, L. E. T.; SILVA, S. S. Mapeamento da susceptibilidade a erosão dos materiais inconsolidados agravado pelo escoamento superficial na bacia do Rio Lontra - TO. **Facit Business and Technology Journal**, v. 16, n. 2, p. 40–53, 2020. Disponível em: <https://revistas.faculdadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/602>

MEDEIROS, R. B.; PINTO, A. L.; ALVES, L. B. Evolução do uso e cobertura das terras e seus impactos na qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do Córrego Bonito (Mato Grosso do Sul, Brasil). **Finisterra**, v. 56, n. 117, p. 215–236, 2021. <https://doi.org/10.18055/Finis19702>

MUNIZ, D. H. D. F.; SANTANA, M. L. E. C.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Avaliação da Qualidade da Água e Condições de Balneabilidade no Médio Rio Araguaia. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 9, n. 2, p. 308–327, 2020. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p07-15>

NASCIMENTO, T. S. R.; MONTE, C. do N.; CORREA, E. S. Qualidade de água em áreas influenciadas por uma estação de tratamento de esgoto na Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 9, p. 146–160, 2021. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0012>

OLIVEIRA, E. F. C. de; OLIVEIRA, J. F. de; SILVA, J. A. F. da. Legal Amazon, sustainable use and environmental surveillance “systems”: historical legacy and future prospects. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, v. 56, n. 1, p. 49–64, 2020. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200680>

ORONA-NÁVAR, C., GARCIA-MORALES, R., LOGE, F. J., MAHLKNECHT, J., AGUILAR-HERNÁNDEZ, ORNELAS-SOTO, N. Microplastics in Latin America and the Caribbean: A review on current status and perspectives. **Journal of Environmental Management**, v. 309, p. 114698, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114698>

PACÍFICO FILHO, M., BORGES, T. P., TELES, M. P. L., CANÇADO, A. C. Cidades Médias na Amazônia Legal: Araguaína/TO, Imperatriz/MA e Marabá/PA – indutoras de desenvolvimento e desigualdades. **Redes**, v. 25, n. 4, p. 1477–1503, 2020. <https://doi.org/10.17058/redes.v25i0.15139>

PAIVA, G. A.; ROVEDA, A. P.; MONTEIRO, A. P.; CARDOSO, M. A. Análise microbiológica e físico-química da água em lagos e córregos urbanos do município de Alta Floresta – MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 19, n. 2, p. 98–101, 2021. <https://doi.org/https://doi.org/10.30681/rcaa.v19i2.5970>

POLO, F., FIGUEIRA, M. J., INZA, I., SALA, J., FLEISHER, J. M., GUARRO, J. Relationship between presence of *Salmonella* and indicators of faecal pollution in aquatic habitats. **FEMS Microbiology Letters**, v. 160, n. 2, p. 253–256, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1998.tb12919.x>

SANTOS, G. B., VALENTINI, M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. de L.; VIANA, F. V.; CORRÊA, M. G.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; LEANDRO, D.; VIEIRA, B. M. Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade da água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 287–299, 2020. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x3020>

SANTOS, R. C. L., LIMA, A. S., CAVALCANTI, E. B., DE MELO, C. M., MARQUES, M. N. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 33–46, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017159832>

SANTOS, T.; BASTIAN, R.; FELDEN, J.; RAUBER, A. M.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; MELLO, F. T. First record of microplastics in two freshwater fish species (*Iheringhthys labrosus* and *Astyanax lacustris*) from the middle section of the Uruguay River, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 32, n. 26, 2020. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X3020>

SCHÄFER, A. Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais. 1 Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 532 p. ISBN 85-7025-111-4.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. Tocantins. **Serviços de consultoria para elaboração do plano de recursos hídricos das bacias dos rios Lontra e Corda, na região do bico do papagaio/TO – PDRHLC**. 2002. Disponível em: <https://www.to.gov.br/semarh/plano-da-bacia-hidrografica-do-rio-lontra-e-corda/cls4gv7waat>

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Tocantins. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins**. 2011. Disponível em: <https://www.to.gov.br/semarh/plano-estadual-de-recursos-hidricos/5v8vkvw5a5hn>

SILVA, G. M.; MENDES, M. F. Análise da dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no município de Araguaína/TO. **Revista GeoPantanal**, v. 28, p. 159–171, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/revgeo/article/view/11300>

SOUZA, L. C.; ANDRADE, W. C. D. DE S.; BRITO, E. P. O lago azul como potencialidade turística/lazer. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 2, n. 3, p. 83–102, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/649>

TEIXEIRA, J. C., OLIVEIRA, G. S., VIALI, A, DE M., MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 87–96, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010>

THOMAZ, D.; CECCONELLO, S. T.; CENTENO, L. N. Avaliação espaço-temporal da qualidade da água do Rio Comandaiá, através do Índice de Qualidade da Água. **Revista Thema**, v. 22, n. 1, p. 79–103, 2023. <https://doi.org/10.15536/thema.V22.2023.79-103.3068>

TIWARI, A., OLIVER, D. M., BIVINS, A., SHERCHAN, S. P., Pitkänen, T. Bathing Water Quality Monitoring Practices in Europe and the United States. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, p. 5513, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115513>

WHEATON, F. W. **Aquacultural engineering**. New York: Wiley-Interscience, 1977. 708 p.
ISBN 047193755X. Disponível em:

https://archive.org/details/aquaculturalengi0000whea_d4e5/page/n3/mode/2up