



## Análises dos efeitos antrópicos na determinação do Índice do Estado Trófico (IET) de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil

Roger Francisco Ferreira de Campos <sup>1\*</sup>, Daniel Moretto <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutor em Engenharia Civil, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Brasil. (\*Autor correspondente: roger@uniarp.edu.br)

<sup>2</sup>Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Brasil.

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 22/04/2025 – Revisado em: 18/05/2025 – Aceito em: 23/05/2025

### RESUMO

Ao longo dos últimos anos, os cursos d'água na América do Sul têm sofrido alterações na qualidade hídrica, principalmente em decorrência do crescimento industrial e populacional desordenado. Esse cenário resulta em impactos ambientais negativos, com destaque para o lançamento irregular de efluentes industriais e domésticos, além de escoamentos superficiais oriundos de atividades agrícolas e de mineração. Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar a relação entre o município de Caçador e o Rio do Peixe, utilizando o Índice de Estado Trófico (IET) como ferramenta de avaliação da qualidade do recurso hídrico. Para o desenvolvimento do estudo foram selecionados 10 pontos estratégicos ao longo do percurso do rio, abrangendo áreas urbanas e rurais do município, onde foram medidos parâmetros como clorofila-*a*, condutividade elétrica e fósforo total. Os resultados indicam que o município de Caçador impacta a qualidade da água do Rio do Peixe, evidenciado pelos valores de IET e pelos níveis de condutividade elétrica e fósforo total. No entanto, durante o período de análise, não foi detectada a presença de clorofila-*a* nas amostras. Com base nos dados obtidos, conclui-se que não houve grande variabilidade nas concentrações do IET ao longo dos diferentes pontos analisados, sugerindo a necessidade de aprimorar os métodos de coleta, considerando a espacialização e o número de pontos monitorados para uma classificação mais precisa do IET.

**Palavras-Chaves:** Índice de Estado Trófico, eutrofização, impacto antrópico, qualidade da água.

## Analysis of anthropogenic effects on the determination of the trophic state index of a lotic system: Rio do Peixe, Santa Catarina, Brazil

### ABSTRACT

Over the past few years, watercourses in South America have experienced changes in water quality, primarily due to unregulated industrial and population growth. This scenario has resulted in negative environmental impacts, notably the irregular discharge of industrial and domestic effluents, as well as surface runoff from agricultural and mining activities. Therefore, this study aims to analyze the relationship between the municipality of Caçador and the Rio do Peixe, using the Trophic State Index (TSI) as a tool for assessing the quality of this water resource. To conduct the study, 10 strategic points were selected along the river's course, covering both urban and rural areas of the municipality. At these points, parameters such as chlorophyll-*a*, electrical conductivity, and total phosphorus were measured. The results indicate that the municipality of Caçador impacts the water quality of the Rio do Peixe, as evidenced by TSI values and levels of electrical conductivity and total phosphorus. However, during the analysis period, chlorophyll-*a* was not detected in the samples. Based on the data obtained, it is concluded that there was no significant variability in TSI concentrations across the different points analyzed, suggesting the need to improve sampling methods, considering spatial distribution and the number of monitoring points for a more accurate classification of the TSI.

**Keywords:** Trophic State Index, eutrophication, anthropogenic impact, water quality.

Campos, R.F.F, Moretto, D. (2025). Análises dos efeitos antrópicos na determinação do Índice do Estado Trófico (IET) de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.7, n.2, p.105-119.



## 1. Introdução

Os cursos d'água na América do Sul têm sofrido alterações significativas na qualidade da água nos últimos anos, principalmente em decorrência do crescimento industrial e da expansão desordenada dos centros urbanos (Dantas, 2005). Esse cenário evidencia a necessidade de um monitoramento rigoroso dos recursos hídricos, uma vez que as atividades humanas exercem impactos consideráveis sobre os rios ao longo de suas bacias hidrográficas. O lançamento de efluentes industriais, esgoto sanitário sem tratamento adequado, escoamento superficial urbano, práticas agrícolas intensivas e atividades de mineração são alguns dos principais fatores que comprometem a qualidade da água e a sustentabilidade desses ecossistemas (Bhuiyan et al., 2013; Reis et al., 2017; Campos, Borga & Vazquez, 2017; Schutz Wendling et al., 2018; Campos et al., 2022).

No Brasil, os conflitos pelo uso dos recursos hídricos têm se intensificado, refletindo a crescente preocupação com a capacidade dos rios de atender a múltiplas demandas, como irrigação, navegação, abastecimento humano e animal, transposição de bacias e geração de energia hidrelétrica (Silva; Galvêncio & Almeida, 2010; Silva et al., 2024). Dentre esses desafios, destaca-se a questão do saneamento básico, especialmente o tratamento e a destinação do esgoto sanitário, que desempenham um papel central na degradação da qualidade dos corpos d'água e no agravamento dos conflitos pelo uso da água (Campos & Kuhn, 2021; Campos & Bacarolli, 2023).

O Brasil enfrenta dificuldades no gerenciamento adequado do esgoto sanitário, visto que, na maioria das cidades, os efluentes domésticos são despejados em corpos hídricos sem tratamento eficiente, gerando impactos negativos para a saúde pública e para os ecossistemas aquáticos (Eisenberg, Bartram & Wade, 2016). No município de Caçador, Santa Catarina, o Plano de Saneamento Básico de Caçador (PSBC) apresenta dados alarmantes: 70,71% da população utiliza fossas e filtros, enquanto apenas 24,37% estão conectadas à rede de esgoto pluvial. No total, 95,08% do município está em conformidade com o PSBC, mas 4,92% ainda fazem uso de sistemas inadequados, sendo 2,48% por meio de valas e 1,57% com despejo direto em lagos ou no Rio do Peixe. Além disso, 1,609% dos efluentes são despejados sem qualquer tipo de tratamento, contribuindo diretamente para a contaminação das águas locais (Caçador, 2009). A situação é ainda mais crítica na zona rural, onde 49,90% da população utiliza poços negros, 44,06% empregam fossas e filtros biológicos, e 1,61% não possui nenhum tipo de tratamento sanitário, resultando em um impacto ambiental significativo sobre os cursos d'água da região (Campos, Borga & Mello, 2017).

Campos e Bacarolli (2023) destacam que a qualidade da água do Rio do Peixe é impactada negativamente pelo lançamento de esgoto sanitário e efluentes industriais, resultado da interação com a área urbana do município de Caçador/SC. Diante desse cenário, avaliações ambientais tornam-se essenciais para fornecer uma visão abrangente da qualidade dos recursos hídricos, promovendo conscientização pública e embasando a adoção de medidas eficazes para mitigar os impactos ambientais (Lovett et al., 2007). O aumento da pressão sobre os mananciais e cursos d'água reforça a necessidade de estratégias de manejo sustentável, aliadas à realização de coletas periódicas de dados para monitoramento e análise da evolução da qualidade da água. Essas coletas, geralmente extensas e compostas por diversos parâmetros físico-químicos e biológicos, demandam metodologias eficientes para síntese e interpretação dos resultados. Nesse contexto, o Índice de Estado Trófico (IET) surge como uma ferramenta fundamental, permitindo a avaliação da qualidade da água de maneira sistemática e facilitando o processo de tomada de decisão para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos (Poonam, Tanushree & Sukalyan, 2013; Marques, Barros & Moraes, 2015).

A aplicação do Índice de Estado Trófico (IET) não apenas reflete o impacto das atividades antrópicas sobre os corpos hídricos, mas também fornece subsídios valiosos para o planejamento e a implementação de estratégias de manejo sustentável. Esse índice classifica a qualidade da água com base nas concentrações de nutrientes presentes nos ecossistemas aquáticos, auxiliando na compreensão das interações bióticas e abióticas e na definição de ações para a conservação dos recursos hídricos (Fia et al., 2009; Raulimo & Andrade, 2024).

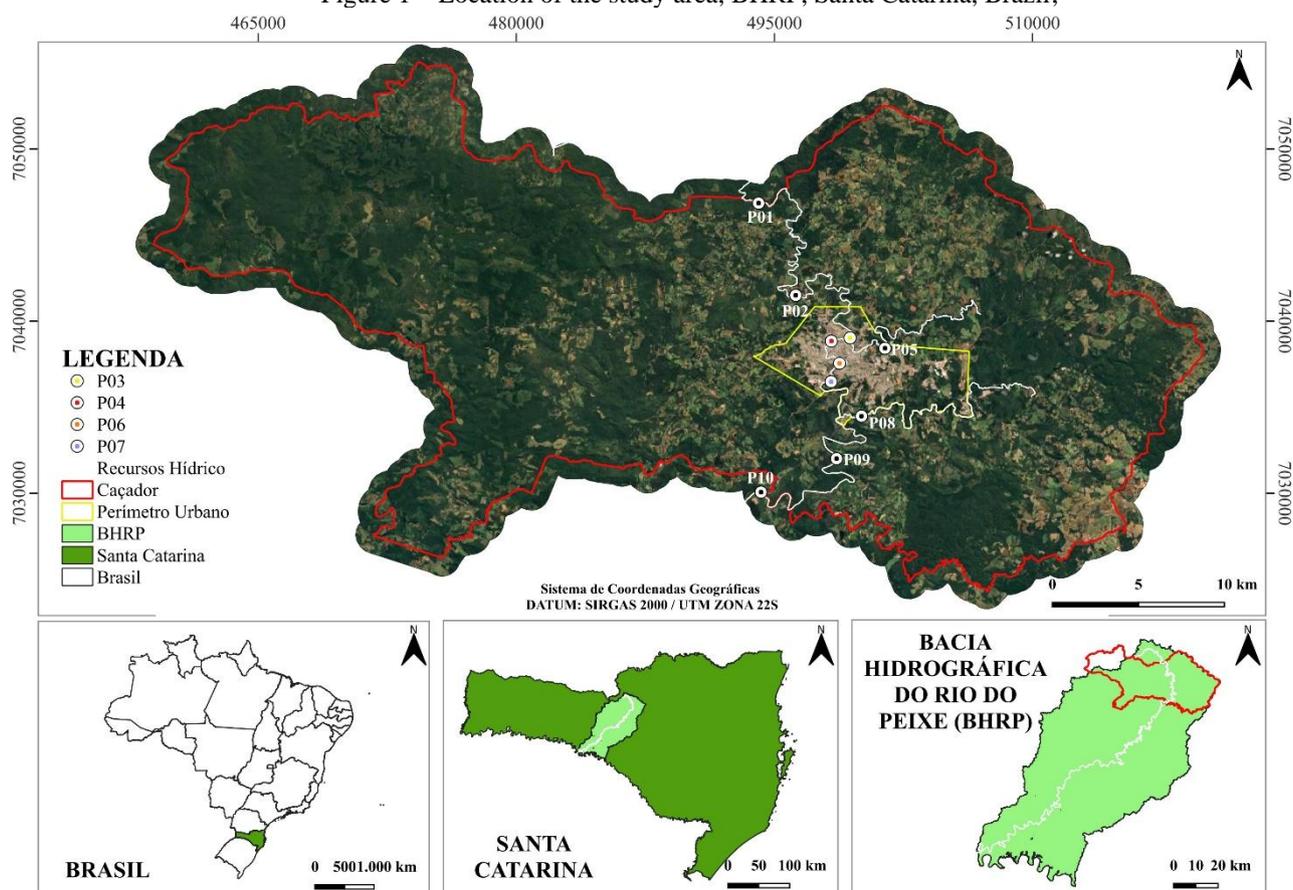
Desenvolvido para mensurar a qualidade da água considerando, especialmente, os impactos do lançamento de esgoto sanitário, o IET é uma ferramenta indispensável para a formulação de políticas públicas voltadas à proteção dos cursos d'água (Batista et al., 2014). Diante da relevância desse tema, o presente estudo tem como objetivo avaliar a interação entre o município de Caçador e o Rio do Peixe, utilizando o Índice de Estado Trófico como indicador da qualidade desse recurso hídrico.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área do estudo

O estudo foi realizado no percurso do Rio do Peixe, localizados na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe (BHRP), no meio oeste catarinense, conforme ilustrado na Figura 1.

**Figura 1** – Localização da área do estudo, BHRP, Santa Catarina Brasil;  
Figure 1 – Location of the study area, BHRP, Santa Catarina, Brazil;



**Fonte:** Autores (2025).  
**Source:** Authors (2025).

O Rio do Peixe situa-se a uma altitude média de aproximadamente 876 metros. Suas coordenadas geográficas variam entre as latitudes 26°36'24''S e 27°29'19''S, e as longitudes 50°48'04''W e 50°53'57''W. A bacia hidrográfica abrange uma área de 5.238 km<sup>2</sup>, com um perímetro estimado em 425 km. A população

total é de cerca de 385.160 habitantes, distribuída em 21% na zona rural e 79% na zona urbana (Barros & Barbosa, 2016).

A vegetação predominante na região é composta por floresta estacional decidual e floresta ombrófila mista. Contudo, grande parte da vegetação original foi substituída por vegetação secundária, em decorrência de processos de desmatamento voltados à formação de vilas, exploração madeireira, agricultura, pecuária e reflorestamentos com espécies exóticas. Atualmente, observa-se a presença de pastagens, áreas agrícolas, capoeiras e capoeirões ao longo do curso do rio (Barros & Barbosa, 2016).

Para o monitoramento do Rio do Peixe, foram selecionados 10 pontos amostrais ao longo de seu percurso na área urbana do município, com base em sua interação com a dinâmica antrópica local (Figura 1 e Tabela 1).

**Tabela 1** - Pontos determinados para coleta de análise de água;  
Table 1 – Designated points for water sampling analysis;

Coordenadas			
Pontos	Longitude (S)	Latitude (W)	Altitude (m)
1	26°41'57.73"	51° 3'33.65"	856
2	26°44'52.10"	51° 2'16.09"	894
3	26°46'12.52"	51° 0'21.56"	900
4	26°46'32.24"	50° 59'8.39"	903
5	26°46'19.06"	51° 01'0.70"	895
6	26°46'47.13"	51° 1'12.10"	894
7	26°47'0.15"	51° 0'44.34"	892
8	26°47'34.86"	51° 01'1.40"	893
9	26°48'40.39"	50°59'57.69"	803
10	26°51'4.36"	51° 3'30.21"	811

Fonte: Autores (2025).  
Source: Authors (2025).

Dois dos pontos de amostragem estão localizados a montante e dois a jusante da área urbana, enquanto os demais situam-se nos afluentes Rio Caçador e Rio Castelhana, ambos com conexão direta ao trecho analisado. Quatro desses pontos apresentam interação direta com a área urbana do município de Caçador.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

O monitoramento foi realizado por meio da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos, com três campanhas de coleta, realizadas em intervalos de sete dias. As coletas de água foram realizadas em garrafas de água âmbar de 1 litro, todas as coletas foram realizadas na parte da manhã, em horário variando de 6 às 8 horas, conforme NBR 9898 (ABNT, 1987). As análises da água foram realizadas no Laboratório de Análises Química da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP) do município de Caçador – SC.

O IET auxilia na visualização geral do grau de trofia (nutrição) e seu efeito na qualidade da água. O IET será determinado com os resultados de clorofila-*a* (CL) e fósforo total (PT), seguindo o método descrito por (Alves et al., 2012).

As Equações 1, 2 e 3 serão utilizadas para a determinação do IET.

$$IET (PT) = 10 * \{ 6 - [(0,42 - 0,36 * \ln (PT)) / \ln (2)] \} - 20 \quad (1)$$

$$IET (CL) = 10 * \{ 6 - [(-0,7 - 0,6 * \ln (CL)) / \ln (2)] \} - 20 \quad (2)$$

$$IET = (IET (PT) + IET (CL)) / 2 \quad (3)$$

Onde:

IET (PT) é o índice de estado trófico determinado para o fósforo;

IET (CL) é o índice de estado trófico determinado para a clorofila-*a*;

PT é a concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g L}^{-1}$  e;

CL é a concentração de clorofila-*a* medida à superfície da água, em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

A partir dos cálculos efetuados os resultados serão comparados com a classificação da qualidade do corpo receptor, parametrizado de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2** - Classificação do estado de trofia;

Table 2 – Trophic status classification;

Ponderação	Categoria	Características
$\leq 47$	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água;
$47 < \text{IET} = 52$	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes;
$52 < \text{IET} = 59$	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos;
$59 < \text{IET} = 63$	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos;
$63 < \text{IET} = 67$	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos;
$\geq 67$	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Lamparelli (2004, p. 13).

Source: Lamparelli (2004, p. 13).

O IET será realizado através de coletas semanais, totalizando 3 coletas a cada 15 dias. Complementando o IET, será realizado o monitoramento *in loco* do parâmetro de condutividade elétrica, com uma sonda devidamente calibrada. Em laboratório serão analisados os parâmetros de fósforo total e clorofila-*a* (APHA, 2017), conforme Tabela 3.

**Tabela 3** - Parâmetros, unidades e métodos de análises a serem empregados no estudo;

Table 3 – Parameters, units, and analytical methods to be used in the study

Parâmetros	Unidade	Método
Condutividade Elétrica	$\mu\text{s cm}^{-1}$	Sonda
Fósforo Total	$\text{mg L}^{-1}$	Colorimétrico
clorofila- <i>a</i>	$\mu\text{g L}^{-1}$	Colorimétrico

Fonte: Autores (2025).

Source: Authors (2025).

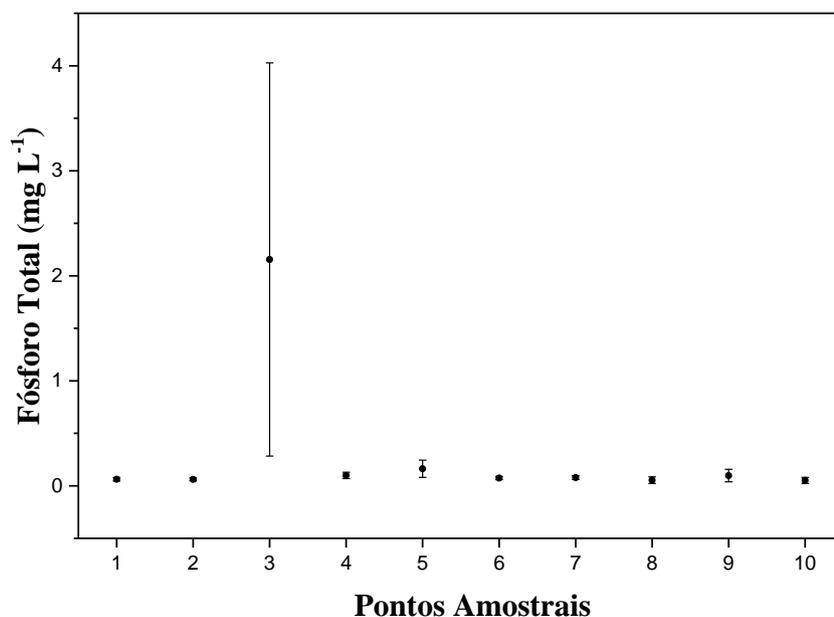
Os resultados foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Os dados serão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Para cada parâmetro analisado será desenvolvido a comparação entre as médias dos grupos experimentais utilizando análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

O estudo envolveu três etapas de coleta de amostras. A primeira foi realizada em 19 de maio de 2021, em um dia de clima chuvoso e temperaturas reduzidas. A segunda coleta ocorreu em 26 de maio de 2021, sob condições de céu claro e temperaturas variando entre 13 °C e 18 °C. A terceira e última coleta foi realizada em 4 de junho de 2021, em um dia nublado, com temperaturas entre 16 °C e 20 °C.

Ao longo do estudo, não foi detectada a presença de clorofila-*a*, parâmetro amplamente utilizado como indicador da qualidade da água. Segundo Marino (2017), a ausência de clorofila-*a* pode ser interpretada como um indicativo positivo de qualidade hídrica, uma vez que reflete baixa produtividade biológica e reduzido risco de eutrofização. Complementarmente, estudos como os de Toledo e Nicolella (2002) e Zanini et al. (2010) demonstram que a concentração de clorofila-*a* tende a aumentar proporcionalmente aos teores de fósforo total nos corpos d'água, devido à sua função essencial no crescimento do fitoplâncton. Dessa forma, a não detecção de clorofila-*a* nos pontos amostrados pode estar relacionada aos baixos níveis de fósforo total observados na Figura 2.

**Figura 2** - Análise da concentração de fósforo total ( $\text{mg L}^{-1}$ ) nos pontos amostrais;  
Figure 2 – Analysis of total phosphorus concentration ( $\text{mg L}^{-1}$ ) at the sampling points;



**Fonte:** Autores (2025).  
**Source:** Authors (2025).

Os valores de fósforo total observados nos pontos amostrais variaram entre 0,033 e 4,280  $\text{mg L}^{-1}$ . De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, os limites máximos aceitáveis de fósforo total para corpos d'água de classe II devem ser inferiores a 0,1  $\text{mg L}^{-1}$ . No entanto, os pontos 3, 4, 5 e 9 apresentaram concentrações superiores ao valor estabelecido pela legislação ambiental, configurando situações de potencial

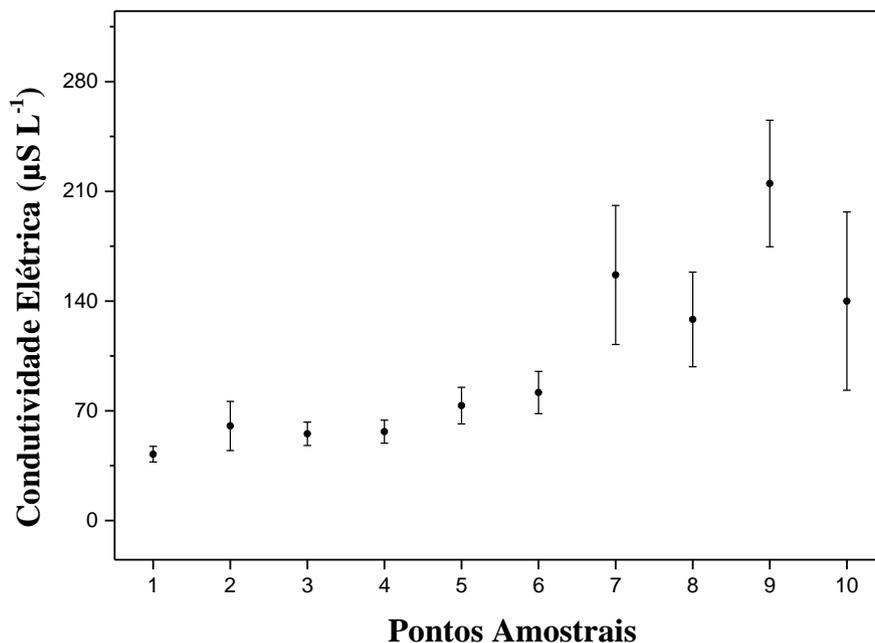
risco à qualidade da água e aos processos ecológicos aquáticos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Farage et al. (2010), em estudo realizado no Rio Pomba, onde os níveis de fósforo total ultrapassaram significativamente os limites legais, atingindo até  $586 \text{ mg L}^{-1}$ . Os autores atribuíram tais elevações à intensa carga difusa e pontual proveniente de grandes centros urbanos, bem como ao escoamento superficial de áreas urbanas e rurais durante eventos pluviais, que transportam sedimentos orgânicos e dejetos animais para o leito do rio. Embora no presente estudo as concentrações não tenham excedido  $4,5 \text{ mg L}^{-1}$ , os resultados apontam, assim como no caso do Rio Pomba, para a necessidade de investigar as fontes potenciais de aporte de fósforo nos pontos críticos.

Segundo Cardoso e Novaes (2013), o aumento da concentração de fósforo em rios, lagos e represas tem se intensificado nos últimos anos, impulsionado pelo uso indiscriminado de fertilizantes fosfatados, pela baixa eficiência na recuperação desse nutriente nos processos agrícolas e industriais, bem como pelo descarte inadequado de esgotos domésticos e industriais nos corpos hídricos. De acordo com Campos e Bacarolli (2023), o município de Caçador contribui para a degradação da qualidade da água do Rio do Peixe, especialmente em seu perímetro urbano, por meio do lançamento de efluentes sanitários e industriais. Complementarmente, Campos e Kuhn (2021) destacam que o sistema de drenagem urbana exerce influência significativa sobre a qualidade da água do rio, uma vez que o esgotamento sanitário do município é direcionado à rede de drenagem pluvial, favorecendo a contaminação do corpo hídrico.

Diante disso, torna-se essencial a implementação de ações de controle das fontes de contaminação difusa e pontual, bem como o fortalecimento da fiscalização ambiental, de modo a prevenir o agravamento do processo de eutrofização e assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos. A Figura 3 apresenta os resultados da condutividade elétrica medidos no período amostral.

**Figura 3** - Análise da condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) nos pontos amostrais;  
Figure 3 – Analysis of electrical conductivity ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) at the sampling points;



Fonte: Autores (2025).  
Source: Authors (2025).

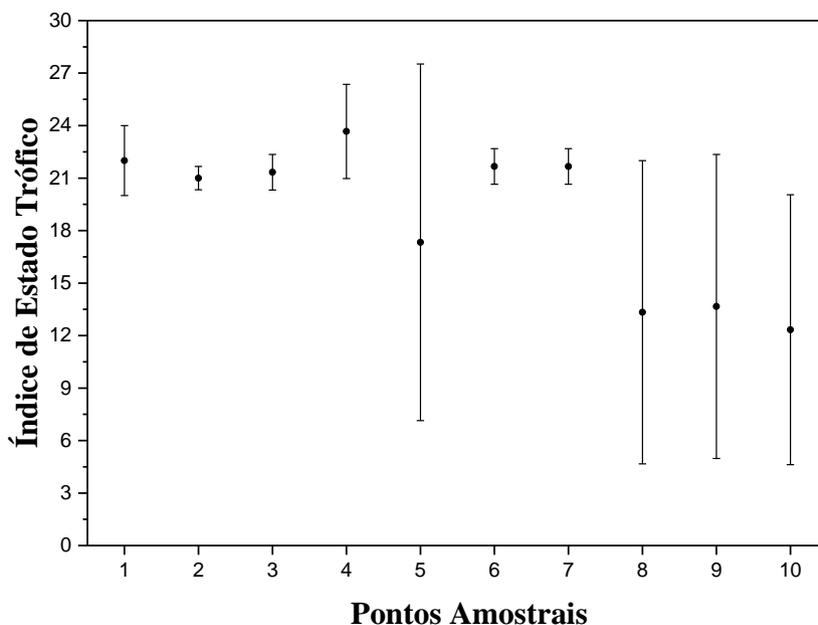
Os valores de condutividade elétrica observados ao longo do estudo variaram entre 34,7 e 271  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabeleça limites específicos para condutividade elétrica, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) recomenda que, para corpos d'água enquadrados como classe 3, valores superiores a 100  $\mu\text{S cm}^{-1}$  podem indicar o lançamento de efluentes no corpo hídrico (CETESB, 2009). No presente estudo, os pontos 7, 8, 9 e 10 apresentaram valores de condutividade acima desse limite de referência, sugerindo possível influência de descargas pontuais, como efluentes domésticos ou industriais. Essa situação contrasta com os resultados de Andrietti et al. (2016), que analisaram os índices de qualidade da água e o estado trófico do Rio Caiabi, no estado de Mato Grosso, e não observaram excedentes nos valores de condutividade elétrica em relação aos limites preconizados pela CETESB. Campos e Bacarolli (2023) identificaram valores semelhantes de condutividade elétrica na avaliação da qualidade da água do Rio do Peixe, tanto em áreas urbanas quanto rurais do município de Caçador/SC, variando entre 10 e 180  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

Segundo Maia et al. (1998), a interpretação da condutividade elétrica deve considerar não apenas os valores absolutos, mas também fatores como a localização geográfica, o período de coleta e, principalmente, a origem do manancial. As taxas de evaporação e precipitação influenciam diretamente a concentração de íons dissolvidos na água, podendo gerar variações sazonais nos valores de condutividade.

Portanto, oscilações entre diferentes campanhas de amostragem podem refletir alterações nas condições climáticas e no aporte de contaminantes, sendo necessário o monitoramento contínuo para identificar tendências e origens dos impactos. A Figura 4 apresenta os resultados do IET medidos no período amostral.

**Figura 4** - Classificação do IET nos pontos amostrais;

Figure 4 – Classification of the Trophic State Index at the sampling points;



**Fonte:** Autores (2025).

Source: Authors (2025).

Os valores do Índice do Estado Trófico (IET) obtidos no presente estudo variaram entre 0,00 e 43,40. Todos os pontos amostrais enquadram-se na categoria ultraoligotrófica, que representa corpos hídricos com baixíssima produtividade e concentrações mínimas de nutrientes. No estudo de Farage et al. (2010), que avaliou o IET com base no fósforo total em diferentes pontos do Rio Pomba, foram observados valores

significativamente mais elevados do que os registrados neste trabalho. Enquanto o presente estudo manteve-se integralmente na faixa ultraoligotrófica, o estudo no Rio Pomba apresentou classificações variando de ultraoligotrófico a hipereutrófico. Essa ampla variação foi atribuída à alta concentração de fósforo total identificada nas águas do Rio Pomba, influenciada por aportes antrópicos relevantes.

Segundo Buzelli e Cunha-Santino (2013), o cálculo do IET pode considerar diferentes variáveis, sendo as mais comuns: clorofila-*a* e fósforo total. Embora alguns estudos utilizem a transparência da água como critério complementar, este parâmetro pode não ser representativo do estado trófico em locais com alta turbidez de origem inorgânica, como sedimentos minerais suspensos, e não necessariamente por organismos planctônicos. No que se refere ao fósforo total, este deve ser interpretado como um indicativo do potencial de eutrofização, já que o excesso de nutrientes, especialmente o fósforo, é o principal responsável por desencadear o processo. Por sua vez, a clorofila-*a* representa a resposta biológica ao enriquecimento trófico, pois reflete a biomassa algal presente no corpo hídrico. Dessa forma, o valor médio do IET proporciona uma visão integrada da causa (nutrientes) e do efeito (crescimento biológico) do processo de eutrofização.

É fundamental que interpretação do IET leve em consideração a correspondência entre os níveis de fósforo total e de clorofila-*a*. Em ambientes onde o processo de eutrofização está estabelecido, espera-se que ambos os parâmetros se apresentem em níveis compatíveis. Em consonância com os achados do presente estudo, Andrietti et al. (2016) também classificaram as águas do rio Caiabi, no estado do Mato Grosso, como ultraoligotróficas, ainda que tenha sido detectada a presença de clorofila-*a*, o que ressalta a complexidade dos processos que envolvem a avaliação trófica e a necessidade de abordagens integradas no monitoramento da qualidade da água.

A Tabela 4 apresenta os resultados e a estatística dos parâmetros de fósforo total, condutividade elétrica, Índice de Estado Trófico (IET) e a respectiva classificação do estado trófico nos diferentes pontos amostrais.

**Tabela 4** - Análise estatística do monitoramento do IET - Valores seguidos pela mesma letra, subscrito, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de *Tukey* ( $p \leq 0,05$ );

Table 4 – Statistical analysis of TSI monitoring – Values followed by the same subscript letter do not differ significantly from each other according to *Tukey's* test ( $p \leq 0.05$ ).

PARÂMETROS/ UNIDADE DE MEDIDA	FÓSFORO TOTAL mg L <sup>-1</sup>	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA µS cm <sup>-1</sup>	IET (0-100)	PONDERAÇÃO -
Ponto 01	0,041±0,019 <sup>A</sup>	40,3±6,23 <sup>A</sup>	19,21±1,75 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 02	0,051±0,012 <sup>A</sup>	49,1±19,44 <sup>AB</sup>	20,34±1,14 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 03	0,172±1,990 <sup>A</sup>	61,9±9,29 <sup>AB</sup>	22,13±10,62 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 04	0,066±0,037 <sup>A</sup>	63,2±7,92 <sup>AB</sup>	24,68±2,65 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 05	0,047±0,101 <sup>A</sup>	83,4±14,12 <sup>AB</sup>	19,91±4,62 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 06	0,066±0,012 <sup>A</sup>	89,9±15,92 <sup>AB</sup>	21,68±1,10 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 07	0,087±0,024 <sup>A</sup>	140±55,18 <sup>BC</sup>	23,11±2,03 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 08	0,061±0,024 <sup>A</sup>	161,5±37,93 <sup>ABC</sup>	20,90±2,09 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 09	0,106±0,059 <sup>A</sup>	252±52,34 <sup>C</sup>	23,17±3,26 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
Ponto 10	0,062±0,062 <sup>A</sup>	181,7±51,49 <sup>BC</sup>	21,13±1,68 <sup>A</sup>	ultraoligotrófica
CV (%)	376,51	37,91	42,05	-

Fonte: Autores (2025).  
Source: Authors (2025).

Os resultados obtidos indicam que os valores de fósforo total e de IET não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os pontos amostrais, enquanto a condutividade elétrica demonstrou variações significativas, conforme o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), conforme demonstrado na Tabela 4.

A classificação trófica dos pontos amostrais como ultraoligotróficos, com concentrações média de fósforo total inferiores a  $0,172 \text{ mg L}^{-1}$  e valores médios de IET variando entre 19,21 e 24,68, sugere uma baixa produtividade biológica nas águas do Rio do Peixe. Esses resultados corroboram os achados de Ferreira (2014), que, ao avaliar o IET no Rio Piancó Piranhas Açu (Pombal/PB), também observou valores compatíveis com a classe ultraoligotrófica, conforme os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. No referido estudo, os autores atribuíram tais condições às variações climáticas, com destaque para o aumento da temperatura e penetração de luz durante a estiagem, favorecendo a renovação de nutrientes, e à diluição de nutrientes nos períodos chuvosos.

Apesar de o município de Caçador apresentar um perímetro urbano expressivo - condição frequentemente associada à degradação dos corpos hídricos -, os resultados indicam que, no trecho analisado, não há evidências de influência significativa da urbanização sobre a qualidade da água do Rio do Peixe, conforme os parâmetros avaliados. No entanto, ressalta-se a importância da implementação de um programa de monitoramento contínuo da qualidade da água, tanto nos pontos amostrais deste estudo quanto em outros municípios situados na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, a fim de assegurar a detecção precoce de alterações e subsidiar estratégias de gestão ambiental eficazes.

Contudo, é importante destacar que atividades antrópicas no entorno dos recursos hídricos, como o crescimento urbano desordenado, o aumento da geração de resíduos e a ocupação de áreas próximas a rios e lagos, têm ampliado a pressão sobre os ecossistemas aquáticos e gerado passivos ambientais significativos (Liporoni, 2012; Araújo et al., 2009; Campos, 2025). A poluição hídrica, agravada por atividades urbanas, industriais e agrícolas, resulta do lançamento de efluentes sem tratamento adequado e do uso intensivo de insumos agrícolas, especialmente fertilizantes nitrogenados e fosfatados, que são carreados para os corpos hídricos por meio da lixiviação (Campos; Borga & Mello, 2017; Mistura, 2015; Campos & Zir, 2024; Campos & Oliveira, 2024).

Além disso, conforme apontado por Britto (2018), Campos e Bacarolli (2023), o comprometimento dos corpos hídricos também decorre da fragilidade das políticas públicas e da ausência de ações normativas eficazes. Nesse sentido, a revisão e o fortalecimento das políticas ambientais são fundamentais para assegurar a recuperação dos sistemas aquáticos. Figueiredo et al. (2007), Rocha et al. (2012), Pereira et al. (2022) e Jesus et al. (2025) reforçam que o crescimento populacional, o desmatamento e a expansão agropecuária intensificam a entrada de nutrientes nos corpos d'água, acelerando os processos de eutrofização. Diante desse cenário, a promoção do desenvolvimento sustentável deve nortear a formulação de políticas públicas voltadas à conservação dos recursos hídricos, com equilíbrio entre os aspectos ecológicos, sociais e econômicos (Barbosa; Lima & Oliveira, 2017; Loutaert et al., 2019; Costa et al., 2021; Nascimento et al., 2022; Menoncin & Campos, 2022; Vieira et al., 2023).

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos para o Índice do Estado Trófico (IET) indicaram que os trechos avaliados do Rio do Peixe enquadram-se na categoria ultraoligotrófica, com valores variando entre 0,00 e 43,40. Apesar do bom enquadramento do IET, foi identificado que o parâmetro fósforo total apresentou valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Portaria Estadual nº 024/1979 nos pontos amostrais 3, 4, 5 e 9. Este aumento nos níveis de fósforo está diretamente relacionado à proximidade com lançamentos de efluentes sanitários e industriais, que elevam a carga de nutrientes no curso d'água. Em contrapartida, os demais parâmetros analisados se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação ambiental vigente.

As análises demonstram que há uma interação negativa entre o município de Caçador e o Rio do Peixe, uma vez que os dados apontam impactos localizados no corpo hídrico, principalmente nos trechos mais próximos à zona urbana e industrial. Mesmo que o IET não aponte um estado trófico preocupante no período analisado, a persistência de cargas pontuais e difusas de poluição pode alterar esse quadro em médio e longo prazo. Para mitigar os efeitos da contaminação e preservar a qualidade da água, é recomendável que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe intensifique o monitoramento sistemático da qualidade da água, promova a gestão integrada dos corpos hídricos afluentes e incentive ações de educação ambiental e uso sustentável do solo. Além disso, os órgãos competentes devem reforçar a fiscalização sobre os sistemas de lançamento de efluentes sanitários e industriais, garantindo a eficiência dos processos de tratamento antes do descarte no meio ambiente.

O monitoramento contínuo da qualidade da água é uma ferramenta estratégica para subsidiar políticas públicas e tomadas de decisão relacionadas ao uso do recurso hídrico, ao controle da poluição e à conservação da biodiversidade aquática. Ele também se torna essencial frente ao avanço da agricultura, pecuária e urbanização nas margens do Rio do Peixe, atividades que, sem o devido controle, contribuem para a degradação gradual da qualidade da água. Embora os resultados do IET indiquem boa qualidade da água, podemos evidenciar a ausência de clorofila-*a* e pela baixa variabilidade dos parâmetros analisados. Essas condições positivas podem estar associadas à presença de mata ciliar preservada, à diluição promovida pelos tributários ao longo do rio e à baixa frequência amostral no período analisado. Portanto, reforça-se a necessidade de dar continuidade às análises, ampliando o número de campanhas de coleta e a frequência de monitoramento, a fim de captar variações sazonais e compreender de forma mais precisa os efeitos da urbanização e das alterações climáticas sobre o estado trófico do Rio do Peixe. O diagnóstico obtido nesta pesquisa constitui uma base inicial para futuras ações de manejo ambiental e proteção da qualidade da água na região.

## 5. Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo de Apoio à Pesquisa (FAP) da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP) pelo fomento e suporte na elaboração do trabalho.

## 6. Referências

Alves, I. C. C., El-Robrini, M., Santos, M. D. L. S., Monteiro, S. D. M., Barbosa, L. P. F., & Guimarães, J. T. F. (2012). Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). *Acta amazônica*, 42, 115-124.

American Public Health Association (2017). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. (23. ed.). Washington, DC: American Public Health Association.

Andrietti, G., Freire, R., Amaral, A. G. D., Almeida, F. T. D., Bongiovani, M. C., & Schneider, R. M. (2016). Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Revista Ambiente & Água*, 11, 162-175.

Andrietti, G., Freire, R., Amaral, A. G. D., Almeida, F. T. D., Bongiovani, M. C., & Schneider, R. M. (2016). Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Revista Ambiente & Água*, 11, 162-175.

Araújo, L. E., Sousa, F. D. A. S., Neto, J. M. M., Souto, J. S., & Reinaldo, L. R. L. R. (2009). Bacias hidrográficas e impactos ambientais. *Qualitas Revista Eletrônica*, 8(1), 1-18.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT.

Batista, AA, Meireles, ACM, de Andrade, EM, de Caldas Izidio, NS, & Lopes, FB (2014). Sazonalidade e variação espacial do índice de estado trófico do açude Orós, Ceará, Brasil. **Revista Agro@ambiente Online**, 8 (1), 39-48.

Bhuiyan, A. B., Mokhtar, M. B., Toriman, M. E., Gasim, M. B., Ta, G. C., Elfithri, R., & Razman, M. R. (2013). The environmental risk and water pollution: A review from the river basins around the world. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, 7(2), 126-136.

Brasil. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 18 de jun. Disponível em: <[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=450](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450)>. Acessado em março/2025. 2025.

Buzelli, G. M., & Cunha-Santino, M. B. D. (2013). Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, 8, 186-205.

Caçador. **Plano de Saneamento Básico do Município de Caçador**. Net, Santa Catarina, set. 2009. Disponível em: <https://www.cacador.sc.gov.br/noticias/ver/2018/03/saneamento-basico>. Acesso em: 27. mai. 2020.

Campos, R. F. F. (2025). Monitoramento ambiental da ECOBARREIRA do município de Caçador (SC): Relato de experiência das atividades do PROESDE. **Revbea**, 20(3), 479-491.

Campos, R. F. F., & de Oliveira, P. A. (2024). Análise da eficiência do tratamento de efluente na produção de MDF: remoção de alta carga orgânica. **Natural Resources**, 14(3), 38-52.

Campos, R. F. F., & Kuhn, D. C. (2021). Análise da interação de uma fonte pontual de lançamento de esgoto sanitário com a qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. **Nature and Conservation**, 14(3), 96-102.

Campos, R. F. F., & Zir, M. L. (2024). Análise da eficiência de uma estação de tratamento de efluente têxtil: estudo de caso em uma indústria têxtil no município de Caçador/SC. **Natural Resources**, 14(3), 53-67.

Campos, R. F. F., Borga, T., & Mello, O. R. (2017). Destinação de efluentes sanitários na área rural do município de Caçador, Santa Catarina, Brasil. **Geoambiente On-line**, 29, 76-87.

Campos, R. F. F., Borga, T., & Vazquez, E. M. (2017). Análisis de la interacción de un efluente industrial con el Índice de Calidad del Agua del Río Pessegueirinho, Curitibanos, Santa Catarina, Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 21, 179-185.

Campos, R. F. F., Kuhn, D. C., Matias, C. A., & Reichardt, L. (2022). Análise da qualidade da água do Lago das Araucárias do município de Fraiburgo, Santa Catarina, Brasil. **Nature and Conservation**, 15(1), 40-47.

Campos, R.F.F, & Barcarolli, I. F. (2023). Análise da interação antrópica na qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 16 (1), 542-556.

Cardoso, R. S., & Novaes, C. P. (2013). Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 1(5), 16-35.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2009). **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo: CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#transparencia>. Acesso em: 28. jun. 2021.

Costa, G. M. M., Ribeiro, H. M. C., Pantoja, D. N. S. M., Pontes, A. N., Coutinho, E. de C., Bordalo, A. O., & Meireles, R. R. (2021). Avaliação do efeito da sazonalidade na qualidade da água superficial no rio Guamá, Belém, PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 12(10), 545–560.

Dantas, F., Leoneti, A. B., de Oliveira, S. V. W. B., & de Oliveira, M. M. B. (2013). Uma análise da situação do saneamento no Brasil. **FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, 15(3).

Eisenberg, J. N., Bartram, J., & Wade, T. J. (2016). The water quality in Rio highlights the global public health concern over untreated sewage. **Environmental Health Perspectives**, 124(10), A180-A181.

Farage, J. D. A. P., de Matos, A. T., da Silva, D. D., & Borges, A. C. (2010). Determinação do índice de estado trófico para fósforo em pontos do rio Pomba. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, 18(4), 322-329.

Fia, R., de Matos, A. T., Coradi, P. C., & Pereira-Ramirez, O. (2009). Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 4(1), 132-141.

Gomes, F. B. M., & de Paula, D. P. (2019). Determinação e avaliação do índice de estado trófico (IET) em rio urbano localizado no Estado do Ceará, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, 21(2), 730-744.

Jesus, U. M. A., Batista Lopes da Silva, J., Gonçalves Silva, A., Chácara Pires, L., Schneider Del Pupo, A., Simeão Campos, L., ... Rafaela Machado Oliveira, B. (2025). Determinação do Índice do Estado Trófico do rio Itanhém entre os municípios de Teixeira de Freitas e Alcobaça, Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 18(1), 756–770.

Lamparelli, M. C. (2004) **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2004.

Lautert, V., de Campos, R. F. F., Gioppo, P. S., & Bondan, M. A. (2019). Análise da concentração de carbonato de cálcio em fontes naturais de água no município de Caçador/SC e a sua interação com a produção de pedra nos rins. **Extensão em Foco**, 7(1), 34-41.

Liporoni, L. M. (2012). **Estudo Preliminar da Qualidade da Água do Lago Paranoá, Brasília – DF, utilizando um Modelo de Qualidade da Água Bidimensional**. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

Lovett, G. M., Burns, D. A., Driscoll, C. T., Jenkins, J. C., Mitchell, M. J., Rustad, L., ... & Haeuber, R. (2007). Who needs environmental monitoring? **Frontiers in Ecology and the Environment**, 5(5), 253-260.

Maia, C. E., De Moraes, E. R. C., & De Oliveira, M. A. U. R. Í. C. I. O. (1998). Estimação de algumas características químicas da água de irrigação pela condutividade elétrica nas regiões da Chapada do Apodi e do Baixo Açu, Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, *11*(1/2), 59-63.

Marino, L. (2017). Relação entre clorofila-a e cianobactérias no estado de São Paulo. **Revista DAE**, *65*, 32-43.

Marques, AK, Barros, DJ, & Moraes, PB (2015). Análise temporal de Cianobactérias e Índice de Estado Trófico na PCH Porto Franco (Estado do Tocantim, Norte do Brasil)/Análise temporal de Cyanobacteria e Índice de Estado Trófico na PCH Porto Franco, Tocantins. **Jornal de bioenergia e ciência alimentar**, *2*(4), 137-144.

Menoncin, T. S., & de Campos, R. F. F. (2022). Análise da viabilidade da utilização da água da chuva em uma edificação unifamiliar em Santa Cecília-SC. **IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação**, *11*(01), 32-52.

Nascimento, R. C. M. do, Costa, C. R., Cavalcanti, J. S. S. ., & Costa, M. F. da. (2023). Seasonal variability of water quality parameters in an urban tropical estuary (Northeast Brazil). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, *13*(9), 278–293.

Pereira, A. R. A., Lopes, J. B., Espindola, G. M. de, Silva, C. E. da, Soares, R. D. B., & Picanço Junior, P. L. (2022). Detection and Mapping of Eutrophication and Aquatic Plants in a River in the Northeast Region of Brazil Using Sentinel-2 Data. **Revista Brasileira de Geografia Física**, *15*(1), 546–560.

Poonam, T., Tanushree, B., & Sukalyan, C. (2013). Water quality indices-important tools for water quality assessment: a review. **International Journal of Advances in chemistry**, *1*(1), 15-28.

Raulino, R. N. S., & Andrade, M. V. F. (2024). Avaliação multimodelo IET para a caracterização da eutrofização em um reservatório do semiárido tropical: estudo de caso do Reservatório Araras. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, *13*(1), e25183-e25183.

Reis, D. D., Santiago, A., Nascimento, L., Oliveira, E., Marques, L., & Roeser, H. (2017). Influência dos fatores ambientais e antrópicos nas águas superficiais no rio Matipó, afluente do rio Doce. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, *14*, 1-15.

Silva, D. F., Galvêncio, J. D., & de Carvalho Almeida, H. R. R. (2010). Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. **Qualitas Revista Eletrônica**, *9*(3), 1-17.

Silva, FGC, Tavares, GD, de Campos, DVB, da Silva, LDB, da Costa Brasil, F., & Nascentes, AL (2024). Avaliação do índice de estado trófico do Lago Açu (Lago do Instituto de Agronomia) localizado no campus Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Revista de Gestão e Secretariado**, *15* (9), e4272-e4272.

Toledo, L. G. D., & Nicoletta, G. (2002). Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, *59*, 181-186.

Vieira, M. J., Santos, L. A. C., Silva, A. C. L., & Silva-Neto, C. M. (2023). O Uso do solo e os impactos na

qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Vereda. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 16, 2690-2703.

Zanini, H. L., Amaral, L. A. D., Zanini, J. R., & Tavares, L. H. (2010). Caracterização da água da microbacia do córrego Rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. **Engenharia Agrícola**, 30, 732-741.