

## DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA NO OESTE PAULISTA, BRASIL

Henzo Henrique Simionatto <sup>1</sup>  
Alessandro Xavier da Silva Junior <sup>2</sup>  
Arthur Pereira dos Santos <sup>3</sup>  
Darllan Collins da Cunha e Silva <sup>4</sup>  
Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro <sup>5</sup>  
Sérgio Luís de Carvalho <sup>6</sup>

Recursos hídricos e qualidade da água

### *Resumo*

Este trabalho tem por objetivo diagnosticar a qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do córrego do Galante, Oeste Paulista. Seis pontos de coleta foram escolhidos. As amostras coletadas foram analisadas ao longo de doze meses – dezembro/2021 a novembro/2022. Nove variáveis (físicas, químicas e biológicas) foram examinadas para determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA). Os parâmetros nitrogênio total, fósforo total e oxigênio dissolvido foram determinados por meio de análise espectrofotométrica, enquanto coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez e sólidos totais seguiram os métodos disponibilizados pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. A análise de estatística descritiva foi usada para avaliar a influência da sazonalidade - períodos seco e chuvoso – na área do estudo. A qualidade da água no período seco variou entre Boa (11,1%), Aceitável (66,7%) e Ruim (22,2%), enquanto no período chuvoso foi Boa (2,8%), Aceitável (38,9%), Ruim (50,0%) e Péssima (8,3%). Dessa forma, o monitoramento ambiental de recursos hídricos torna-se crucial para identificar problemas em bacias hidrográficas, avaliar os impactos antrópicos e garantir a conservação dos recursos naturais para estabelecer a qualidade de vidas das gerações atuais e futuras.

**Palavras-chave:** Sazonalidade; Monitoramento ambiental; Saneamento ambiental.

<sup>1</sup> Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, [henzo.h.simionatto@unesp.br](mailto:henzo.h.simionatto@unesp.br).

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, [alessandro.junior@unesp.br](mailto:alessandro.junior@unesp.br).

<sup>3</sup> Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, [arthur.p.santos@unesp.br](mailto:arthur.p.santos@unesp.br).

<sup>4</sup> Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, [darllan.collins@unesp.br](mailto:darllan.collins@unesp.br).

<sup>5</sup> Profa. Dra. Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Botucatu, Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente, Profa. Titular. Universidade Brasil (UB), [juliana.heloisa@unesp.br](mailto:juliana.heloisa@unesp.br); [juliana.pinheiro@u.edu.br](mailto:juliana.pinheiro@u.edu.br)

<sup>6</sup> Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Engenharia de Ilha solteira, Departamento de Biologia e Zootecnia, [sl.carvalho@unesp.br](mailto:sl.carvalho@unesp.br).

## INTRODUÇÃO

Vista como um componente indispensável para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento econômico, a qualidade da água é um aspecto vital para a saúde pública e a preservação dos ecossistemas aquáticos (Ding *et al.*, 2023; Sakke *et al.*, 2023). A água é um recurso essencial para o funcionamento da vida na Terra, estando presente, não apenas nas atividades básicas dos seres vivos, mas também na agricultura e na indústria (Ramachandran *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2024). Além disso, esse elemento, em sua infinita utilidade, proporciona a conservação e equilíbrio dos habitats naturais, apresentando, com isso, a importância do monitoramento de sua qualidade (Pan *et al.*, 2022).

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta importante para a avaliação integrada da qualidade das águas, auxiliando na interpretação de dados obtidos por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos (Zhe *et al.*, 2021; Ding *et al.*, 2023). O IQA proporciona uma síntese quantitativa da qualidade da água, permitindo o acompanhamento de tendências e a comparação entre diferentes recursos hídricos (Sakke *et al.*, 2023). Essa abordagem é amplamente utilizada para orientar a gestão de cursos d'água e as estratégias de preservação, além de elucidar de forma eficaz a condição das águas ao público e aos tomadores de decisão (Sakke *et al.*, 2023; Souza *et al.*, 2024).

Estudos destacam o uso e a efetividade do IQA em diferentes contextos e regiões, evidenciando sua aplicabilidade para diversos usos e condições ambientais. Chen *et al.* (2023) mostraram que o IQA é uma ferramenta eficaz para a avaliação da qualidade da água em áreas urbanas, enquanto estudos de Muller *et al.* (2020), Gaafar *et al.* (2020) e Jafar *et al.* (2022) demonstraram a sua utilidade na identificação de impactos ambientais causados por atividades industriais e agrícolas. Esses estudos reforçam a importância do IQA como uma ferramenta integrada na gestão da qualidade da água, oferecendo uma visão abrangente e acessível sobre as condições dos recursos hídricos.

Dessa forma, torna-se imprescindível o emprego do IQA para o monitoramento da qualidade da água da sub-bacia hidrográfica do córrego do Galante, visto que essa área é um exemplo de ambiente impactado por atividades antrópicas, dentre as quais se evidenciam o lançamento de efluente sanitário, provenientes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), e drenagem urbana. Com base nisso, o



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

presente estudo tem por finalidade analisar a qualidade da água da sub-bacia hidrográfica do córrego do Galante – SP, por meio de análises físicas, químicas e biológicas da água.

### METODOLOGIA

A sub-bacia hidrográfica do córrego do Galante, com área próxima à de 150 km<sup>2</sup>, inclui os municípios de Tupi Paulista, Nova Guataporanga e Monte Castelo, na região oeste de São Paulo. Está localizada entre as coordenadas 21°17'11,24" S e 51°34'50,66" W (Figura 1). Sua nascente, canalizada, está situada no perímetro urbano de Tupi Paulista, enquanto seu deságue, na zona rural de Monte Castelo, no rio Aguapeí, afluente do rio Paraná.

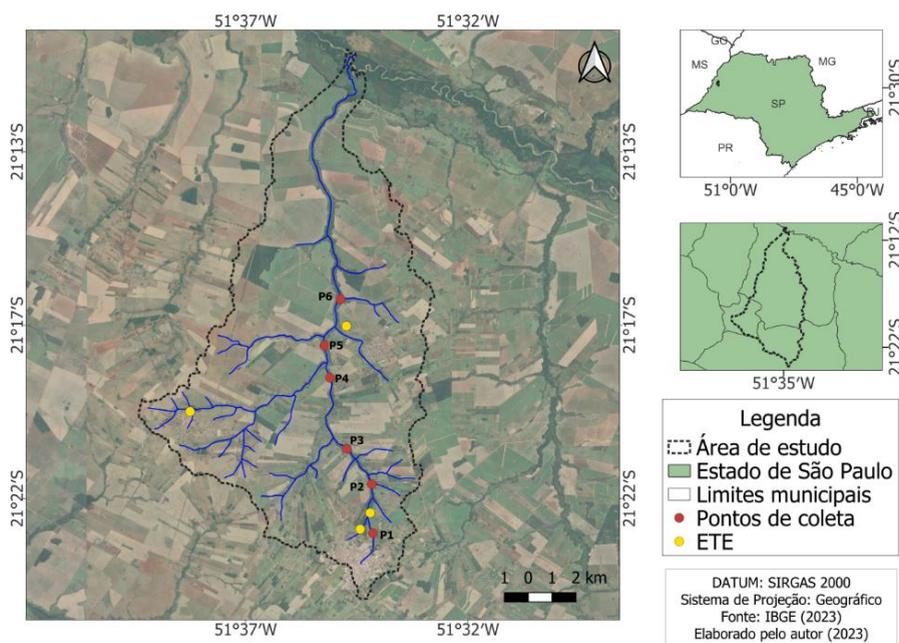


Figura 01: Área de estudo.

Na região, o clima predominante é o tropical de altitude, com tipos Aw e Cwa na classificação de Köppen (Köppen, 1931). A temperatura média anual é de 24,7°C, variando entre 30,2°C nas épocas quentes e chuvosas (outubro a março) e 20°C nas estações frias e secas (abril a setembro) (Inmet, 2023).



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Para este estudo, foram selecionados seis pontos de coleta ao longo do corpo hídrico principal, cada um com características específicas. As amostras de água, com 1L coletado de cada ponto, foram analisadas ao longo de doze meses, de dezembro de 2021 a novembro de 2022. A coleta e preservação das amostras seguiram a metodologia da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, 2011).

As variáveis, Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT) e Oxigênio Dissolvido (OD) foram determinados por meio de análise espectrofotométrica da HANNA *Instruments* (2016), enquanto Coliformes Termotolerantes (CT), pH, Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Turbidez e Sólidos Totais (ST) foram analisados de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (Apha, 2017). A análise da qualidade da água foi realizada utilizando o  $IQA_{Cetesb}$ .

Cada variável recebeu um peso ( $w$ ) com base em sua influência na qualidade da água, e um valor de qualidade ( $q$ ), obtido das curvas de variação da Cetesb (2020). O IQA foi calculado usando o produto descrito na Equação 1.

$$IQA = \sum_{i=1}^n qi^{wi} \quad (1)$$

Onde: IQA = Índice de Qualidade das Águas;  $qi$ : qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro; e  $wi$ : peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro. Cetesb (2020).

Por fim, a qualidade da água de cada ponto amostrado foi avaliada com base em intervalos estabelecidos pela Cetesb (2020), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 01: Faixa e classificação do IQA.

Faixa IQA		Cor	Classificação
80	100	AZUL	Ótima
52	79	VERDE	Boa
37	51	AMARELO	Aceitável
20	36	VERMELHA	Ruim
0	19	ROXA	Péssima

A partir dos resultados obtidos mediante o cálculo do  $IQA_{Cetesb}$  foi aplicado estatística descritiva



**EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS**

com o objetivo de comparar a influência dos diferentes períodos de coleta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise de todas as variáveis, foi possível estabelecer a classificação do IQA<sub>Cetesb</sub> em cada amostra coletada (Tabela 2), além de sintetizar os valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão para cada período sazonal – seco e chuvoso - estabelecendo, dessa forma, a estatística descritiva dos resultados (Tabela 3).

Tabela 02: Resultados do IQA<sub>Cetesb</sub> para os pontos amostrais P1 a P6 durante os meses de dezembro/2021 a novembro/2022.

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)							
Meses de coleta	Pontos de coleta						Período
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
dez/21	24,34	24,45	25,51	39,7	36,29	34,94	Chuvoso
jan/22	0	0	23,18	31,43	23,45	28,24	
fev/22	10,14	27,83	25,17	42,82	43,5	41,74	
mar/22	21,77	30,34	36,38	46,41	47,68	38,15	
abr/22	38,41	26,9	38,48	46,34	46,86	45,94	Seco
mai/22	40,21	24,2	35,69	49,51	52,4	50,58	
jun/22	50,4	25,16	44,97	45,57	51,47	50,88	
jul/22	51,97	24,72	39,36	49,56	52,27	47,76	
ago/22	50,53	27,99	40,46	46,16	45,71	47,17	
set/22	53,61	27,78	33,74	48,62	48,55	53,77	
out/22	52,73	25,8	27,83	46,94	42,25	48,39	Chuvoso
nov/22	51,37	22,06	29,05	47,88	44,12	48,35	

Tabela 03: Estatística descritiva dos resultados do IQA<sub>Cetesb</sub> para os pontos amostrais P1 a P6 durante os meses de dezembro/2021 a novembro/2022.

ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO IQA (SECO)							
	Pontos de coleta						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Valor mínimo	38,41	24,2	33,74	45,57	45,71	45,94	
Valor máximo	53,61	27,99	44,97	49,56	52,4	53,77	



**EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS**

<b>Média</b>	47,5	26,1	38,8	47,6	49,5	49,4
<b>Desvio Padrão</b>	21,5	11,0	4,7	6,2	8,7	7,9
<b>ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO IQA (CHUVOSO)</b>						
	<b>Pontos de coleta</b>					
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
<b>Valor mínimo</b>	0	0	23,18	31,43	23,45	28,24
<b>Valor máximo</b>	52,73	30,34	36,38	47,88	47,68	48,39
<b>Média</b>	26,7	21,7	27,9	42,5	39,5	40,0
<b>Desvio Padrão</b>	6,5	1,6	3,9	1,8	2,9	2,9

Com base nos resultados obtidos, a análise do IQA para o Córrego do Galante revela uma variação significativa, classificando-o como Boa (6,9%), Aceitável (58,2%), Ruim (36,1%) e Péssimo (4,2%). A partir dessas observações, pode-se inferir que, de maneira geral, a qualidade da água do córrego situa-se entre os níveis Aceitável e Ruim.

Estudos mostram que a qualidade da água em corpos hídricos como o córrego do Galante pode ser afetada por diversos fatores, incluindo poluição difusa e fontes pontuais, que contribuem para a deterioração dos parâmetros de qualidade (Ding *et al.*, 2023; Bega *et al.*, 2023; Shanmugasundharam *et al.*, 2023). A presença de concentrações elevadas de poluentes orgânicos e inorgânicos frequentemente resulta em uma degradação que impede a obtenção de índices de qualidade superiores, como Ótimo ou Bom (Shanmugasundharam *et al.*, 2023).

De acordo com a Resolução Conama nº 357/2005, que estabelece os padrões para a qualidade das águas para rios de Classe 2, é crucial que os parâmetros da água atendam a determinados critérios para garantir uma boa classificação. No entanto, a análise dos dados sugere que os valores obtidos não satisfazem os requisitos estabelecidos, refletindo a dificuldade em alcançar uma classificação mais elevada (Cetesb, 2022).

Os pontos mais críticos nesse estudo foram os pontos P1, P2 e P3, para o período chuvoso, os quais apresentaram valores que variaram entre 0 a 52,73 (P1), 0 a 30,34 (P2) e 23,18 a 36,38 (P3) (Figuras 02 e 03).

**EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS**

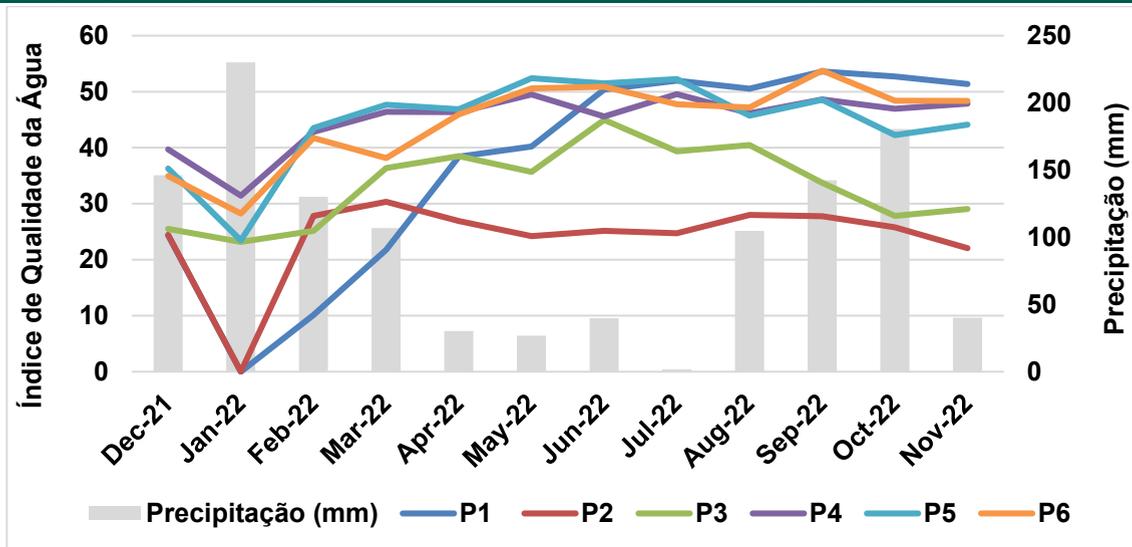


Figura 02: Variação do IQA<sub>Cetesb</sub> para os pontos amostrais P1 a P6 durante os meses de dezembro/2021 a novembro/2022.

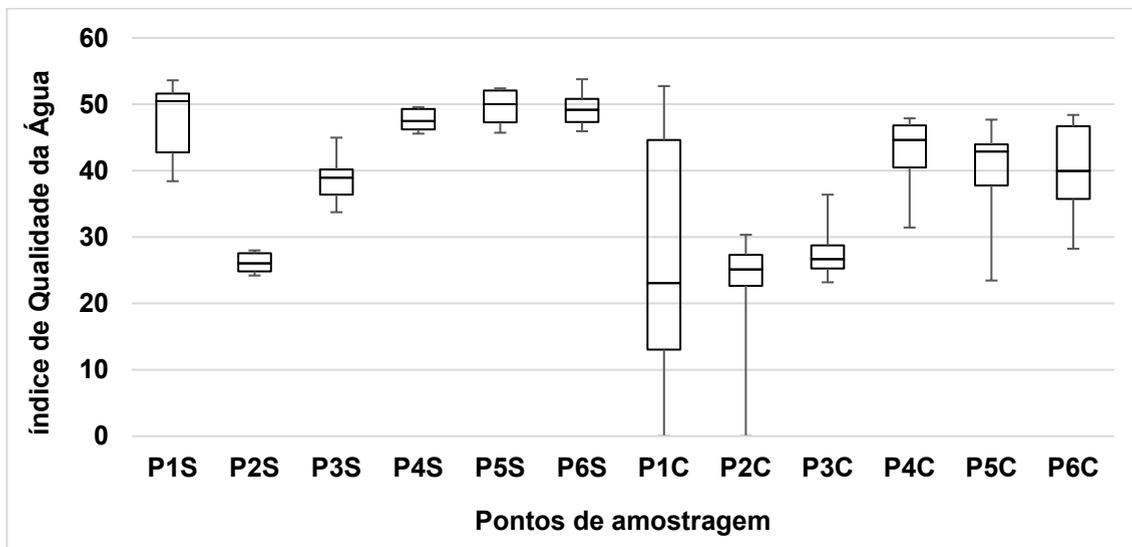


Figura 03: Boxplot do IQA<sub>Cetesb</sub> para os pontos amostrais P1 a P6 durante os meses de dezembro/2021 a novembro/2022

Com base nos dados analisados, o parâmetro de Oxigênio Dissolvido (OD) apresentou médias para o período chuvoso nos três pontos mais críticos (P1, P2 e P3) de 3,1 mg.L<sup>-1</sup>, 3,3 mg.L<sup>-1</sup> e 3,1



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Baixos níveis de OD são frequentemente associados à degradação da qualidade da água devido à carga orgânica elevada e à eutrofização (Mizukawa *et al.*, 2019). A baixa concentração de OD pode refletir a presença de poluentes orgânicos e a alta demanda biológica de oxigênio, que são comuns em ambientes aquáticos impactados por atividades antropogênicas (Bega *et al.*, 2023; Souza *et al.*, 2024).

Os valores médios de Coliformes Termotolerantes (CT) foram  $1,68 \times 10^6$  NMP/100 mL (P1),  $8,53 \times 10^5$  NMP/100 mL (P2) e  $1,56 \times 10^5$  NMP/100 mL (P3). Souza *et al.* (2020), mostraram que a presença de coliformes termotolerantes está associada a fontes de poluição como esgoto não tratado e drenagem urbana. A detecção elevada desses microrganismos é um indicador crítico de contaminação microbiológica da água, a qual pode influenciar em distúrbios na saúde pública (Sakke *et al.*, 2023).

Quanto aos nutrientes, Fósforo Total (PT) e Nitrogênio Total (NT) apresentaram médias de 1,3 mg.L<sup>-1</sup> (PT) em P1, 3,0 mg.L<sup>-1</sup> em P2 e 2,3 mg.L<sup>-1</sup> em P3; e de 32,4 mg.L<sup>-1</sup> (NT) em P1, 25,6 mg.L<sup>-1</sup> em P2 e 21,6 mg.L<sup>-1</sup> em P3. Estudos recentes indicam que a alta concentração de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, é um problema persistente em muitos corpos d'água, com a principal fonte sendo a atividade agrícola e a descarga de efluentes não tratados (Luo *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2020; Sakke *et al.*, 2023; Bega *et al.*, 2023). O acúmulo de nutrientes contribui para a eutrofização, que afeta negativamente a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos (Sakke *et al.*, 2023).

Os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram 63,1 mg.L<sup>-1</sup> (P1), 44,7 mg.L<sup>-1</sup> (P2) e 23,5 mg.L<sup>-1</sup> (P3). Altos níveis de DBO indicam uma carga orgânica significativa e estão frequentemente associados a efluentes domésticos e industriais que não passaram por tratamento adequado (Mizukawa *et al.*, 2019). A DBO é um indicador vital da poluição orgânica e da saúde ecológica dos sistemas aquáticos, refletindo a quantidade de matéria orgânica biodegradável na água (Mizukawa *et al.*, 2019).

Observou-se uma melhoria nos pontos P4, P5 e P6, o que pode ser atribuído ao efeito de diluição proporcionado pelos afluentes ao longo do córrego. Estudos mostram que a diluição é um mecanismo eficiente para reduzir a concentração de poluentes e melhorar a qualidade da água em corpos d'água impactados (Souza *et al.*, 2020; Gutiérrez-Garaviz *et al.*, 2023; Katayama *et al.*, 2024). A adição de água limpa pode ajudar a mitigar os efeitos da poluição, promovendo uma recuperação parcial da

qualidade da água (Gutiérrez-Garaviz *et al.*, 2023).

De modo geral, o período da 2ª coleta, realizada em janeiro de 2022, apresentou uma variação negativa na qualidade da água, com valores críticos de OD: P1 - 0 mg.L<sup>-1</sup>; P2 - 0 mg.L<sup>-1</sup>; P3 - 0,77 mg.L<sup>-1</sup>; P4 - 2,19 mg.L<sup>-1</sup>; P5 - 0,27 mg.L<sup>-1</sup>; e P6 - 0,79 mg.L<sup>-1</sup>. Estes resultados podem ser atribuídos a múltiplas fontes de poluição, incluindo águas pluviais, tratamento inadequado de efluentes e lançamentos de esgotos clandestinos. Baseado nisso, a baixa concentração de OD é um indicativo de elevada demanda de oxigênio e, frequentemente, reflete a presença de poluentes orgânicos que afetam negativamente a qualidade da água (Bega *et al.*, 2023; Souza *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos, ficou evidente o reflexo negativo que as ações antrópicas trouxeram para o córrego do Galante (SP), no período analisado. Os pontos P1, P2 e P3, foram, de modo geral, intensamente impactados, tendo como possíveis fatores o lançamento de efluente sanitário, o lançamento de esgoto clandestino, os eventuais rompimentos e os vazamentos de tubulações de esgoto bruto e drenagem urbana, sendo os mais influentes na alteração desse recurso hídrico, ensejando baixos valores de OD e altas concentrações de variáveis como DBO, CT e nutrientes (PT e NT).

Para os pontos P4, P5 e P6, apesar de registrarem valores em desconformidade para com os estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005, devido a impactos antrópicos, há uma melhora considerável quando analisado o IQA. Essa condição pode estar associada ao fenômeno de autodepuração, uma vez que há aumento de vazão e quedas d'água, ao longo do percurso do córrego.

A sazonalidade influenciou na qualidade da água do córrego do Galante, onde no período seco variou entre as classificações Boa (11,1%), Aceitável (66,7%) e Ruim (22,2%), enquanto que no período chuvoso esteve entre Boa (2,8%), Aceitável (38,9%), Ruim (50,0%) e Péssima (8,3%). No entanto, é importante salientar o possível extravasamento na rede de esgoto sanitário do município de Tupi Paulista (SP), durante os primeiros e análise – dezembro/2021, janeiro/2022, fevereiro/2022 e março/2022.

Diante do exposto, os resultados do estudo mostraram-se fundamentais para auxiliar no alcance



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil (ODS), abordando de maneira específica objetivo 6, que visa garantir acesso à água potável e saneamento para todos. A evidência de degradação ambiental, causada pelo lançamento inadequado de efluentes sanitários, ressalta a necessidade urgente de ações para melhorar o saneamento e proteger os recursos hídricos. Ao identificar os impactos antrópicos e propor um monitoramento contínuo, os resultados oferecem uma base para implementar políticas eficazes que possam restaurar a qualidade da água, garantindo a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades. Além disso, a sugestão de uma gestão integrada dos recursos hídricos permite otimizar o uso da água, promovendo a sustentabilidade e assegurando que as futuras gerações tenham acesso a esse recurso vital, alinhando-se assim aos compromissos do Brasil em relação aos 17 ODS estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) a serem atingidos até 2030.

## REFERÊNCIAS

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

BEGA, J. M. M. *et al.* Development of water quality index as a tool for urban water resources management. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 30, n. 7, p. 18588-18600, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-022-23513-8>.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Alterada pelas resoluções CONAMA nº 393/2007, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº 430/2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 34, 18 mar. 2005.

CETESB (SÃO PAULO). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.

CETESB (SÃO PAULO). **Índices de Qualidade das Águas**: Apêndice D. São Paulo: CETESB, 2020. 33 p.

CETESB (SÃO PAULO). **Oxigênio Dissolvido**. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/#:~:text=%C3%81guas%20com%20temperaturas%20mais%20baixas,oxig%C3%AAnio%20dissolvido%20apresenta%20menor%20solubilidade>. Acesso em: 20 ago. 2024.

**EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS**

CHEN, S. S. *et al.* Assessment of urban river water pollution with urbanization in East Africa. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 29, n. 27, p. 40812-40825, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-18082-1>.

DING, F. *et al.* Optimization of water quality index models using machine learning approaches. **Water Research**, v. 243, p. 120337, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2023.120337>.

GAAFAR, A. A. *et al.* Ascorbic Acid Induces the Increase of Secondary Metabolites, Antioxidant Activity, Growth, and Productivity of the Common Bean under Water Stress Conditions. **Plants**, v. 9, n. 5, p. 627, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/plants9050627>.

GUTIÉRREZ-GARAVIZ, J. *et al.* Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la zona de autodepuración en un sistema lótico andino colombiano. **Revista Novedades Colombianas**, 18, n. 2, p. 1-15, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.47374/novcol.2023.v18.2360>.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Balanco climatológico**. 2023. Disponível em: <portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 14 ago. 2024.

JAFAR, A. *et al.* Tourism and Natural Hazards: river landform changes due to geohazards and its influence on the economic development of ecotourism in sabah, malaysia. **Sustainability**, v. 14, n. 23, p. 15832, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su142315832>.

LUO, Z. *et al.* The impact of socioeconomic system on the river system in a heavily disturbed basin. **Science Of The Total Environment**, v. 660, p. 851-864, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.075>.

KATAYAMA, F. S. *et al.* Streams pollution in a luxury tourism municipality in the Serra da Mantiqueira (Southeast Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 36, p. 1-15, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x9523>.

KÖPPEN, W. P. **Grundriss der Klimakunde**. Belin: Germany, 1931.

MIZUKAWA, A. *et al.* Caffeine as a chemical tracer for contamination of urban rivers. **Rbrh**, v. 24, p. 1-15, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.241920180184>.

MULLER, A. *et al.* The pollution conveyed by urban runoff: a review of sources. **Science Of The Total Environment**, v. 709, p. 136125, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125>.

PAN, B. *et al.* Determination of key parameters in water quality monitoring of the most sediment-laden Yellow River based on water quality index. **Process Safety And Environmental Protection**, v. 164, p. 249-259, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.067>.



## EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

RAMACHANDRAN, A. *et al.* Evaluation of potable groundwater zones identification based on WQI and GIS techniques in Adyar River basin, Chennai, Tamilnadu, India. **Acta Ecologica Sinica**, v. 41, n. 4, p. 285-295, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chnaes.2020.02.006>.

SAKKE, N. *et al.* Water Quality Index (WQI) Analysis as an Indicator of Ecosystem Health in an Urban River Basin on Borneo Island. **Water**, v. 15, n. 15, p. 2717, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/w15152717>.

SHANMUGASUNDHARAM, A. *et al.* Water quality index (WQI), multivariate statistical and GIS for assessment of surface water quality of Karamana river estuary, west coast of India. **Total Environment Research Themes**, v. 6, p. 100031, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.totert.2023.100031>.

SOUZA, A. T. *et al.* Assessment of water quality using principal component analysis: a case study of the marrecas stream basin in Brazil. **Environmental Technology**, v. 42, n. 27, p. 4286-4295, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2020.1754922>.

SOUZA, J. A. R. *et al.* Application of the water quality index in a stretch of the Sampáio river basin. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. e06734, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-113>.

ZHE, W. *et al.* An abnormal phenomenon in entropy weight method in the dynamic evaluation of water quality index. **Ecological Indicators**, v. 131, p. 108137, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108137>.