

Capítulo 3



10.37423/240408902

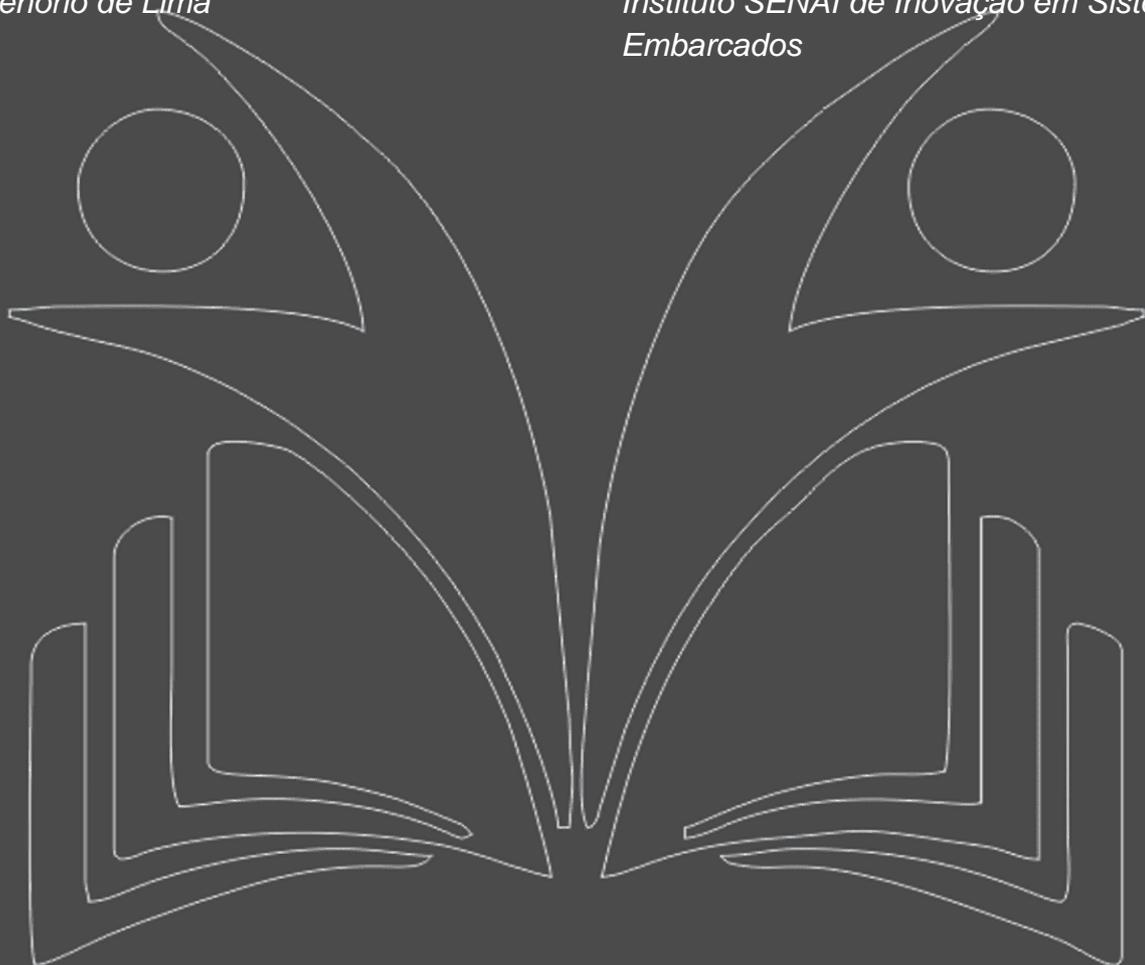
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO TAQUARAS (2022-2023), IBIRAMA SC BRASIL

Luciano André Deitos Koslowski

*Universidade do Estado de Santa
Catarina/UEDESC/Campus Alto Vale*

Jonathan Tenório de Lima

*Instituto SENAI de Inovação em Sistemas
Embarcados*



Resumo: A degradação dos corpos hídricos decorrente do lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais e atividades agrícolas resultam em problemas graves para o ambiente aquático. A presença de cursos d'água junto às zonas urbanas sempre constitui um desafio, já que a qualidade do recurso hídrico varia de acordo com o ambiente de gênese, o percurso, geologia e a interferência humana. Para a realização do estudo, foram selecionados 5 pontos de amostragem e realizadas 4 coletas durante o período de 2 anos (2022-2023) ao longo da extensão do Ribeirão Taquaras localizado na cidade de Ibirama, Santa Catarina. Os seguintes parâmetros foram avaliados: cor verdadeira, pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo, e nitrogênio total além da análise biológicos (coliformes termotolerantes). Os valores obtidos foram comparados com a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Os resultados obtidos evidenciam que os seguintes parâmetros e respectivos valores médios atenderam a Resolução 357/2005 do CONAMA: pH (6,02-7,50), cor verdadeira (7,20 uH - 13,00 uH) e turbidez (4,20-20,00 UNT). Os resultados denotam que os seguintes parâmetros e seus respectivos valores médios exigiram atenção: fósforo total (> 0.030 mg L⁻¹).

Palavras-chave: Ribeirão Taquaras, urbanização, efluente doméstico, poluição.

INTRODUÇÃO

O padrão de qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado à disponibilidade e à qualidade de sua água, sendo considerado um recurso natural limitante no desenvolvimento econômico em diversas partes do mundo (FARIAS, 2009). A demanda e a oferta dos recursos hídricos têm sido comprometidas, considerando que em muitos lugares do mundo, as águas superficiais e as subterrâneas estão contaminadas com esgotos industriais, agrícolas e municipais (GLÓRIA, 2017). As influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas ao crescimento da urbanização, da expansão das atividades agropecuárias e industriais (MITRÓVIC et al., 2018). As ações antropogênicas denotam considerável impacto nos sistemas hídricos, destacando-se lançamentos de cargas poluentes e a alteração do uso da terra acaba provocando intervenções diretas no sistema fluvial. As contaminações antropogênicas são em muitos casos provenientes de fontes difusas como esgoto doméstico, carreamento de poluentes pelas chuvas em áreas urbanas e agrícolas (Lach et al., 2020), descargas industriais (Hartmann et al., 2020), aquicultura e reflorestamentos. Deste modo, há a necessidade de enquadramento dos recursos hídricos aos diferentes níveis de qualidade, já que se designam a usos múltiplos. A presença de cursos d'água, junto às zonas urbanas, afeta substancialmente a qualidade do recurso hídrico, sendo considerado o ambiente de gênese, percurso, geologia e a interferência humana (Lach et al., 2020; Fontes et al., 2017). A poluição química presente nos rios pode ser considerada como uma das principais ameaças ao ecossistema aquático e à saúde pública (Lach et al., 2020).

O município de Ibirama compõe a região do Alto Vale Itajaí em Santa Catarina, possuindo área de 247,1028 km², população de 19.862 habitantes (IBGE, 2022). Da mesma forma, apresenta 92,5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 57,8% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 27,8% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2022). A área de estudo localiza-se na região do Alto Vale da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. O Ribeirão Taquaras apresenta ao longo do seu percurso, bastante variação de altitude caracterizada por apresentar relevo ondulado e montanhosomontante situada no mesmo bairro que leva o mesmo nome (MILANEZI, 2013). O trecho de estudo abrange intensa atividade agrícola (rizicultura), industrial (cervejaria) e unidades residenciais.

O município de Ibirama localiza-se na latitude S 27°03'2" e longitude O 49°31'0", com população estimada de 18.950 mil habitantes, e área total de 246,71 km² e faz limite com as cidades de Acurra, Benedito Novo, José Boiteux, Apiúna, Lontras, Presidente Getúlio e Rio do Sul (IBGE, 2022). A região

hidrográfica apresenta pluviosidade anual de cerca de 1550,0 mm, relevo predominantemente montanhoso, com altitude de 150 m acima do nível do mar, em clima subtropical com invernos frios e temperatura média anual de 20 °C (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2015).

METODOLOGIA

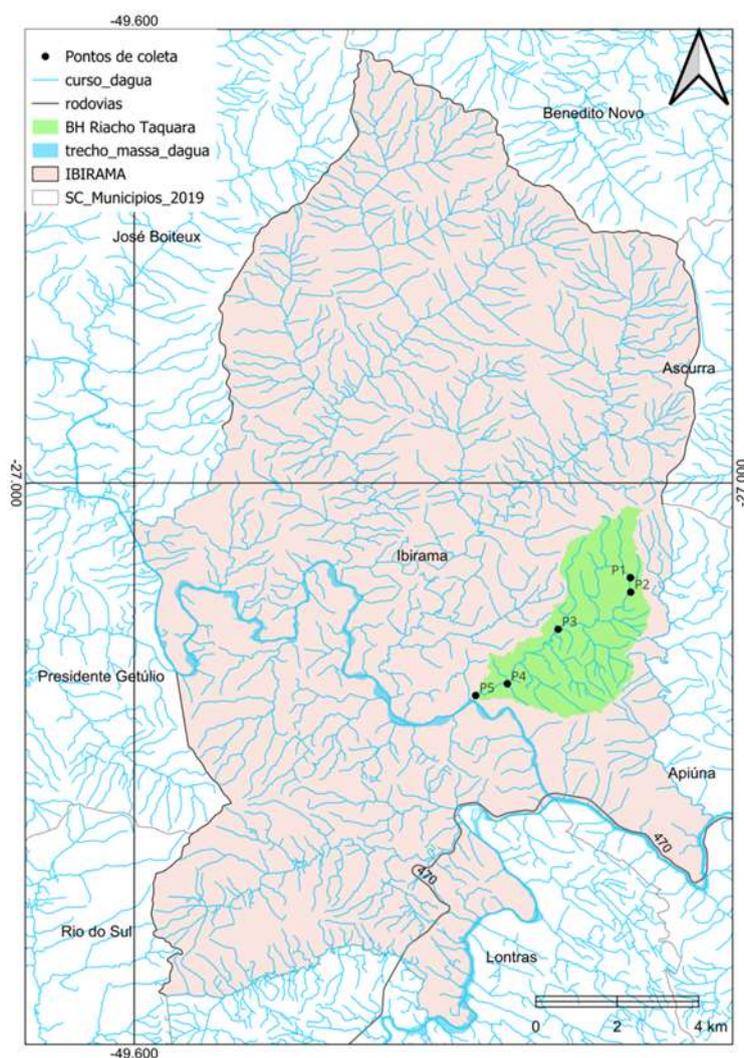
O estudo realizado compreendeu o período de setembro de 2021 a setembro de 2023, com as coletas das amostras efetuadas no início da manhã e o armazenamento realizado em conformidade com a NBR 9898 de junho de 1987, que estabelece a Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. Foram escolhidos cinco pontos de amostragem ao longo do Ribeirão Taquaras, em Ibirama– SC, obtidos pelo *software* QGIS (sistema de informação geográfica-SIG) conforme ilustrado na Figura 1 e as coordenadas geográficas expressas na Tabela 1.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem (sistema de coordenadas geográficas do software WGS 84)

Pontos	Coordenadas geográficas	Local - ponto de amostragem
P1	-27.0236375991525, -49.476913305547264	Próximo a nascente do Ribeirão Taquaras -zona rural
P2	-27.027243687629753, -49.476840885917355	Estrada Ribeirão Taquaras - zona rural
P3	-27.036494594783193, -49.494832904778235	R. Franz Linke, 1333 - Bairro Taquaras, Ribeirão Taquaras -zona rural com edificações
P4	-27.05007433093427, -49.50743436350431	R. Koepsel, 53 - Taquaras - Ribeirão Taquaras - zona urbana
P5	-27.053009152362385, -49.515293648955044	R. Duque de Caxias, 03 - Centro, Ibirama - SC, Confluência Rio Taquaras/Itajaí do Norte

Fonte: Autores, 2024.

Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem



Fonte: Autores, 2024.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

Os procedimentos de coleta, armazenamento e conservação das amostras seguiram a norma NBR 9898 (ABNT, 1987). Os parâmetros físico-químicos foram testados de acordo com a disponibilidade dos equipamentos e reagentes do Laboratório de Química Tecnológica da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, campus Alto Vale, localizado no município de Ibirama/SC procedimento recomendado pela American Public Health Association (APHA, 2012). A determinação do pH foi feita pelo método eletrométrico (Hanna HI 3221, SMEWW-4500H+.B); turbidez, pelo método nefelométrico (Hanna HI 93703, SMEWW 2130B) e cor verdadeira (Hach Modelo DR/2010, SMEWW-2120D), determinação de fósforo total (SMEWW 3030 E; EPA - 6010).

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Diante das atividades desenvolvidas na microbacia hidrográfica do Rio dos Índios e de toda a região do Alto Vale do Itajaí em que ela se encontra, as concentrações de coliformes nos corpos hídricos da região são altas, diante disso, efetuou-se a análise microbiológica de *Escherichia coli*. As análises foram realizadas pela técnica do Colilert em cartela – método de substrato cromogênio no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC/Campus Alto Vale. A técnica de análise empregada identifica a presença de indicadores biológicos de contaminação fecal e possíveis patogênicos. Expressou-se os resultados com base na tabela NMP (Número Mais Provável em 100 mL de água).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o enquadramento do Rio dos Índios em classe II conforme preconizado pelo CONAMA 357/2005, os corpos hídricos enquadrados nessa classe são considerados, não menosprezando as demais classes de corpos hídricos, de grande importância para o abastecimento humano, visto que a potabilidade dessa água é possível através do emprego de tratamento convencional.

No Quadro 1 encontra-se sumarizado os resultados relativo as análises físico-química (pH, turbidez e cor verdadeira) e determinação de metais obtidos nas amostragens realizadas nos anos de 2022 a 2023 em todos os cinco pontos amostrais da bacia hidrográfica do Rio dos Índios. Salienta-se que os pontos P1, P2 e P3 estão localizados na zona rural do município de Ibirama/SC, e os pontos P4 e P5 localizados na zona urbana do município supracitado.

Quadro 1 – Resultados das análises físico-químicas.

Parâmetros	Resultados da coleta 1 (janeiro/2022)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Fósforo total (mg/L)	0,079	0,098	0,075	0,065	0,045
Turbidez (UNT)	9,50	13,00	7,35	20,00	17,00
pH	7,53	6,93	7,12	6,76	7,06
cor verdadeira (uH)	5,50	10,60	5,90	15,30	12,40
Parâmetros	Resultados da coleta 2 (julho/2022)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Fósforo total (mg/L)	0,078	0,074	0,074	0,081	0,035
Turbidez (UNT)	4,20	12,00	12,00	10,00	13,00
pH	6,03	7,10	7,12	7,41	6,97
cor verdadeira (uH)	7,20	13,00	6,00	11,60	9,30
Parâmetros	Resultados da coleta 3 (janeiro/2023)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Fósforo total (mg/L)	0,080	0,090	0,106	0,065	0,030
Turbidez (UNT)	6,35	8,50	8,00	10,00	12,00
pH	7,10	7,22	6,94	7,54	7,62
cor verdadeira (uH)	7,50	6,30	9,60	8,30	10,90
Parâmetros	Resultados da coleta 4 (julho/2023)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Fósforo total (mg/L)	0,065	0,081	0,096	0,060	0,051
Turbidez (UNT)	5,70	12,00	14,00	11,00	11,00
pH	7,15	6,90	7,30	7,51	6,97
cor verdadeira (uH)	7,70	11,00	7,00	10,00	9,30

Fonte: Autores, 2024.

A análise de dados do Quadro 1 mensura a variação da turbidez em uma faixa de 4,70 a 20 UNT em todas as amostragens realizadas em diferente períodos. Os valores de turbidez encontrados se enquadram conforme a legislação do CONAMA 357/2005, que estabelece o valor de até 100 UNT. As variações de turbidez, principalmente nos pontos P1, P2 e P3, encontram-se ligeiramente acima dos valores encontrados nos pontos P4 e P5, possivelmente pela presença mais intensa de vegetação à beira do corpo hídrico e, arraste de partículas sólidas carregadas pelo escoamento superficial para o curso d'água, evidenciando os problemas de perda de solo existentes na Bacia do Ribeirão Taquaras. Em estudos realizados nas águas do rio Alegre no Espírito Santo, Zonta et al. (2008), reportaram resultados com aumento da turbidez da água bem como dos sólidos totais das águas na época de maior precipitação.

Os dados do estudo apresentados no Quadro 1 indicam não existir uma relação específica do pH com as atividades antrópicas tanto na área urbana como na área rural (valores de pH situados na faixa de 6,0-7,50) nos pontos de amostragem estudados no corpo hídrico. Lunelli et al., 2019 reportam que fatores naturais como a dissolução de rochas, fotossíntese e fatores relacionados a atividades urbanas

e agroindustriais podem afetar o pH da água, resultando em danos sistemáticos ao ecossistema aquático.

A cor verdadeira apresentou algumas oscilações ao longo do percurso do Ribeirão Taquaras, sendo possível observar aumento dos pontos de amostragem P1, P2, P3 (4,20 a 12,00) em relação aos pontos P4 e P5 (11,00 a 20,00). Uma possível justificativa se deve a maior concentração populacional devido a urbanização nos dois últimos pontos e o lançamento de esgotos domésticos, contribuindo substancialmente para o aumento da cor verdadeira. Entretanto, os valores observados encontram-se abaixo do limite máximo permitido pela legislação Conama 357 (limite de 75 uH).

Em relação aos valores de Fósforo Total, os valores encontram-se acima do estipulado na Resolução Conama (0,030 mg L⁻¹), sendo observado valores acima do limite em todos os pontos e períodos de amostragem. Neste aspecto, presume-se um possível carreamento de fósforo pelo escoamento superficial, cuja provável fonte se deve a aplicação de adubos (constituídos por fósforo, nitrogênio e potássio) ao longo das áreas de cultivo da Bacia. Danelon et al. 2012, avaliaram a presença de fósforo em um córrego com atividades agrícolas, cujas análises apresentaram em sua totalidade valores acima do permitido pela Resolução Conama 357/2005. O fósforo em excesso nos corpos hídricos ocasiona a eutrofização do mesmo, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido e, por consequência acaba afetando as características físico-químicas da água (FINKLER et al., 2015).

O principal parâmetro analisado que não se adequa a legislação é o de coliforme totais, que no estudo considerou a bactéria *Escherichia coli* por ser um indicador de contaminação fecal na água. Os dados obtidos são apresentados no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 – Resultados das análises microbiológicas

Parâmetros	Resultados da coleta 1 (janeiro/2022)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	140	700	1600	1600	2400
Parâmetros	Resultados da coleta 2 (julho/2022)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	310	920	2000	2400	3100
Parâmetros	Resultados da coleta 3 (janeiro/2023)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	230	450	320	350	700
Parâmetros	Resultados da coleta 4 (julho/2023)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	300	900	1800	2200	2600

Fonte: dos autores, 2024.

Os resultados obtidos indicam que a qualidade do corpo hídrico nos pontos amostrais do Ribeirão Taquaras apresenta parâmetros de qualidade da água inferiores no que se refere aos coliformes fecais e coliformes totais aos requisitos referentes à classe 2. A condição apresentada pela legislação em termos de valores de referência visa à utilização adequada e segura do corpo hídrico, enquadrando-se como classe II, o rio em estudo, aplica-se o disposto no Artigo 15 - parágrafo II “coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000” (BRASIL, 2000). Neste contexto, destacam-se os valores críticos dos parâmetros biológicos (Coliformes Totais e Fecais) associadas à elevação da carga orgânica nos pontos amostrais do corpo hídrico e, ainda, a influência de atividades agropecuárias e de urbanização e infraestrutura sanitária inadequada no trecho, no qual estão localizados os pontos amostrais deste estudo. Portanto, foi evidenciada a presença substancial de coliformes em toda a extensão do curso hídrico do Ribeirão Taquaras, bem acima dos resultados máximos permitidos pela Resolução Conama , (>2419,60 NMP 100 mL⁻¹).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas análises demonstram que os pontos de coleta mais próximos à nascente, essencialmente o ponto P1, apresentam características melhores em relação aos pontos mais distantes, à exemplo dos pontos P4 e P5 localizados na zona urbana. Salienta-se que na zona urbana a área demográfica é maior e os índices de coleta e tratamento de esgoto são precários, concentrando assim, maior quantidade de dejetos, tanto domiciliar quanto industrial, despejado no corpo hídrico.

A utilização da Resolução do CONAMA 357/2005 para avaliação dos resultados obtidos das análises físico-químicas e microbiológicas, demonstrou que os coliformes termotolerantes estão próximos do limite permitido para rio classe 2 em todos os pontos de amostragem, evidenciando assim a contaminação desde a montante do corpo hídrico estudado até a jusante. O fósforo total apresentou valores médios acima do limite estipulado pela legislação, sendo que este parâmetro possui relação direta ao lançamento de esgoto doméstico no corpo hídrico e a presença de resíduos químicos resultante do processo de uso de adubos e fertilizantes ao longo do curso hídrico.

Nesse caso, nota-se a necessidade de que os gestores públicos do município comecem a desenvolver políticas de conscientização da população e das indústrias para um potencial poluidor que os mesmos tem perante ao Ribeirão Taquaras e as consequências dessas atitudes ao meio ambiente, levando-se em consideração o crescimento da população urbana que está associado ao aumento da produção de esgoto sanitário.

Portanto, deve ser ressaltado a importância para a continuidade do monitoramento da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaras, e que sejam estabelecidas medidas mitigatórias e preventivas, como a proteção e reposição das áreas de preservação permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987. Disponível em: < <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf> >. Acesso em: 10 fev. 2024.
- ALVES, E. C; SILVA, C. F; COSSICH, E. S, TAVARES, C. R. G., FILHO, E. E. de S., CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó-Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.
- CONAMA. Resolução nº 357, de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: DOU, 2005.
- CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília: DOU, 2011.
- DANELON, Jean Roger Bombonato; DA LUZ NETTO, Fausto Miguel; RODRIGUES, Silvio Carlos. Análise do nível de fósforo total, nitrogênio amoniacal e cloretos nas águas do córrego Terra Branca no município de Uberlândia (MG). *Revista Geonorte*, v. 3, n. 4, p. 412-421, 2012.
- FIA, R.; TADEU, H.; MENEZES, J. P.; FIA, F. R. L. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 2, p. 267-275, 2015.
- FINKLER, Nicolás Reinaldo et al. Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 10, n. 4, 2015.
- FONTES, A. R.; LUCAS, A. A. T.; CARVALHO, M. E. S. 2017. Índice de qualidade da água na microbacia do Rio Caiçá, no perímetro urbano de Simão Dias/SE. *Revista de Ciências Ambientais*, 11(2):51-60.
- FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 772, 2009.
- GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Município de Ibirama. 2015. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/index.php/conhecasc/municipios-de-sc/ibirama>>. Acesso em: 28 de março de 2024.
- HARTMANN, Julia et al. The effective design of sampling campaigns for emerging chemical and microbial contaminants in drinking water and its resources based on literature mining. *Science of the Total Environment*, v. 742, p. 140546, 2020.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades/Ibirama/SC. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ibirama/panorama>>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- LACH, C. E. et al. Avaliação da qualidade da água do rio Hercílio, município de Ibirama, SC. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 14, n. 1, p. 07-16, 2020.

LUNELLI, K.; NARCISO, N. B.; PAULINO, Ê. A.; KOSLOWSKI, L. A. D. Qualidade da água do Rio dos Índios sob influência de atividades agroindustriais e de urbanização. *Revista Virtual de Química*, v.11, n.4, p.1190-1202, 2019.

MESCHEDE, Marina Smidt Celere et al. Drinking water quality in schools of the Santarém region, Amazon, Brazil, and health implications for school children. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, [s.l.], v. 13, n. 6, p.1-1, 31 out. 2018. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2218>

MILANESI, Lucas de Souza; PERONI, Nivaldo; DOS REIS, Maurício Sedrez. Use of the palm *Euterpe edulis martius* in landscape units managed by migrants of German origin in Southern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 9, p. 1-11, 2013.

OLIVEIRA, L. C.; GOMES, B. M.; BAUMGARTNER, G.; SEBASTIEN, N. Y. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do Rio São Francisco Verdadeiro. *Engenharia Agrícola*, v.28, n.4, p.770-781, 2008.

ZONTA, J. H.; ZONTA, J. B.; DA SILVA RODRIGUES, J. I.; DOS REIS, E. F. Qualidade das águas do rio Alegre, Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, v.39, n.1, p.155-161, 2008.