

QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA NO CÓRREGO BEBEDOURO E RIBEIRÃO FRUTAL NO MUNICÍPIO DE FRUTAL-MG

Adriana Díaz Carrillo¹
Rodrigo Ney Millan²
Eliana Aparecida Panarelli²
Leandro de Souza Pinheiro²

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Os rios são importantes ecossistemas hídricos de fluxo contínuo, também denominados de sistemas fluviais, que proporcionam diversos benefícios socioambientais, culturais e econômicos à sociedade, porém, quando são impactados por fontes pontuais e/ou difusas de poluição podem apresentar sérios problemas ambientais. A presente pesquisa avaliou a qualidade física, química e microbiológica da água nos rios conhecidos como Córrego São José do Bebedouro e Ribeirão Frutal, município de Frutal-MG, Brasil. Os parâmetros físicos e químicos foram determinados com sonda multiparamétrica HORIBA U-50, *in loco* e os coliformes totais e termotolerantes foram determinados em laboratório pelo método Colilert®. A coleta de dados foi realizada mensalmente, em quatro meses durante o período chuvoso, em três diferentes pontos de amostragem cada um dos rios. Foram registrados elevados valores de carga microbiana (coliformes totais acima de 300000 NMP 100 L⁻¹), condutividade elétrica (acima de 360 µS cm⁻¹), sólidos totais dissolvidos (acima de 234,75), com baixos valores de oxigênio dissolvido (2,6 mg L⁻¹) associados ao Ribeirão Frutal. Esses dados estão relacionados ao lançamento do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) doméstico da cidade de Frutal. A análise de componentes principais mostrou que o Ribeirão Frutal apresenta fontes de contaminação pontuais e difusas, enquanto o córrego Bebedouro apresenta apenas fontes de contaminação difusa. Concluímos que o córrego São José do Bebedouro, apresentou melhores condições físicas, químicas e microbiológicas em comparação com o Ribeirão Frutal, mas ambos sistemas estão comprometidos pelas fontes de contaminação pontuais e difusas, comprometendo a integridade da comunidade aquática e oferecendo risco à população humana.

Palavras-chave: Ecossistemas lóticos, atividade antrópicas, fonte de contaminação, contaminação orgânica, sistema de esgotamento sanitário.

¹Aluna do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais- Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, adriana.1094557@discente.uemg.br; Prof. Esp. Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda” UNEFM, Coro-Falcón. Venezuela.

²Prof. Dr (a). Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, rodrigo.millan@uemg.br, eliana.panarelli@uemg.br, leandro.pinheiro@uemg.br.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para o desenvolvimento da vida na terra sendo de vital importância para a economia, o meio ambiente e o desenvolvimento social. Os rios desempenham um papel importante no acoplamento dos ciclos biogeoquímicos entre continentes e oceanos (TAS et al., 2009) e cumprem funções ecológicas (regulação climática, absorção de gases de efeito estufa, entre outras), paisagísticas, culturais e recreativas (PAUL; MEYER, 2001). Também contribuem para a agricultura garantindo segurança econômica, pois fornecem água para as culturas e dessedentação de animais.

Os recursos hídricos estão sob graves ameaças de poluição gerada por intervenções humanas e drenagem agrícola inadequada (JIN et al., 2020). A degradação da qualidade da água ameaça o ecossistema aquático, colocando em risco a saúde humana e prejudicando o desenvolvimento social e econômico. No entanto, é nas áreas urbanas que os impactos antrópicos se acentuam, denominados por Ab Saber (1995) de metabolismo urbano, no qual ressalta que estão incluídos os processos de saneamento básico e se completa por diferentes tipos de descargas, relacionadas a processos biológicos, industriais e comerciais, circulação de veículos, entre diversos outros resíduos. Desta forma, tudo o que se movimenta nos variados fluxos complexos sairá profundamente modificados pela metabolização.

A qualidade da água dos ecossistemas lóticos é afetada por fatores naturais, como mudanças climáticas e intemperismo das rochas, entre outros, e fatores antropogênicos, como descargas de águas residuais domésticas, efluentes industriais e agrícolas (YANG; FLOWER; THOMPSON, 2013; MA et al., 2020). A contaminação química dos ecossistemas aquáticos altera as propriedades químicas, incluindo a dureza, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido na água (CHATURVEDI et al., 2010; TANG et al., 2020). O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2020), afirma que os benefícios ecológicos, econômicos, sociais e científicos que a natureza proporciona são criticamente degradados ou ameaçados pelo uso desordenado, ineficiente ou predatório do solo e dos recursos hídricos em Minas Gerais.

As mudanças nos ambientes fluviais podem ter impactos econômicos e sociais

Realização

Apoio

significativos. Portanto, é imperativo coletar informações confiáveis sobre a qualidade da água para evitar mais contaminação, principalmente em países em desenvolvimento (YANG; FLOWER; THOMPSON, 2013).

Nesse sentido, o monitoramento da qualidade da água por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos sistemas lóticos e seus afluentes permite a obtenção de informações importantes para o gerenciamento de bacia hidrográfica, com diagnóstico atual e inferências preditivas (HUNSAKER; LEVINE, 1995; IORIS et al., 2008). O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a qualidade da água no Córregos Bebedouro e Ribeirão Frutal localizados no município de Frutal-MG, durante o período de chuva, através de análises físicas, químicas e microbiológicas e verificar a influência das atividades antropogênicas na qualidade de água.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi conduzida no Ribeirão Frutal e Córrego São José do Bebedouro, município de Frutal–MG (Figura 1), localizados na mesoregião do Triângulo Mineiro, na porção oeste do Estado de Minas Gerais. O município de Frutal tem clima definido como Aw, segundo a classificação Köppen-Geiger, tropical sazonal com inverno seco (abril a setembro) e verão chuvoso (outubro a março) (ALVARES et al., 2013), apresenta temperatura média anual de 23,6°C e precipitação em torno de 1.433 mm (ROLDÃO; ASSUNÇÃO, 2012).

As coletas de água foram realizadas mensalmente nos meses de dezembro/2021 a março/2022 (período chuvoso). Todas as amostragens e mensurações ocorreram na subsuperfície da zona litorânea, ao longo dos 4 meses de estudo, amostrando-se 3 pontos em cada um dos rios com um total de 24 amostras, em locais que configuram a terceira ordem em cada um dos sistemas (Figura 1).

As variáveis físicas e químicas avaliadas foram: temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), sólidos totais dissolvidos (mg L^{-1}), turbidez (NTU) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), todas mensuradas por meio de sonda multiparamétrica HORIBA U-50, *in loco*.

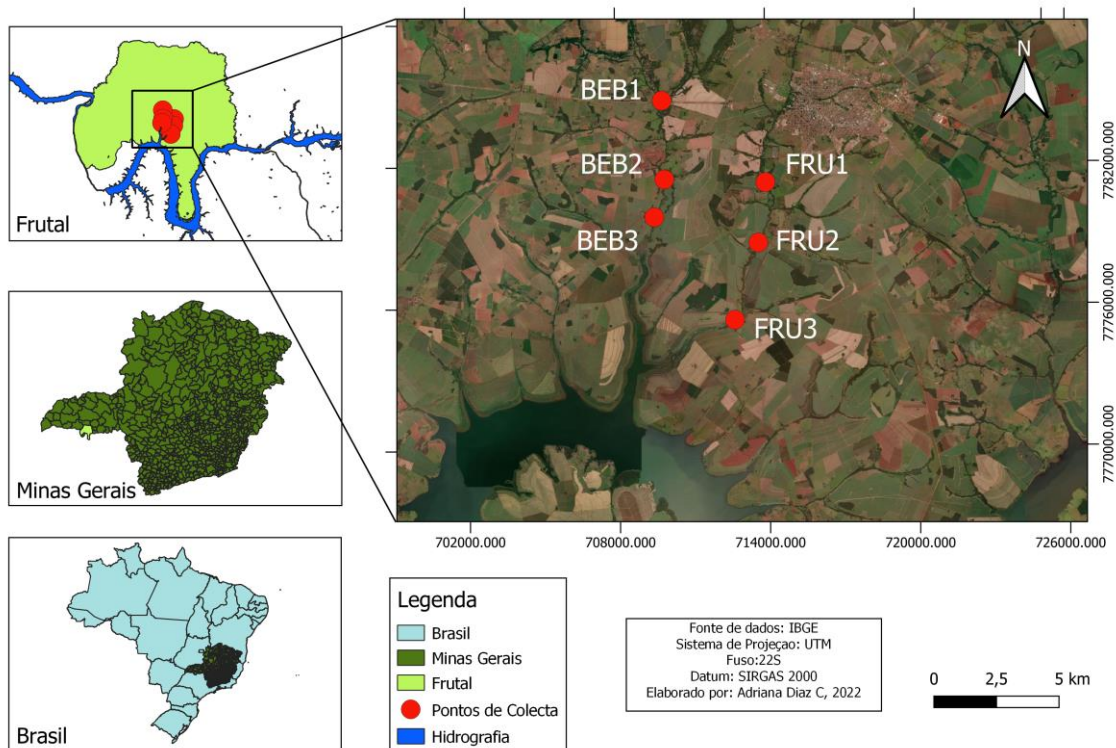


Figura 1: Área de estudo com identificação dos pontos de coleta no município de Frutal-MG. FRU1-FRU3= Ribeirão Frutal; BEB1-BEB3= Córrego São José do Bebedouro.

Amostragens de água para determinação de coliformes totais e termotolerantes (NPM mL⁻¹); ocorreram em frascos de vidro previamente esterilizados de 500 mL. A quantificação ocorreu por meio do kit de análises Colilert, onde diluições da amostra (1 mL, 0,1 mL e 0,01 mL) foram agregadas ao meio de cultura. As amostras foram incubadas em cartelas Quanti-Tray/2000, por 24 horas em estufa a 35°C ± 0,5°C. Os resultados foram verificados através da leitura dos poços positivos na tabela de NMP 100 mL⁻¹ (IDEXX, 2017).

Os dados foram submetidos a uma análise de componentes principais (ACP), a qual permitiu identificar os principais componentes e fontes de contaminação que afetam o Córrego São José do Bebedouro e Ribeirão Frutal, (HUANG et al., 2010; MA et al., 2020). Todos os testes foram executados no software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2021).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das variáveis físicas e químicas foram comparados aos valores de referência da CONAMA 357/05, especificamente para águas doces de classe II (BRASIL, 2005), excetuando a condutividade elétrica, que não é abordada na referida legislação, utilizando-se como parâmetro de comparação o valor do “Guia de coleta e preservação de amostras água” (ANA, 2011).

De acordo a CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) o limite para oxigênio dissolvido em corpos de água doce, é de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, portanto, os resultados do ponto FRU1 e FRU2, apresentaram valores baixos durante o período de coleta. Isso está relacionado a elevada carga microbiana (coliformes totais acima de $300000 \text{ NMP } 100 \text{ L}^{-1}$) associado a elevados valores de condutividade elétrica (acima de $360 \mu\text{S cm}^{-1}$) (Tabela 01). Além disso, os elevados valores dos coliformes termotolerante (Tabela 01) se relacionam com a descarga da água residual da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) próximo no FRU1, que mesmo com todos os esforços municipais, se mostra ineficiente no tratamento do esgoto. Estudos realizados por JÁUREGUI-MEDINA et al. (2007), OLSEN et al. (2012) e MEDEIROS et al. (2019), demonstram como a descarga de águas residuais das estações de tratamento de esgotos municipais nos rios polui as águas superficiais dos sistemas hídricos. Ainda, de acordo com a resolução, águas de classe II apresentam-se destinadas à proteção das comunidades aquáticas e atividade de pesca, mostrando que para os locais mencionados, estas destinações estão comprometidas. De acordo com Ana (2011) e Bueno et al. (2020), valores de condutividade elétrica da água acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$, geralmente indicam ambientes impactados com o nível de poluentes e mudanças na composição da água. Observou-se que a condutividade elétrica, a turbidez e os sólidos totais dissolvidos (STD) do córrego Ribeirão Frutal (FRU1-FRU3) apresentaram maiores valores em comparação com o córrego São José do Bebedouro (BEB1-BEB3) (Tabela 01). Isso está relacionado ao despejo de água residual da Estação de Tratamento Esgoto (ETE), elevando o valor dos parâmetros citados e ainda os sais dissolvidos na água como carbonatos, cloretos, fosfatos e sulfetos (ANDA et al., 2019), perigosos para a vida aquática.

Realização

Apoio



Tabela 01: Dados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos pontos de amostrais em média e desvio padrão

| Pontos de coleta | OD | pH | Temp | Cond | TDS | ORP | Turb | CT | CF |
|------------------|------|-----|-------|--------|--------|-------|------|---------|---------|
| FRU1 | 2,8 | 7,3 | 25,29 | 363,25 | 234,75 | 46,5 | 86 | 323437 | 23207 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| FRU2 | 1,3 | 0,7 | 0,6 | 160,8 | 101,3 | 104,0 | 41,9 | 463540 | 28866 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| FRU3 | 0,80 | 0,6 | 0,76 | 86,2 | 56,0 | 45,1 | 36,7 | 298852 | 14615 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| BEB1 | 0,6 | 0,6 | 0,9 | 48,5 | 31,5 | 85,3 | 16,4 | 383025 | 19760 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| BEB2 | 7,6 | 6,5 | 24,6 | 58,5 | 38,5 | 188,2 | 16,2 | 27152,7 | 1130,2 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| BEB3 | 2,0 | 0,9 | 0,8 | 16,3 | 11,5 | 60,5 | 14,1 | 19453 | 813 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| FRU1 | 6,1 | 7,0 | 25,1 | 71 | 47 | 117 | 20,3 | 52460 | 9087,5 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| FRU2 | 1,1 | 0,7 | 1,2 | 9,6 | 6,8 | 54,3 | 16,8 | 1972 | 10375 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| FRU3 | 6,3 | 7,1 | 25,1 | 70 | 45,5 | 153,5 | 19,9 | 35905,2 | 7742,75 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| BEB1 | 1,3 | 0,7 | 0,7 | 10,5 | 7,0 | 50,3 | 18,0 | 38995 | 11190 |
| | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |

OD = Oxigênio Dissolvido (mg L^{-1}); Temp = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); Cond = Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$); TDS = Sólidos Totais Dissolvidos (mg L^{-1}); ORP = Potencial de Oxi-Redução (mV); Turb = Turbidez (NTU); CT = Coliformes Termotolerantes (NPM mL^{-1}); CF = Coliformes Fecais (NPM mL^{-1}).

Com relação à presença de coliformes totais e fecais, observou-se que em todas as amostras foram detectadas *Escherichia coli*, o que indica contaminação fecal (Tabela 01). Em todos os pontos de coleta observou-se valores superiores ao limite máximo (1000 NMP 100 mL^{-1}) estabelecido pela CONAMA 357/05 para águas de classe II destinadas ao abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, uso recreativo, agrícola entre outros (BRASIL, 2005), isso provavelmente ocorre em decorrência do lançamento de esgoto doméstico associado as descargas de água da Estação de Tratamento de esgoto (ETE). Os valores de coliformes termotolerantes para o Ribeirão Frutal (FRU1-FRU3) apresenta uma elevada carga microbiana, em comparação com o córrego São José do Bebedouro (BEB1-BEB3), assim, os resultados demonstram que ambos os sistemas hídricos se encontram impactados por contaminação fecal, em decorrência de atividades antrópicas presentes no entorno do sistema lótico (Tabela 01). Menezes et al. (2016), ao avaliarem a relação entre a qualidade da água e o uso e ocupação do solo, obtiveram os maiores números de *E. coli* em áreas urbanas. Bega, Oliveira e Albertin (2021) em um estudo nos córregos urbanos, encontraram valores

similares aos apresentados nesta pesquisa.

A análise de componentes principais mostrou que os dois córregos apresentam fontes e níveis de contaminação distintos. O primeiro componente principal (CP1) explicou 74,57% o segundo explicou 17,03% da variabilidade original dos dados (Figura 02).

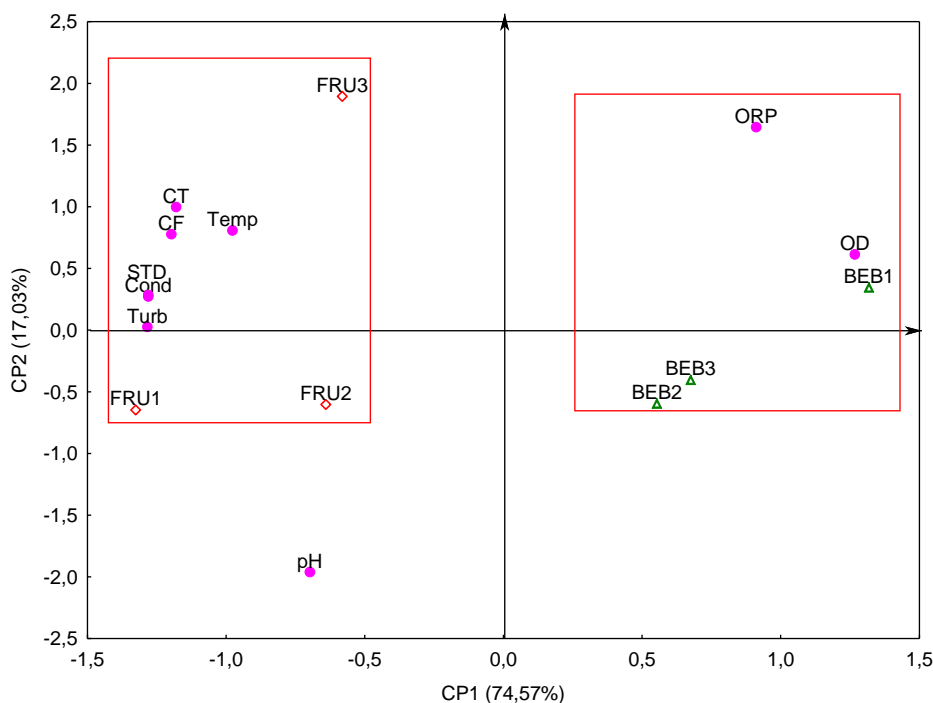


Figura 02: Gráfico de Análise de Componentes Principais (PCA) dos pontos de coleta e parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Temp = temperatura; pH = potencial hidrônio; STD = Sólidos totais dissolvidos; Turb = Turbidez; Cond = Condutividade elétrica; OD= Oxigênio dissolvido; ORP= Potencial de Oxi-Redução; CT= Coliformes totais; CF= Coliformes fecais; Pontos da coleta= FRU1-FRU3 (Ribeirão Frutal), BEB1-BEB3 (Córrego Bebedouro).

As variáveis temperatura, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, coliformes totais e coliformes fecais estiveram associados aos pontos do córrego Ribeirão Frutal (FRU1 a FRU3), posicionando-se do lado negativo do CP1. Os pontos do córrego São José do Bebedouro posicionaram-se do lado positivo do CP1 e associaram-se com as variáveis ORP e oxigênio dissolvido. Este componente, que inclui variáveis orgânicas, físicas e químicas, representa o impacto dos fatores antropogênicos (urbanos, despejo de águas residuais e atividades agrícolas) e litogênicos (erosão natural

do solo) (LI et al., 2020). Assim, por meio desta análise, pode-se dizer que a qualidade da água do Ribeirão Frutal está em condições muito inferiores quando comparada ao córrego São José do Bebedouro. Uma provável razão é que o efluente da ETE entra no Ribeirão Frutal próximo a FRU1, levando à situação de poluição severa. Em geral, os resultados específicos dos pontos de amostragem FRU1-FRU3 podem estar relacionados à sua localização próxima à ETE, resultados que são corroborados por estudos feitos por Olsen et al. (2012) e Lu et al. (2019), nos Estados Unidos e China, respectivamente.

Em termos gerais, os resultados acima indicam que as principais fontes de poluição que ameaçam o Ribeirão Frutal são a poluição pontual das águas residuais da estação de tratamento do esgoto e a poluição difusa nas áreas suburbanas e urbanas, enquanto o córrego Bebedouro caracterizou-se por fontes de contaminação difusas provenientes da atividade agrícola e pecuária. Esses dados são semelhantes a trabalhos realizados no Peru (CUSTODIO et al., 2021), e na China (MA et al., 2020) e Lu et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pontos de amostragem correspondentes ao Ribeirão Frutal (FRU1-FRU3) têm a qualidade da água comprometida para qualquer uso e medidas devem ser tomadas para reduzir a quantidade de coliformes totais e termotolerantes. Os altos valores de condutividade elétrica e coliformes indicam grande quantidade de matéria orgânica e contaminação fecal recente devido à presença da estação de tratamento de esgoto (ETE) doméstico da cidade de Frutal, oferecendo risco à população, saúde da sociedade e do ecossistema.

O sistema hídrico São José do Bebedouro, apresentou melhores condições físicas, químicas e biológicas em comparação com Ribeirão Frutal, mas ambos sistemas se encontram comprometidos pela contaminação fecal de fontes pontuais e difusas, estando ambos impactados.



A AGRADECIMENTOS

Ao Programa Bolsas Brasil PAEC OEA-GCUB (Organização de Estados Americanos – Grupo Coimbra) pela bolsa de pós-graduação concedida à primeira autora no ano de 2021-2023.

R REFERÊNCIAS

AB' SABER, Aziz. A sociedade urbano-industrial e o metabolismo urbano. **In:** Prospectivas à beira do novo milênio. São Leopoldo, Ed. Unisinos, 1995. (p. 9-19). Disponível em https://professor.ufrgs.br/dagnino/files/absaber_1995_sociedade_urbano_industrial_e_metabolism_o-urbano.pdf. Acesso em: mai. 2022.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.L.], v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 15 abr. 2022.

ANA. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

ANDA, José de; GRADILLA-HERNÁNDEZ, Misael Sebastián; DÍAZ-TORRES, Osiris; DÍAZ-TORRES, José de Jesús; LATORRE-CASTRO, Lissie Marcela de. Assessment of heavy metals in the surface sediments and sediment-water interface of Lake Cajititlán, Mexico. **Environmental Monitoring and Assessment**, [S.L.], v. 191, n. 6, p. 1-13, 23 maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-019-7524-y>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31123902/>. Acesso em: 16 abr. 2022.

BEGA, João Miguel Mercês; OLIVEIRA, Jefferson Nascimento de; ALBERTIN, Liliane Lazzari. Dinâmica temporal da qualidade da água em um córrego urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 903-913, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200163>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/WyWFSqzqGPynyh8fMQshkkP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 nov. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre uma nova classificação para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do território nacional. Brasília: CONAMA, 2005. Disponível em:

Realização

Apoio



https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em 02 mar. 2022.

BUENO, A. S.; RODRIGUES, E. S.; MARUYAMA, L. S.; CASTRO, P. M. G. Evaluation of water quality in fee-fishing ponds located in Guarapiranga's sub basin, Upper Tietê River basin, São Paulo State. **Brazilian Journal of Biology**, [S.L.], v. 80, n. 2, p. 319-329, jun. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.204282>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/h7mLBhn9yCVcj7GNNYVXr7f/?lang=en>. Acesso em: 18 abr. 2022.

CHATURVEDI, Nagendra Kumar; KUMAR, Sanjay; NEGI, Seema; TYAGI, Rakesh K. Endocrine disruptors provoke differential modulatory responses on androgen receptor and pregnane and xenobiotic receptor: potential implications in metabolic disorders. **Molecular and Cellular Biochemistry**, [S.L.], v. 345, n. 1-2, p. 291-308, 10 set. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11010-010-0583-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11010-010-0583-6#Ack1>. Acesso em: 16 mar. 2022.

CUSTODIO, María; PEÑALOZA, Richard; CHANAMÉ, Fernán; HINOSTROZA-MARTÍNEZ, José L.; LACRUZ, Heidi de. Water quality dynamics of the Cunas River in rural and urban areas in the central region of Peru. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, [S.L.], v. 47, n. 3, p. 253-259, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2021.05.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428521000339>. Acesso em: 18 mar. 2022.

HUANG, Fang; WANG, Xiaoquan; LOU, Liping; ZHOU, Zhiqing; WU, Jiaping. Spatial variation and source apportionment of water pollution in Qiantang River (China) using statistical techniques. **Water Research**, [S.L.], v. 44, n. 5, p. 1562-1572, mar. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2009.11.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135409007222>. Acesso em: 16 mar. 2022.

HUNSAKER, Carolyn T.; LEVINE, Daniel A. Hierarchical Approaches to the Study of Water Quality in Rivers. **Bioscience**, [S.L.], v. 45, n. 3, p. 193-203, mar. 1995. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2307/1312558>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/45/3/193/252497?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 15 mar. 2022.

IDEXX Laboratories, Inc., One IDEXX Drive, Westbrook, Maine 04092 USA idexx.com/water. 2017. Disponível em: <https://www.idexx.es/files/colilert-procedure-en.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 fev. 2022.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e segurança hídrica. In: FONSECA da M. (org.). **Gestão e situação das águas de Minas Gerais: segurança hídrica**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das águas, IGAM, 2020. p. 181-201. Disponível em: http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Gest%C3%A3o_e_Situa%C3%A7%C3%A3o_da_

%C3%81guas_de_Minas_Gerais_2020.pdf. Acesso em: 22 jun. 2021.

IORIS, Antonio A.R.; HUNTER, Colin; WALKER, Susan. The development and application of water management sustainability indicators in Brazil and Scotland. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 88, n. 4, p. 1190-1201, set. 2008. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.007>. PMID:17681672. Acesso em 22 jun. 2021.

JÁUREGUI-MEDINA, Cecilia; RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, Santiago; ESPINOSA-RODRÍGUEZ, Miguel A; TOVAR-RODARTE, Raúl; QUINTERO-HERNÁNDEZ; Beatriz e RODRÍGUEZ-CASTAÑEDA, Imelda. Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. **Revista Latinoamericana de Recursos Naturales**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 65-73, 22 mar. 2007. Disponível em: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/27>. Acesso em: 23 mai. 2022.

JIN, Guangqiu; ZHANG, Zhongtian; YANG, Yihang; HU, Shuheng; TANG, Hongwu; BARRY, David Andrew; LI, Ling. Mitigation of impact of a major benzene spill into a river through flow control and in-situ activated carbon absorption. **Water Research**, [S.L.], v. 172, p. 115489, abr. 2020. Elsevier B. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115489>. Acesso em: 01 mai. 2022.

LI, Xiaolin; LIU, Enfeng; ZHANG, Enlou; LIN, Qi; YU, Zhenzhen; NATH, Bibhash; YUAN, Hezhong; SHEN, Ji. Spatio-temporal variations of sedimentary metals in a large suburban lake in southwest China and the implications for anthropogenic processes. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 707, p. 135650, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135650>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31780171/>. Acesso em 22 abr. 2022.

LU, Weiwei; WU, Juan; LI, Zhu; CUI, Naxin; CHENG, Shuiping. Water quality assessment of an urban river receiving tail water using the single-factor index and principal component analysis. **Water Supply**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 603-609, 5 jun. 2018. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/ws.2018.107>. Disponível em: <https://iwaponline.com/ws/article/19/2/603/39353/Water-quality-assessment-of-an-urban-river>. Acesso em: 20 mar.2022.

MA, Xiaoxue; WANG, Lachun; YANG, Hong; LI, Na; GONG, Chang. Spatiotemporal Analysis of Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques and the Water Quality Identification Index for the Qinhuai River Basin, East China. **Water**, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 2764, 4 out. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w12102764>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/10/2764>. Acesso em 22 jun. 2021.

MEDEIROS, Victor Souza; SALEH, Bruno Botelho; AGUIAR, Ana Carolina Ribeiro; FURQUIM FILHO, Cleidonaldo Silva; ALVES, Wellmo dos Santos; MIRANDA, Rafael Abreu; AQUINO, Davi Santiago. Verificação da conformidade da qualidade do efluente da estação de tratamento de esgotos de rio verde – GO. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 814-831, 4 abr. 2019. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019814-831>. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/4789. Acesso em: 23 maio 2022.



MENEZES, João Paulo Cunha; BITTENCOURT, Ricardo Parreira; FARIAS, Matheus de Sá; BELLO, Italoema Pinheiro; FIA, Ronaldo; OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho de. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 519-534, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016145405>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/9WBFsRNdrzqJcrZnPXSgDyM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2022.

OLSEN, Roger L.; CHAPPELL, Rick W.; LOFTIS, Jim C. Water quality sample collection, data treatment and results presentation for principal components analysis – literature review and Illinois River watershed case study. **Water Research**, [S.L.], v. 46, n. 9, p. 3110-3122, jun. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.03.028>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135412001911>. Acesso em 20 mar. 2022.

PAUL, Michael J.; MEYER, Judy L. Streams in the Urban Landscape. **Annual Review of Ecology and Systematics**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 333-365, nov. 2001. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040>. Acesso em 01 mai. 2022.

ROLDÃO, Aline de Freitas; ASSUNÇÃO, Washington Luiz. Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no triângulo mineiro – MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, [S.L.], v.1, n.5, p.428 – 440, 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2383>. Acesso em: 15 abr. 2022.

StatSoft, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 13.3, 2021. Disponível em: <https://statistica.software.informer.com/13.0/>

TANG, Shoufeng; WANG, Zetao; YUAN, Deling; ZHANG, Chen; RAO, Yandi; WANG, Zhibin; YIN, Kai. Ferrous ion-tartaric acid chelation promoted calcium peroxide fenton-like reactions for simulated organic wastewater treatment. **Journal of Cleaner Production**, [S.L.], v. 268, p. 122253, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122253>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620323003>. Acesso em 20 jun.2021.

TAS, Neslihan; VAN EEKERT, Miriam H. A.; SCHRAA, Gosse; ZHOU, Jizhong; VOS, Willem M. de; SMIDT, Hauke. Tracking Functional Guilds: dehalococoides spp. in european river basins contaminated with hexachlorobenzene. **Applied And Environmental Microbiology**, [S.L.], v. 75, n. 14, p. 4696-4704, 15 jul. 2009. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.02829-08>. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/AEM.02829-08>. Acesso em: 08 maio 2022.

YANG, Hong; FLOWER, Roger J.; THOMPSON, Julian R. Sustaining China's Water Resources. **Science**, [S.L.], v. 339, n. 6116, p. 141-141, jan. 2013. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.339.6116.141-b>. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.339.6116.141-b>. Acesso em 20 mar.2022