



IMPACTOS AMBIENTAIS EM DOIS SISTEMAS LÓTICOS NO MUNICÍPIO DE FRUTAL/MG: ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E DIVERSIDADE DE HABITATS

Adriana Duneya Díaz Carrillo¹

Rodrigo Ney Millan²

Eliana Aparecida Panarelli²

Karen Dayana de Souza Andrade Fontes³

Recursos Hídricos e Qualidade da água

Resumo

No cerrado brasileiro os ecossistemas aquáticos estão impactados principalmente pelas atividades agropecuárias e a pressão das áreas urbanas. A presente pesquisa avaliou os impactos de dois sistemas lóticos, localizados no município de Frutal-MG, Brasil, durante os períodos de seca e chuva. Parâmetros físicos e químicos da água foram mensurados com sonda multiparamétrica HORIBA U-50, *in loco* e coliformes termotolerantes pelo método Colilert®. O Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para caracterizar a diversidade de habitats (adaptado por Callisto et al., 2002), foi aplicado para identificação dos impactos ambientais e estado de conservação dos sistemas. O PAR indicou trechos impactados para o Ribeirão Frutal (35 a 37 pontos), informação concordante com valores de coliformes termotolerantes (> 307.236 NMP 100 mL⁻¹), condutividade elétrica (> 476,5 µS cm⁻¹), sólidos totais dissolvidos (> 306,6 mg L⁻¹) e baixos valores de oxigênio dissolvido (2,1 mg L⁻¹). Esses dados estão relacionados com o lançamento do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto doméstico (ETE) da cidade de Frutal, demonstrando que o Ribeirão Frutal se encontra fortemente impactado. Os dados limnológicos do córrego São José do Bebedouro demonstram melhores condições com os parâmetros analisados enquadrados na classe II da Resolução CONAMA 357/05. O PAR caracterizou esse riacho com condições próximas ao “natural” (67 a 70 pontos). Concluímos que o Córrego São José do Bebedouro, apresentou melhores condições de conservação em comparação o Ribeirão Frutal, impactado pelas fontes de contaminação pontual e ocupação inadequada de suas margens, comprometendo a integridade da comunidade aquática e oferecendo risco ambiental.

Palavras-chave: Avaliação ambiental, recursos hídricos, qualidade da água, estação de esgoto sanitário, poluição fecal.

¹Mestranda 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(a). Dr (a). Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, rodrigo.millan@uemg.br, eliana.panarelli@uemg.br

³Mestranda em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais- Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, karen.1094555@discente.uemg.br



INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um tema de extrema importância para a compreensão e preservação dos sistemas hídricos, desempenhando um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas e na promoção da saúde humana (KUMAR et al., 2019). Os corpos d'água do nosso planeta tem sido constantemente afetados por diversos fatores, como atividades industriais, agrícolas e urbanas, resultando em impactos significativos na sua qualidade e, conseqüentemente, na conservação desses sistemas (MELLO et al., 2020). A contaminação e degradação dos sistemas hídricos têm implicações diretas na biodiversidade aquática, nos serviços ecossistêmicos e na disponibilidade de água potável para as comunidades humanas (SOUZA-BASTOS et al., 2017).

A preservação da qualidade da água é um desafio crescente no Brasil, especialmente quando consideramos as demandas cada vez maiores por recursos hídricos em um mundo em constante desenvolvimento (CONTI, 2021). A proteção da mata ciliar favorece o equilíbrio do curso d'água pois contribui para a recarga de nascentes e prevenção de enchentes (CASTRO; MELLO; POESTER, 2012), além de auxiliar na diminuição dos processos erosivos e retenção de materiais alóctones (ROCHA; COSTA, 2015).

O Brasil é um dos dois países com maior biodiversidade do mundo (UNEP, 2019), porém, a crescente demanda agrícola, superpopulação e má gestão dos recursos naturais, trazem sérios impactos ambientais, principalmente aos recursos hídricos (CERQUEIRA et al., 2019; CONTI, 2021). No estado de Minas Gerais, o bioma do Cerrado tem sofrido impactos ambientais ocasionados pela pecuária, a agricultura extensiva (GODOI; ROMEIRO, 2019) e atividades urbanas como efluentes de esgoto doméstico sem tratamento prévio (ANA, 2017), situação da qual os sistemas hídricos do município de Frutal não escapa.

Nesse sentido, é imperativo monitorar as variáveis ambientais que sejam sensíveis a impactos que possam vir a acontecer (FERNANDES et al., 2011). Os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) levam em consideração parâmetros físicos do habitat, características físicas da água e da cobertura vegetal (CALLISTO et al., 2002). Ao compreendermos as variáveis que afetam a qualidade da água e os efeitos desses impactos

Realização



nos sistemas hídricos, podemos tomar medidas adequadas para mitigar os problemas existentes e implementar estratégias eficazes de conservação. Nesse contexto, este trabalho pretende avaliar os impactos ambientais dos sistemas hídricos de Ribeirão Frutal e Córrego São José do Bebedouro, localizados no Município de Frutal, utilizando parâmetros físicos e químicos, microbiológicos e um protocolo de avaliação rápida de ecossistemas aquáticos.

METODOLOGIA

A área de estudo está delimitada no município de Frutal em Minas Gerais, especificamente no Ribeirão Frutal e Córrego São José do Bebedouro, localizados na mesoregião do Triângulo Mineiro, na porção Oeste do Estado de Minas Gerais (Figura 1). Esta região está inserida no bioma Cerrado com presença de atividades agrícolas e pecuárias que movimentam grandes recursos na região (IBGE, 2020). 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).

Os pontos de amostragem para monitoramento da qualidade da água foram definidos em locais que configuram a terceira ordem em cada um dos sistemas de acordo com a classificação de Strahler (1952). FRU1: próximo da saída do efluente final tratado da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no Ribeirão Frutal, FRU2 e FRU3: atividade agropecuárias na área no Córrego Ribeirão Frutal; BEB1, BEB2 e BEB3: Córrego São José do Bebedouro em áreas de atividade agrícola e pecuária. As coletas de água foram realizadas mensalmente nos meses de dezembro/2021 a março/2022 (período chuvoso), e de junho a setembro de 2022 (período seco). Todas as amostragens e mensurações ocorreram na subsuperfície da zona litorânea, ao longo dos 8 meses de estudo amostrando-se 3 pontos em cada um dos rios com um total de 48 amostras.

As variáveis físicas e químicas avaliadas foram: condutividade elétrica (Cond; $\mu\text{S cm}^{-1}$), sólidos totais dissolvidos (STD; mg L^{-1}), e oxigênio dissolvido (OD; mg L^{-1}). Todas essas variáveis foram mensuradas por meio de sonda multiparamétrica HORIBA U-50, *in loco*. Para análise dos coliformes totais e termotolerantes, a amostragem de água foi feita

Realização



em frascos de vidro previamente esterilizados com volume 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 $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Os resultados foram verificados através da leitura dos poços positivos na tabela de NMP 100 mL^{-1} (IDEXX, 2017).

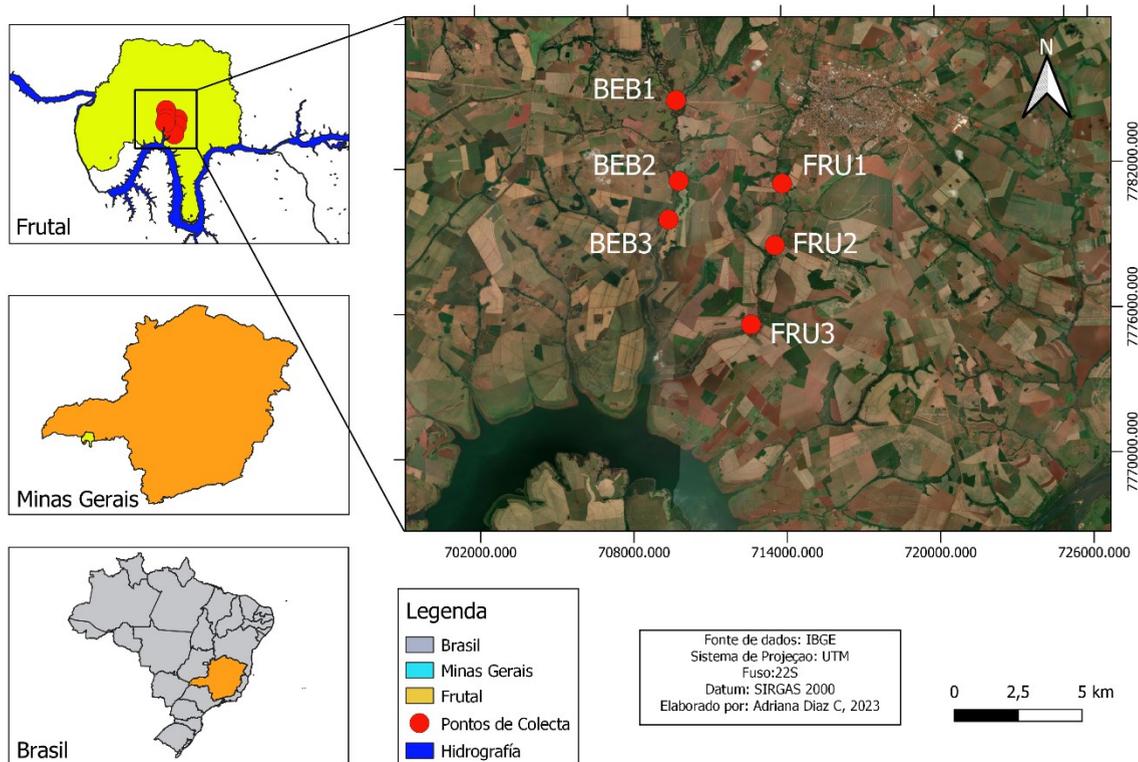


Figura 1. Localização da área de estudo, com identificação dos pontos de coleta no município de Frutal-MG. FRU1-FRU3= Córrego Ribeirão Frutal; BEB1-BEB3= Córrego São José do Bebedouro (Frutal, MG, Brasil).

Para a identificação das atividades antrópicas e condições ecológicas nos córregos estudados foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade (PAR) de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, adaptado por Callisto et al. (2002) e validado por Rigotti, Pompêo e Fonseca (2016) e Crisigiovanni et al. (2020) (Tabela 1). O protocolo compreende dois quadros que avaliam um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas sendo um quadro com pontuações de 0 a 4 e outro com pontuações de 0 a 5.



Tabela 1. Classificação do Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats

Esca	Valor	Cor
Impactados	0-40	
Alterados	41-60	
Naturais	61>	

Fonte: Callisto et al. (2002).

Para as análises dos dados dos sistemas hídricos utilizou-se análise estatística descritiva envolvendo a média e desvio padrão das variáveis analisadas. Os dados foram comparados aos valores de referência da legislação brasileira CONAMA 357/05, especificamente para águas doces de classe II (BRASIL, 2005), e para a condutividade elétrica, foi usado o valor da “Guia de coleta e preservação de amostras água” (ANA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos parâmetros do protocolo foi obtido o valor final com a somatória dos valores atribuídos aos parâmetros utilizados dentro do protocolo de avaliação (Tabela 2). A aplicação do PAR foi realizada no segmento FRU1-FRU3 (Figura 2) que corresponde a um trecho de terceira ordem do Ribeirão Frutal, perto da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Cidade de Frutal. Este foi classificado com 35 pontos, sendo enquadrado, portanto, na categoria de condição ambiental “impactado”. Foram identificadas interferência antrópica nas proximidades como a ETE que influencia no odor da água, alta oleosidade e baixa transparência, além de presença de atividades agrícolas. Os pontos FRU2 e FRU3 (Figura 2) foram similares a FRU1, com valores de 35 e 37 pontos, respectivamente, sendo trechos “impactados” também. Evidenciou-se ausência e/ou pouca extensão de mata ciliar, odor da água desagradável, além de erosão próxima nas margens do rio, assessoramento em seu leito e presença de atividades agropecuárias.

Os trechos BEB1 e BEB2 (Figura 2) totalizaram 67 pontos e o ponto BEB3, com 70 pontos, sendo enquadrados, portanto, na categoria de condição de ambientes “naturais”. A ocupação no entorno do sistema fluvial corresponde à vegetação natural ciliar. As interferências antrópicas detectadas foram as agrícolas e pecuárias.

Realização



Tabela 2. Resultado da análise do Protocolo de avaliação Rápida aplicado no Ribeirão Frutal e Córrego São José do Bebedouro no município de Frutal, MG. Brasil.

Variáveis	Pontos de amostragem					
	FRU1	FRU2	FRU3	BEB1	BEB2	BEB3
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	0	2	2	2	4	2
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assessoramento em seu leito	0	0	0	0	2	2
3. Alterações antrópicas	2	2	2	4	4	4
4. Cobertura vegetal no leito	0	0	0	2	2	2
5. Odor da água	2	2	2	4	4	4
6. Oleosidade da água	2	2	2	4	4	4
7. Transparência da água	0	0	0	4	4	4
8. Odor do sedimento (fundo)	2	2	2	4	4	4
9. Oleosidade do fundo	0	2	0	4	4	4
10. Tipo do fundo	4	2	4	2	2	2
11. Tipos de fundos	2	2	2	5	5	5
12. Extensão de rápidos	2	2	2	3	3	3
13. Frequência de rápidos	2	0	2	0	0	0
14. Tipo de substratos	0	0	0	3	2	2
15. Deposição de lama	3	2	3	5	5	5
16. Depósitos de sedimentos	0	0	0	5	2	2
17. Alterações no canal do rio	3	5	5	3	5	3
18. Característica do uso da água	5	5	5	5	5	5
19. Presença de mata ciliar	2	0	0	3	2	3
20. Estabilidade das margens	2	0	2	2	2	2
21. Extensão da mata ciliar	2	0	0	3	2	3
22. Presença de plantas aquáticas	0	5	2	0	0	5
Pontuação	35	35	37	67	67	70
Avaliação	Impactado	Impactado	Impactado	Natural	Natural	Natural

De acordo com a avaliação dos impactos ambientais e estado de conservação dos sistemas lóticos estudados, verificou-se concordância com as variáveis físicos e químicas deste estudo (SOARES et al., 2016; CORDEIRO et al., 2016; CRISIGIOVANNI et al., 2020; FARIA; FERNANDEZ, 2019). Diferenças entre córrego urbanos e rurais são evidenciadas no estudo realizado por Nascimento, Alves-Martins e Jacobucci (2018), na bacia do rio Uberabinha na região do Triângulo Mineiro (MG). A presença de atividades

Realização



urbanas e suburbanas no Ribeirão Frutal são evidentes na avaliação do PAR e na qualidade da água. Danos ambientais nos rios estão associados aos aspectos da urbanização desenfreada, insuficiência das instalações de saneamento básico, presença do lançamento de esgotos *in natura* no corpo hídrico e acúmulo de resíduos sólidos que contribuem com a degradação dos sistemas lóticos (ALVES et al., 2019).



Figura 2. Observação das condições hidro morfológicas e ecológicas do Ribeirão Frutal (FRU1-FRU3) e do Córrego São Jose de Bebedouro (BEB1-BEB3)

Quanto à qualidade da água, os resultados demonstraram que as variáveis estudadas (condutividade elétrica- Cond, sólidos totais dissolvidos- TDS, oxigênio dissolvidos - OD, coliformes totais- CTot e termotolerantes- CTer), apresentaram contrastes entre os dois sistemas lóticos. 73,33% das variáveis do Ribeirão Frutal ficaram fora da faixa do limite estabelecidos pela CONAMA 357/05, especificamente para águas doces de classe II (BRASIL, 2005).

Os maiores valores de coliformes termotolerantes foram encontrados no FRU1 e FRU2 (Tabela 3). Valores de TDS e condutividade elétrica mostraram-se elevados no Ribeirão Frutal (FRU1-FRU3). A água de FRU1 apresentou baixos valores de OD com

Realização



aumentos progressivos nos outros pontos em FRU2-FRU3. Os pontos relacionados ao córrego São José do Bebedouro (BEB1-BEB3), mostraram padrões semelhantes em todo o percurso analisado, com valores baixos de condutividade elétrica e TDS, todos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005 para águas doces de classe II, mas com elevados valores de coliformes totais e termotolerantes, sendo 33,33% dos parâmetros fora da normativa, evidenciando a influência de atividades antrópicas na área (Tabela 3).

Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das amostras no Córrego Ribeirão Frutal e São José de Bebedouro, Município de Frutal, MG

Pontos	OD	Cond	TDS	CTot	CTer
VMP	≥5,0 mg L ⁻¹	≤100 μS cm ⁻¹	≤500 mg L ⁻¹	≤1000 NPM mL ⁻¹	≤1000 NPM mL ⁻¹
FRU1	*2,1 ±1,4	*476,5 ±221,8	306,6 ±140,5	*2.871.893 ±3.964.344	*307.236±431.404
FRU2	*3,6 ±1,1	*333,1 ±112,6	217,1 ±74,0	*1.976.857± 3375414,3	*142.827±278.262
FRU3	5,3 ±1,6	*324,0 ±83,0	211,3 ±53,7	*307.208 ± 276270,7	*33.826±39125,3
BEB1	8,0 ±1,6	57,1 ±13,1	37,8 ±9,17	*23.427 ± 15286,7	790±710,0
BEB2	6,7 ±1,2	71,8 ±8,9	47,5 ±5,8	*36.308 ± 23.085	*4.645±8.288
BEB3	7,0 ±1,58	70,7 ±9,6	46,3 ±6,1	*32.925 ± 27.021	*4.277±8.214

OD = Oxigênio Dissolvido (mg L⁻¹); Cond = Condutividade Elétrica (μS cm⁻¹); TDS = Sólidos Totais Dissolvidos (mg L⁻¹); CTot = Coliformes Totais (NPM 100 mL⁻¹); CTer = Coliformes Termotolerantes (NPM 100 mL⁻¹). FRU1-FRU3= Ribeirão Frutal; BEB1-BEB3= Córrego São Jose de Bebedouro. VMP: Valor máximo permitido pela resolução CONAMA n° 357/2005 para águas doces de classe II; *: Valor em desacordo com o VMP.

A influência da atividade urbana no trecho avaliado do Ribeirão Frutal foi evidenciada na relação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos associados aos pontos de amostragem. A fonte de contaminação pontual neste corpo de água se associa a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade de Frutal (MG), que verte seus efluentes tratados neste córrego. Estudos realizados por Menezes et al. (2016), Medeiros et al. (2019) e Cerqueira et al. (2019) confirmam como a ausência de saneamento básico ou a ineficiência das ETES, incrementa a matéria orgânica fecal, sólidos totais e condutividade elétrica na água podendo degradar e diminuir a qualidade de água do sistema lótico receptor, além de gerar condições anóxicas no ecossistema, sendo prejudicial para a biota (SOUZA-BASTOS et al., 2017). As atividades urbanas como aumento desordenado da população e geração de efluentes são a segunda atividade mais poluente dos corpos de água brasileiros (MELLO et al., 2020), porém, em Minas Gerias, demonstra que 37% das ETE apresentam efluentes com qualidade de água de péssima a ruim (ANA, 2017). Condições



similares são observadas no Ribeirão Frutal. As condições da bacia hidrográfica do sistema hídrico do São José do Bebedouro, apresentou melhores condições de qualidade da água, porém, a poluição difusa pelas atividades agropecuárias e fatores litogênicos (erosão natural do solo) podem diminuir sua qualidade (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.

CONCLUSÕES

O Ribeirão Frutal se encontra impactado pelas atividades antrópicas. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade de Frutal é uma fonte de poluição pontual que degrada a qualidade da água, além disso a baixa presença de mata ciliar e as atividades agrícolas e pecuárias são elementos que impactam o estado ecológico e a manutenção do sistema hídrico como um ecossistema que não tem capacidade de sustentar a vida aquática. Os córregos Ribeirão Frutal e São José do Bebedouro apresentam valores elevados de coliformes termotolerantes, o que demonstra contaminação por material fecal, representando um risco à saúde ambiental.

O uso de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, junto com a aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, podem melhorar a interpretação dos resultados sobre as condições dos corpos hídricos com presença de impactos ambientais. Sugerimos a adequação do sistema de tratamento de esgoto que se demonstra ineficiente, monitorar os efluentes da ETE e conservar e expandir as áreas de proteção permanentes (APPs) para as áreas analisadas.

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. Ao programa de bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ/UEMG pelas bolsas concedidas ao segundo autor e terceira autora. Ao programa de bolsas ProBPG/UEMG pela bolsa de pós-graduação concedida à última autora.

Realização





REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.L.], v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 22 maio. 2023.
- ALVES, L. S. *et al.* Avaliação da qualidade da água na bacia do rio Camarajipe (Salvador – Brasil): Diagnóstico dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e determinação do IQA. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.L.], p. 71-80, 10 jul. 2019. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/203>. Acesso em: 22 maio. 2023.
- ANA. Agência Nacional de Água. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília, Agência Nacional de águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, p. 88, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- ANA. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas / 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.
- CALLISTO, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, [S.L.], v. 34, p. 91-97, 2002. Disponível em: <http://jbb.ibict.br/handle/1/708>. Acesso em 16 fev. 2022.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. (Org.). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de comunicação, 2012. 60 p.
- CERQUEIRA, T. C. *et al.* Effects of urbanization on water quality in a watershed in northeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, [S.L.], v. 192, n. 1, p. 192-65, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-019-8020-0>. Acesso em: 22 maio. 2023.
- CONTI, D. M. Water: An urgent matter for Brazil. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 23, p. 1-6, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/LnfdKhrJWxPsQSKbzjmsgPR/?lang=en>. Acesso em: 22 maio. 2023.
- CORDEIRO, G. G. *et al.* Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Ambiente & Água**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 702-710. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/3vfFRkrff3zMHSTPgsLp55H/>. Acesso em: 22 maio. 2023.
- 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

Realização





salinas do território nacional. Brasília: CONAMA, 2005. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em 19 jun. 2023.

CRISIGIOVANNI, E. E. *et al.* Inadequate riparian zone use directly decreases water quality of a low-order urban stream in southern Brazil. **Revista Ambiente & Água**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 1-11, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/PJh6QWr7F5hKSDJ4tBcBYSJ/?lang=en>. Acesso em: 15 jun. 2023.

FARIA, R. T. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. Aplicação do protocolo de avaliação rápida de habitats aquáticos em córregos de Marechal Cândido Rondon (PR). **Geomae**, Campo Mourão, v. 10, n. 2, p. 63-79, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/geomae/article/view/7684>. Acesso em: 15 jun. 2023.

FERNANDES, M. M.; *et al.* Influência do uso do solo na qualidade de água na microbacia Glória, Macaé, Rio de Janeiro. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 105-116, 2011. Disponível em:

<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=593&layout=abstract>. Acesso em: 15 jun. 2023.

GODOI, M. H.; ROMEIRO, A. R. Análise multi-escalar integrada da produção agropecuária no triângulo mineiro em relação ao uso da água. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**. [S.L.], v. 30, n. 1, p. 138-159. 2019. Disponível em:

<https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/253/229>. Acesso em: 8 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE: Cidades**. Frutal. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/frutal/panorama>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

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>. Acesso em: 8 jun. 2023.

KUMAR, P. *et al.* Integrated water resources management for an inland river basin in China. **Watershed Ecology and the Environment**, [S.L.], v. 1, p. 33-38, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589471419300026>. Acesso em: 8 jun. 2023.

LI, X. *et al.* 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, 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719356451>. Acesso em: 8 jun. 2023.

MEDEIROS, V. S. *et al.* 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, 2019. Disponível em:

https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/4789. Acesso em: 8 jun. 2023.

Realização





MELLO, K. *et al.* Multiscale land use impacts on water quality: assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 270, p. 110879, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720308094>.

Acesso em: 8 jun. 2023.

MENEZES, J. P. C. *et al.* 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, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/9WBFsRNdrzqJcrZnPXSgDyM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2023.

NASCIMENTO, A. L.; ALVES-MARTINS, F.; JACOBUCCI, G. B. Assessment of ecological water quality along a rural to urban land use gradient using benthic macroinvertebrate-based indexes. **Bioscience Journal**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 194-209, 2018. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/37842/21469>. Acesso em: 01 jun. 2023.

RIGOTTI, J. A.; POMPÊO, C. A.; FONSECA, A. L. O. Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. **Ambiente & Água**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 85-97, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/qcZVC5FXKLScjHrjGbXKkYN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2023.

ROCHA, C. H. B., COSTA, H. F. Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. **RBRH**, v. 20, n. 2, p. 543-550, 2015. Disponível em: https://biblat.unam.mx/hevila/RBRHRevistabrasileiraderecursos_hidricos/2015/vol20/no2/25.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

ROLDÃO, A. F.; ASSUNÇÃO, W. L. 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: 20 abr. 2023.

SOARES, T. S. *et al.* Avaliação dos impactos ambientais na área de influência direta do córrego da Estiva, município de Betim (MG). **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 620- 636, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546204007>. Acesso em: 01 jun. 2023.

SOUZA-BASTOS, L. R. *et al.* Evaluation of the water quality of the upper reaches of the main Southern Brazil river (Iguaçu river) through in situ exposure of the native siluriform *Rhamdia quelen* in cages. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 231, p. 1245-1255, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.071>. Acesso em: 01 jun. 2023.

STRAHLER, A. N., Hypsometric (área-altitude) analysis of erosional topography., **Geological Society of America Bulletin**, [S.L.], v. 63, p. 1117-1142. 1952. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606>. Acesso em: 19 jun. 2023.

UNEP. **Megadiverse Brazil**: giving biodiversity an online boost. 2019. Disponível em: <http://www.unep.org/news-and-stories/story/megadiverse-brazil-giving-biodiversity-online-boost>. Acesso em: 22 maio. 2023.

Realização