



MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DE ÁGUA EM PERÍODO DE CHUVA DENTRO DA CIDADE DE FRUTAL – MG.

Ana Carolina Durigon Boldrin¹
Claudia Freitas Carvalho Rodrigues²
Heytor Lemos Martins³
Rodrigo Ney Millan⁴

Resumo

A água é um recurso natural finito e vulnerável de grande importância para a vida, sendo assim indispensável sua preservação e preocupação com a qualidade possibilitando a preservação do ecossistema onde se encontra integrado. Os problemas de contaminação da água são decorrentes de ações antrópicas, principalmente dentro das áreas urbanas, fazendo dela um veículo patogênico de agentes biológicos e físico-químicos. Visto isso, o estudo buscou monitorar a qualidade da água de um sistema lótico em área urbanizada no Município de Frutal – MG durante o período de chuva. Foi realizado amostragem de água em cinco pontos distintos, durante quatro meses, totalizando 20 amostras. Foram analisadas as propriedades físico-químicas através do pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais solúveis, condutividade elétrica, e microbiológico, através da quantificação de coliformes termotolerantes. Realizou-se uma análise comparativa com os valores máximos estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005. Com os resultados obtidos foi possível verificar que as concentrações de pH, sólidos totais solúveis e turbidez apresentaram-se dentro dos padrões de referência nas legislações analisadas, enquanto o oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e os coliformes termotolerantes demonstraram valores fora dos padrões. A análise estatística não demonstrou diferenças significativas entre os pontos amostrais. Sendo assim, foi possível concluir que os córregos urbanos analisados apresentaram matéria orgânica e inorgânica provenientes de enxurradas das chuvas e descarte de esgoto doméstico e industrial.

Palavras-chave: Variáveis físico-químicas. Curso hídrico. Coliforme termotolerante. Sistema lótico. Área urbanizada.

¹ Aluna do Curso de graduação em Engenharia Agrônoma, UEMG/Unidade Frutal, ana.1093272@discente.uemg.br

² Mestranda em Ciências Ambientais, UEMG/Unidade Frutal, claudia.1093837@discente.uemg.br.

³ Mestrando em Ciências Ambientais, UEMG/Unidade Frutal, heytor.martins@uemg.br.

⁴ Prof. Dr., UEMG – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Exatas e da Terra; rodrigo.millan@uemg.br.



INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e de extrema importância para a vida. Por isso, ela é integrada às metas do milênio para até 2030, envolvendo seu desenvolvimento sustentável, tomando como base a preservação por meio dos princípios de função ecológica e da vida (ONU, 2015). Com o enfrentamento das mudanças climáticas, é notório a escassez de água, tornando-se um fator de debilidade do direito à vida, o que pode ocasionar conflitos regionais ou étnicos na busca por este recurso. Desde a realização da Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente, foi declarado a importância do valor econômico da água e se viu a necessidade da criação de políticas públicas por meio de princípios de desenvolvimento sustentável (UN DOCUMENTS, 1992). Sendo assim, é indispensável a preservação e preocupação com a qualidade da água. A qualidade dos recursos hídricos possibilita a preservação do ecossistema onde está integrado, diminuindo os custos de tratamento para uso e abastecimento, porém quando não encontrada em boas condições, a água pode ser um veículo patogênico de agentes biológicos e físico-químicos. O risco de contaminação por doenças veiculadas pela água são consequências de atividades antrópicas em associação à deficiência do saneamento, o que pode causar a redução da expectativa de vida e da qualidade de vida da população local (MOURA; LANDAU; FERREIRA, 2010). Dentre essas doenças se destacam a febre tifoide, hepatite A, cólera, salmonelose e shigelose, além de outras disenterias bacterianas (BRASIL, 2010; BURGOS *et al.*, 2014).

Na área urbana a contaminação de águas superficiais pode ocorrer devido aos descartes irregulares de lixo domésticos, lançamento de efluentes industriais, resíduos da construção civil, e principalmente o lançamento de esgoto *in natura* em corpos hídricos receptores, prejudicando assim a qualidade do ambiente aquático e consequentemente a vida local (BORTOLI *et al.*, 2018).

A avaliação da qualidade da água pode ser realizada por meio de análises físico-químicas quantificando-se variáveis como: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, nutrientes, e variáveis microbiológicas como os coliformes termotolerantes, cujos padrões de limites aceitáveis de elementos são

estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 (BRASIL, 2005).

O grupo dos coliformes termotolerantes são indicadores biológicos, o que permite verificar a presença de contaminação fecal na água, como fator transmissível de doenças, trazendo risco à saúde do consumidor (SCURACCHIO, 2010). São nomeados coliformes termotolerantes ou coliformes fecais as bactérias pertencentes ao subgrupo de coliformes totais com capacidade de realizar a fermentação de lactose a $\pm 44,5^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,2$) em 24 horas, além de produzir ácidos, aldeídos e gás a 35°C em um período de 24–48 horas (característica de coliformes totais) (BRASIL, 2005; SCURACCHIO, 2010).

Diante do exposto, é de extrema importância o monitoramento da qualidade da água, sendo uma importante ferramenta para a gestão de recursos hídricos para que assim seja garantido a qualidade de vida. Este estudo objetivou avaliar a qualidade da água de um sistema lótico em área urbanizada no Município de Frutal-MG durante o período de chuva.

METODOLOGIA

LOCAL DE ESTUDO

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do Rio Grande, mais precisamente nos Córregos Vertente e Vertente Grande no município de Frutal/MG. O clima da região é subtropical Cwa, com inverno seco e verão chuvoso (ALVARES *et al.*, 2013), apresentando temperatura e precipitação média anual de $22 - 24^{\circ}\text{C}$ e 1300 - 1600 mm, respectivamente.

PONTOS AMOSTRAIS E MONITORAMENTO

As amostras de água foram coletadas em cinco pontos distintos (Figura 1), mensalmente, de novembro/2020 a fevereiro/2021, segundo os procedimentos de coleta de amostras de água contidos no *Guia de coleta e preservação de amostras de água* (CETESB, 2011). Todas as amostragens e mensurações ocorreram na superfície da zona litorânea. Logo, durante os quatro meses de estudo foram realizadas 20 amostragens. Os pontos selecionados para monitoramento da qualidade da água dos Córregos Vertente e Vertente Grande foram: P1 = Córrego Vertente, à jusante do Parque dos Lagos; P2 = à montante da



confluência entre os Córregos Vertente e Vertente Grande; P3 = 50 m à jusante da confluência dos dois córregos; P4 = Córrego Vertente Grande, com presença de mata ciliar; P5 = Córrego Vertente Grande, sem mata ciliar. Todos situados dentro do perímetro urbano (Figura 1). A partir das análises físico-químicos, microbiológicas e estatística dos dados, foi realizado uma análise comparativa, verificando se existia diferença entre os pontos amostrais e buscando-se correlacionar os dados com os limites máximos estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05.



Figura 01 – Imagem de satélite da área de estudo com identificação dos pontos de coletas (P1 – P5). Fonte: Google Earth, 2019.

ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

As variáveis temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez (UNT), sólidos totais dissolvidos (STD) e oxigênio dissolvido (OD), foram mensuradas *in loco* por meio da sonda multiparamétrica HORIBA-U50.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As amostragens de água para determinação dos coliformes termotolerantes (CT)

foram realizadas em frascos de vidro previamente esterilizados. A quantificação ocorreu pela técnica de tubos múltiplos, onde as diluições decimais das amostras foram incubadas em 5 tubos de ensaio contendo meio de cultura A1, que foram mantidos por ± 3 horas em estufa de 35°C e posteriormente em banho-maria a $44,5^{\circ}\text{C}$ por ± 21 horas. Os resultados foram verificados por meio da leitura dos tubos positivos na tabela de NMP 100 mL^{-1} (APHA, 2017). Todos os resultados estão expressos pelas médias obtidas nas coletas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para análise estatística dos dados, foram utilizados os testes de Lilliefors e Bartlett e análise de resíduos para verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias, ao nível de significância $\alpha = 0,05$ dos dados. Não ocorrendo normalidade dos dados, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Todos os testes foram executados no software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística comparando resultados físico-químicos e microbiológicos entre os pontos de amostragem comprovou não haver diferença significativa entre eles. Diante desse cenário, utilizou-se como base de comparação os valores encontrados nos pontos de coleta com o que se estabelece na Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) para águas doces de classe II. Caso não exista referência para a variável na legislação supracitada, utilizou-se como parâmetro o estabelecido no relatório da CETESB (CETESB, 2019).

Ao observar os valores do oxigênio dissolvido (OD), pode-se verificar que apenas o valor de P2 ($4,7\text{ mg L}^{-1}$) encontram-se fora do padrão estabelecido pelo CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), onde o valor deve ser de no mínimo $5,0\text{ mg L}^{-1}$, enquanto nos demais pontos as médias se mostraram superiores, variando de $5,5$ a $6,6\text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 1).

O pH da água no P4 foi ácido (média de 6,4), enquanto nos demais pontos variou de neutro a básico, com médias de 7,0 no P2 a 7,4 no P5. Ao comparar com os valores previstos na resolução CONAMA 357/2005, verificou-se que o pH se encontra dentro das



medidas recomendadas (6,0 a 9,0) (Tabela 1).

A temperatura tendeu a aumentar gradativamente a cada ponto, onde o P1 apresentou o menor valor e o P5 o maior valor, sendo estes 24,3°C e 25,5°C, respectivamente (Tabela 1). Essa variável não apresenta padrão de referência nas legislações analisadas.

Quanto aos valores de condutividade elétrica estes se apresentam fora do padrão estabelecido em legislação, com valores altos, variando de 172,8 a 190,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ao longo dos pontos e coletas, constatando a promoção da diluição da carga poluidora pelas chuvas (CETESB, 2019).

Tabela 1 – Média e desvio padrão das variáveis físico-química e microbiológica da água proveniente dos córregos Vertente e Vertente Grande durante o período (nov/2020 a fev/2021), onde: OD = oxigênio dissolvido; Temp.= temperatura; Cond.= condutividade elétrica; STD = sólidos totais dissolvidos; CT = coliformes termotolerantes.

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5
OD (mg L⁻¹)	6,6 ± 3,5	4,7 ± 2,9	5,8 ± 1,2	5,5 ± 1,5	6,4 ± 0,9
pH	7,2 ± 0,9	7,0 ± 0,6	7,1 ± 0,6	6,4 ± 1,3	7,4 ± 0,7
Temp (°C)	24,3 ± 0,5	24,4 ± 0,3	24,6 ± 0,5	24,7 ± 0,5	25,5 ± 0,9
Cond (μS cm⁻¹)	190,3 ± 43,8	172,8 ± 15,8	177,5 ± 13,0	178,3 ± 18,6	189,3 ± 21,0
STD (mg L⁻¹)	123,8 ± 28,7	113,0 ± 9,1	115,5 ± 8,3	116,5 ± 10,8	122,8 ± 13,8
Turbidez (UNT)	9,9 ± 7,8	18,2 ± 10,0	9,6 ± 4,1	10,6 ± 6,2	8,4 ± 6,5
CT (NMP 100 mL⁻¹)	10900,0 ± 6510,5	16000,0 ± 0	16000,0 ± 0	16000,0 ± 0	12032,5 ± 7935,0

Segundo a resolução 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), as concentrações de sólidos totais dissolvidos na água para águas doces de classe II deve ser de até 500 mg L⁻¹, verificando-se que os valores de STD deste trabalho estão dentro do permitido, visto que os valores médios de cada ponto apresentaram valor máximo de 123,8 mg L⁻¹.

A turbidez da água se refere ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, causada pela presença de materiais sólidos em sua superfície, além da presença orgânica e inorgânica (FRAVET, 2007). Segundo o CONAMA 327/2005, nas águas de classe II é permitido até 100 UNT, estando os valores encontrados neste trabalho dentro do permitido na resolução sendo o menor valor médio igual a 8,4 UNT no P5 e o

maior igual a 18,2 UNT no P2.

A presença de coliformes termotolerantes é observada em todos os pontos, com valores variando de 10900 NMP 100 mL⁻¹ (P1) a 16000 NMP.100 mL⁻¹ (P2, P3 e P4). Na resolução CONAMA 357/2005 está descrito que em águas de classe II os coliformes termotolerantes não devem exceder o valor 1000 NMP 100 mL⁻¹ (BRASIL,2005). É sabido que a presença de coliformes termotolerantes corresponde a contaminação fecal na água. Segundo Rocha *et al.* (2010), essa contaminação pode ocorrer desde o sistema de captação, tratamento e distribuição da água até ao tratamento de esgoto, sendo esta falha do sistema público acondicionada a água.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo mostram que os pontos de coleta de amostras de água dos Córregos Vertente e Vertente Grande localizados na área urbanizada do município de Frutal/MG mostraram que os corpos d'água recebem cargas poluidoras que afetam suas condições físico-químicas e microbiológicas.

Entre os parâmetros analisados destaca-se o oxigênio dissolvido com concentrações abaixo do limite estabelecido pela legislação e a condutividade elétrica acima do padrão. As concentrações de coliformes termotolerantes encontrados ao longo dos córregos indicaram alta contaminação devido à ação antrópica, seja pelo descarte de esgotos domésticos, efluentes industriais, enxurradas, entre outros identificados ao longo das coletas.

É recomendada a realização de outros estudos que possam esclarecer melhor a origem das cargas poluidoras que afetam os córregos, sendo imprescindível que as autoridades públicas conscientizem a população sobre os riscos em utilizar as águas dos córregos de maneira indevida, podendo gerar problemas de saúde pública.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, v. 22., n. 6. p. 711-728, 2013. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso em: 21 jul. 2021.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23 ed. Washington: APHA, 2017.

BORTOLI, J.; MACIEL, M. J.; SANTANA, E. R. R.; REMPEL, C. Avaliação microbiológica da água em propriedades rurais produtoras de leite localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 39-53. 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6564300>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. 8. ed. rev. Brasília, DF. 2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. 2005. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 12 jun. 2021.

BURGOS, T. N.; SCHUROFF, P. A.; LOPES, A. M.; LIMA, N. R.; PELAYO, J. S. Água de consumo humano proveniente de poços rasos como fator de risco de doenças de veiculação hídrica. **Ciência e Saúde**, v. 16, n. 1, p. 34-38. 2014. Disponível em: <http://www.periodicoselétronicos.ufma.br/index.php/reisaude/article/view/3404>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CETESB. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. São Paulo. 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

FRAVET, A. M. M. F. **Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu – SP e saúde pública**. Viii, 71 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. 2007. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3294>. Acesso em: 21 jul. 2021.

MOURA, L.; LANDAU, E. C.; FERREIRA, A. de M. **Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil**. In: LANDAU, E. C.; MOURA, L. (Ed.). *Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 8, p. 189-211. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1063689>. Acesso em: 17 jul. 2021.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Escassez de água, desafio à sustentabilidade**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/artigo-escassez-de-agua-desafio-a>

sustentabilidade. Acesso em: 23 jun. 2021.

ROCHA, E. S.; ROSICO, F. S.; SILVA, F. L., LUZ, T. C. S.; FORTUNA, J. L. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 34, n. 3, p. 694-705, 2010. Disponível em: <https://rbsp.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/66>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP**. 2010. 57 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Araraquara. 2013. Disponível em: <https://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/PaolaAndressaScuracchioME.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system). Versão 8. 2007. Disponível em: www.statsoft.com. Acesso em: 10 mai. 2021.

UN DOCUMENTS. **The Dublin Statement on Water and Sustainable Development**. 1992. Disponível em: <http://www.un-documents.net/h2o-dub.htm>. Acesso em: 20 jun. 2021.