

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NOS RIACHOS DA CIDADE DE CAXIAS – MA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Eduardo K. S. Tavares¹; Leonardo A. G. Nunes²; Luciana B. Lima³; João da P. Soares⁴. Aciel T. Ribeiro⁵, Luiz M. De O. Santos⁶.

1 Discente de graduação em Bacharelado em Zootecnia – IFMA Campus Caxias. 2 Discente de graduação em Licenciatura em Química – IFMA Campus Caxias. 3 Atual coordenadora dos cursos técnicos em Agropecuária e Agronegócio IFMA Campus Caxias. 4 Diretor geral do IFMA Campus Caxias. 5 Docente de Geografia/EBTT do IFMA Campus Codó e 6 Motorista do IFMA – Campus Caxias.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos, Tratamento da água, Nascentes.

Introdução

A água é uma substância essencial da vida, sendo importante para o funcionamento do organismo. A ingestão de água tratada é importante para a qualidade de vida e para a proteção contra as enfermidades, principalmente aquelas evitáveis, relacionadas a fatores ambientais que têm afligido populações em todo o mundo. Os serviços de saneamento básico são essenciais à vida e possuem fortes impactos ao meio ambiente (Araújo; Andrade, 2020).

Os recursos hídricos são importantes para a vida de todos os seres vivos e são usados por diversas finalidades, como por exemplo: na geração de energia como fonte de abastecimento, na agricultura, pecuária, aquicultura e navegação e na paisagem. No que se refere a ambientes aquáticos urbanos abrigando fauna e flora locais, além de serem importantes para a saúde humana e o bem-estar social (Allen et al., 2020; Gregory et al., 2021).

A água para o consumo humano precisa ser limpa, descontaminada e tratada, sendo indispensável possuir meios que garantam esta qualidade. Necessita-se das estações de tratamento de água, no qual a água passa por diversos processos de tratamento até ser transformada em água potável. A análise e o monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano, são de grande relevância, a ineficácia da garantia de qualidade da mesma sugere probabilidade de contaminação por micro-organismos patogênicos (Almeida et al., 2017; Araújo; Andrade, 2020).

Por ser um recurso de fundamental importância para a vida, torna-se imprescindível controlar e exigir a qualidade da água, por meio de regulamentos técnicos específicos e legislações que garantem saúde e bem-estar à população. O Ministério da Saúde estabelece a portaria nº 2.914 (2011) e a RDC nº 91 (2016) em que a água potável deve estar em conformidade com os padrões físico-químicos e o microbiológico, para que atenda aos padrões de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde (Brasil, 2011; Brasil, 2016; Araújo; Andrade, 2020).

Nos últimos anos, os recursos hídricos em especial as nascentes estão sendo discutidas por vários pesquisadores. Para a sobrevivência dos seres humanos e a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas naturais, necessita-se preservar os sistemas hídricos existentes, pois o aumento no processo de deterioração avança na antropização, a ocorrência em práticas poluidoras e a invasão em áreas preservadas (Cabanelas; Moreira, 2007; Galvan, et al., 2020; Garcia, et al., 2018; Santos, et al, 2020).

A preocupação com o meio ambiente se torna obrigatória e urgente, pois as sociedades têm atingido grandes avanços tecnológicos, que levam ao aumento da exploração dos recursos

naturais e, conseqüentemente, aceleram o processo de poluição e degradação ambiental. O município de Caxias está situado na mesorregião do Leste Maranhense. Apresenta morfoestrutura associada a terrenos sedimentares da Bacia do Parnaíba, o município possui área territorial de 5.196,771 km² e estabelece limites com os municípios de Aldeias Altas, Coelho Neto, São João do Sóter, Codó, Matões, Parnarama e Timon (Miguel; Azevedo; Araújo et al., 2012; IBGE, 2023).

O presente estudo tem como objetivo investigar as intervenções disponibilizadas as análises físico-químicas das nascentes dos riachos de Caxias - MA. A investigação ocorreu por meio de uma revisão sistemática descritiva de artigos.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal do Maranhão (IFMA) - Campus Caxias no Laboratório de Águas por acadêmicos do Curso de Química e Zootecnia. Este estudo utilizou o método de pesquisa de revisão sistemática como forma de identificar os dados das literaturas sobre o tema proposto, constituindo um conjunto de estudos que expõem informações convergentes e/ou divergentes existentes entre as pesquisas realizadas (Sampaio; Mancini, 2007).

A revisão sistemática foi construída a partir do seguinte caminho metodológico: construção do protocolo, busca dos estudos, seleção dos estudos, coleta dos dados e síntese dos dados.

Construção do Protocolo: a) planejamento da revisão sistemática: importante para a construção do artigo; b) definição das bases de pesquisa: seleção dos periódicos que será utilizado; c) critérios de seleção dos estudos: inclusão e exclusão; d) coleta de dados: descritores booleanos; e) síntese dos dados: resultados dos artigos. A Base do Estudo: a plataforma selecionada para pesquisar artigos foi o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a plataforma SciELO Brasil, uma biblioteca digital de livre acesso e modelo cooperativo de publicação digital de periódicos científicos brasileiros e *Google Acadêmico*, plataforma que permite encontrar literaturas diversas. Foram utilizadas as palavras-chave “Análise da Água”, “Físico-químicas”, “Riachos”, “Nascentes” e “Caxias – MA”, com os descritores booleanos “AND” e “NOT” como forma de adicionar e excluir elementos da pesquisa.

Seleção dos Artigos: Após a busca nas bases foram definidos os critérios de inclusão e exclusão das pesquisas, ilustrado na figura 1. Foram selecionados os seguintes critérios de inclusão: (a) publicações de 2019 - 2023; (b) pesquisas cujo objeto de investigação fosse análises físico-químicas das nascentes dos riachos de Caxias - MA (c) artigos em Língua Portuguesa; (d) investigações com temática centralizada na análise físico-química. Os critérios de exclusão foram: (a) publicações com mais de (cinco) anos, produções caracterizadas como teses, dissertações e monografias; (b) produções centralizadas em análise microbiológica; (c) artigos em língua estrangeira; (d) investigações com temáticas de outras metodologias diferente desta pesquisa; (e) artigos de revisão sistemática.

Coleta de Dados: Inicialmente, foram identificados 15 artigos, após a busca com as palavras-chaves: “Análise físico-química”; “Nascentes”, “Riachos” e “Caxias – MA”, na base de dados *Google Acadêmico*, enquanto nas outras bases de dados não foi encontrado resultados.

Síntese dos dados: trata-se de uma revisão sistemática qualitativa, com resultados quanto título do artigo, autores, ao ano de publicação, nome do periódico, qualis da revista, revista e objetivo. Das publicações analisadas, segue somente 2019, apresentada nos resultados deste artigo.

Resultados e Discussão

No Brasil, embora as nascentes sejam consideradas áreas de preservação permanente, de acordo com a (Lei 12.651/2012), sua área de preservação tem limite de (50 m), que na maioria dos casos é desrespeitado, comprometendo a qualidade por meio da poluição, provocando o soterramento e extinção destas fontes. A urbanização causa impactos negativos na qualidade da água de uma bacia hidrográfica, gerados especialmente pela falta de tratamento de esgoto, aumento das áreas impermeáveis, ocupação do leito de inundação ribeirinha e a deposição de resíduos sólidos urbanos de maneira incorreta (Brasil, 2012).

A legislação brasileira, por meio da Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelece parâmetros e índices na classificação das águas doces, e define seus usos, que podem ser utilizados para classificar as águas de uma nascente. Aliada a Resolução do CONAMA, a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina parâmetros de qualidade da água para o consumo humano, por meio dos Valores Máximos Permissíveis (VMP) (Brasil, 2005; Brasil, 2011).

Dentre os parâmetros frequentemente avaliados encontram-se a Demanda Química de Oxigênio (DQO); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio dissolvido (OD), os quais estão diretamente relacionados com a presença de matéria orgânica presentes nos cursos d'água. A turbidez é outro parâmetro de relativa importância na avaliação de um corpo hídrico, pois, corresponde à fração de matéria suspensa na água (Cembranel; Teles; Bravo; Tonial, 2019).

Tabela 1 - Apresentação e caracterização dos artigos selecionados sobre qualidade físico-química da água dos riachos das nascentes de Caxias - MA.

Título do artigo	Autores	Ano de publicação	Nome do periódico	Qualis da revista	Revista	Objetivo
Riacho 3: Análise dos seus impactos ambientais, Caxias, Maranhão, Brasil	Rocha, A. R. F. S; Gomes, H. S; Jansen, R. C. S; Sousa, T. N; Sousa, D. H. S; Gomes, G. S; Silva, G. S; Gaspar, J. C; Araujo M. F. V; Conceição, G. M.	2019	Google acadêmico	B2	Academia.edu/emnuvens.com.br	identificar as principais ações antrópicas e fatores ambientais que contribuem para a degradação do Riacho 3, no trecho do Bairro Pai Geraldo, no Município de Caxias, Maranhão, Brasil, através de

						agentes causadores de impactos ambientais e por meio de parâmetros físico-químicos, a fim de sensibilizar as comunidades que vivem nas margens e utilizam o riacho.
--	--	--	--	--	--	---

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2024).

O estudo inicia-se com variações significativas de temperatura do ambiente com elevação máxima de 33,6°C (P1), mínima de 25,5°C (P8) e média de 29,70 °C. Na verificação da água, a temperatura variou de 25,20 °C (P8) à uma máxima de 30,10 °C (P3) e média de 23,30 °C, isso se explica pela significativa distância entre estes locais e as moradias do Bairro Pai Geraldo, além da abundante vegetação às margens desse trecho. O valor máximo encontrado foi em P3, mas estudos apontam que esses resultados não agridem a biota local. O autor Rocha (2019) aborda que muitos pesquisadores discutem que esse fenômeno ocorre por causa da que o oxigênio é mais dissolvido na água quando este meio apresenta menor temperatura, já no caso de temperaturas elevadas ocorre a evaporação desse gás (Rocha, *et al*, 2019; Von Sperling, 2007).

Os autores do artigo discutem que o pH variou de 4,8 (P3, P4 e P8) a 5,6 (P5), com uma média de 5,1, esses valores não condizem com a Resolução do CONAMA 357/2005, uma vez que os parâmetros aceitáveis para corpos hídricos de classe 3 estão entre 6 a 9 e que na área foi notória a presença de uma vegetação mais densa, de resíduos sólidos e muita matéria orgânica, em que este último indica ser um dos motivos para os valores do pH obtidos, sobretudo nos P4 e P8. Segundo Esteves (1998) ocorre pelo fato de que este parâmetro é extremamente influenciado pela quantidade de matéria orgânica em decomposição na água, sendo assim, quanto mais matéria a ser decomposta, menor será pH (Rocha, *et al*, 2019).

Ao parâmetro físico-químico de Oxigênio Dissolvido (OD) as análises demonstraram que estão de acordo com a resolução do CONAMA 357/2005, isso se deve pelo acúmulo de matéria orgânica proveniente dos lançamentos despejados ao longo do curso d'água que não foram neutralizados durante o processo de autodepuração, devido a alguns fatores como a baixa velocidade das águas no entorno dos pontos de coleta, podendo dificultar a autodepuração da matéria orgânica despejada no Riacho 3 (Nogueira *et al.*, 2015; Rocha *et al.*, 2019).

Outro parâmetro analisado para a determinação da qualidade da água, foram os aspectos de cor e odor. Analisou-se que a coloração da água não era transparente em todos os pontos e quanto ao odor não foi possível notar a exalação que indicam poluição. Em detrimento com a legislação do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 357/2005 para o parâmetro cor todos os pontos estão fora dos parâmetros, contudo isso não decorre de ações antrópicas pode ocorrer de ações naturais (Rocha, *et al*, 2019).

Além dos parâmetros físico-químicos, notou-se diversos fatores relacionados a degradação ambiental, estes, contribuem para uma melhor análise geral, assim como possibilitam uma perspectiva futura do estado de conservação do Riacho 3, no trecho do bairro Pai Geraldo em Caxias, Maranhão, Brasil (Rocha, *et al*, 2019).

Os autores do presente artigo destacam ainda mais em relação a fatores de degradação ambiental tais como uso doméstico do riacho, resíduos sólidos objetiváveis, presença ou ausência da mata ciliar, matéria orgânica em decomposição e presença de bi indicadores. O Riacho 3, é utilizado pelas comunidades ribeirinhas, para o banho, lazer, prática inicial de piscicultura, lavagem de vestimentas, dentre outras atividades verificou-se também no riacho a presença de resíduos sólidos como pneus, sacolas descartáveis, garrafas pet e de vidro, roupas, dentre outros resíduos (Rocha, *et al*, 2019).

Os resultados de mata ciliar foram comparados de acordo com o código florestal brasileiro Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 que determina áreas de proteção permanente situados ao longo de cursos d'águas somente os pontos P5, P6 e P7 não atenderam o código florestal brasileiro, pois apresentaram áreas desmatadas, queimadas ou com quantidades de vegetação insuficiente para a garantia da conservação do leito do riacho, diferentemente dos outros pontos que foi possível verificar uma mata ciliar significativamente preservada. Outro parâmetro verificado pelos autores a abundante quantidade de matéria orgânica em decomposição nas margens do riacho, como folhas, frutos, raízes e caule, principalmente de palmeiras e especificamente de buritizais (Brasil, 1965; Rocha *et al.*, 2019; Esteves, 1998).

Conforme as análises físico-químicos e também os dados obtidos pelo artigo Riacho 3: Análise dos seus impactos ambientais, Caxias, Maranhão, Brasil se encontra em processo inicial de degradação ambiental, desse modo do ano de 2019 até os dias atuais o riacho 3 pode-se encontrar em grau mais avançado de degradação ambiental, com isso, emite um alerta aos poderes públicos municipais e estaduais, para tomada de medidas que visem a prevenção de maiores danos às águas.

Conclusões

O presente estudo teve como enriquecimento sobre as nascentes dos riachos da cidade de Caxias – MA, foram observados que se necessita de estudos aprofundados para expor as nascentes que existem na cidade e que não foram publicadas a sociedade. Em síntese, encontraram-se pouquíssimos estudos sobre a qualidade da água dos riachos de Caxias – MA, o que requer desenvolvimento de mais pesquisas nessa área que abordem a atuação dos programas de estudos que sejam contínuas para bom desempenho tanto da instituição federal como da cidade, do estado e aos pesquisadores, como também as ações públicas tomem conhecimento dessas nascentes através das práticas de educação ambiental.

Agradecimentos

Os pesquisadores agradecem ao IFMA – Campus Caxias pela concessão da bolsa de iniciação científica e infraestrutura, como também aos orientadores do trabalho e voluntários pelo desenvolvimento.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **MÉTODOS PADRÃO DO EXAME DE ÁGUA E ESGOTO**. USA: Washington, 2005.



ALLEN, R.G.; et al. A review of landscape water requirements using a multicomponent landscape coefficient. **American Society and Biological Engineers**, v. 63, n. 6, p. 2.039 – 2.058, 2020.

ALMEIDA, A. G. et al. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE BEBEDOUROS EM UNIDADES DE ENSINO NO MUNICÍPIO DE ILHÉUS-BA. **Revista de Saúde e Biologia**, v.12, n.2, p.20-26, mai./ago., 2017.

ARAÚJO, D. L; ANDRADE, R. F. Qualidade Físico-Química e Microbiológica da água utilizada em bebedouros de instituições de ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 7301-7324, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada - **RDC Nº 91, DE 30 DE JUNHO DE 2016**. Dispõe sobre as Boas Práticas para o Sistema de Abastecimento de Água ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água em Portos, Aeroportos e Passagens de Fronteiras. Publicado em DOU nº 125, de 1º de julho de 2016.

CABANELAS, I. T. D; MOREIRA, L. M. A. Estudo sobre o estado de preservação das nascentes do rio Sapato, Lauro de Freitas-BA. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 6, n.2, p. 160-162, 2007.

CONAMA -Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000. **Resolução nº 357, 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2012.

GALVAN, K. A. et al. Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 165-176. DOI: <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.001.0016>, 2020.

GARCIA, J. M. et al. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 1, p. 228-254, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/snv30n1-2018-10>, 2018.

GREGORY, A.; et al. Toward best management practices for ecological corridors. *Land*, v. 10, n. 1, p. 140 –164, 2021.



Miguel, A; Azevedo, L. F; Araújo, M e Pereira, A. C. **Frequência de reações adversas a medicamentos em pacientes hospitalizados:** uma revisão sistemática e metanálise. *Farmacoepidemiologia e segurança de medicamentos*, 21(11), 1139-1154, 2012.

SANTO, C. L. et al. Avaliação ambiental da área de preservação permanente das nascentes e corpo hídrico impactados pela atividade pecuária rotativa. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25385-25390. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-116>, 2020.