

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUAS DE CONSUMO HUMANO E DE USO RECREATIVO EM DOIS MUNICÍPIOS CEARENSES

Autor(es): Maria Eduarda Loiola Siqueira¹; Ana Jessyca do Nascimento Sousa²; Rita Ingrid Sousa Fernandes³; Andréa Maria Neves⁴; Raquel Oliveira dos Santos Fontenelle⁵

¹Ciências Biológicas, CCAB, UEVA; loiolaeduarda25@gmail.com, ²Ana Jessyca do Nascimento Sousa, CCAB, UEVA; ³Rita Ingrid Sousa Fernandes, CCAB, UEVA; ⁴Zootecnia, CCAB, UEVA; Andréa Maria Neves, andremarianeves@gmail.com, ⁵Raquel Oliveira dos Santos Fontenelle, CCAB, UEVA; raquelbios@yahoo.com.br.

Resumo: A água é um recurso vital para todos os seres vivos, sendo seu fornecimento de qualidade um direito de todos, garantindo bem-estar e saúde, por isso, a água potável deve apresentar condições mínimas para o consumo humano e uso recreativo, uma vez que a água é o principal veículo de transmissão de patógenos causadores de doenças. Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade microbiológica e comparar as águas da Cachoeira do Buraco da Velha do Município de Meruoca-CE e do Açude de Forquilha-CE por meio da técnica dos tubos múltiplos e Número Mais Provável para determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes. O resultado da água da Cachoeira foi de $2,0 \times 10$ CTT/100mL e do Açude foi de $7,0 \times 10$ a $5,4 \times 10^2$ CTT/100mL, ambos fora dos critérios de potabilidade pela portaria GM/MS nº 888 e de balneabilidade pela CONAMA nº 274, apresentando riscos de contaminação, fazendo-se necessário medidas de correção.

Palavras-chave: Microbiologia, Microrganismos Patogênicos, Controle.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Desde os primórdios da humanidade, a água é um dos recursos mais indispensáveis e de grande importância para a manutenção da vida em diversos aspectos, sendo utilizada tanto para fins biológicos, manutenção dos ecossistemas, preservação da fauna e flora, como também desempenha um papel importante no setor econômico e na sociedade, além de ser fonte de lazer e recreação (MARQUES et al., 2015).

Apesar da abundância de benefícios proporcionada pela água, o crescimento de descartes de esgotos em mananciais advindos do meio urbano, ocasionado pelo crescimento populacional em seu entorno, compromete a qualidade da água e interfere na condição de vida da população (HONORATO et al., 2020; TORQUATO et al., 2016).

Devida a importância para a manutenção da vida, é necessário um monitoramento da qualidade das fontes de águas, com ênfase nas de uso para consumo humano e recreativo, controlando as condições adequadas, por meio de regulamentos técnicos específicos (MORAIS et al, 2016).

A análise microbiológica é um dos métodos empregados para o controle de qualidade, visto que indicadores biológicos têm sido utilizados para verificar a contaminação

(VASCONCELLOS et al., 2022), onde o principal grupo analisado são as bactérias do grupo coliforme (CRUZ, 2019). Uma das espécies bastante conhecida por ser o principal indicador de contaminação fecal é a *Escherichia coli*, visto que está presente no trato intestinal dos seres humanos (TORTORA, 2017). Com isso, é necessário um monitoramento do controle das águas utilizadas para consumo e recreação.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica e realizar um comparativo entre as águas do balneário Cachoeira do Buraco da Velha do Município de Meruoca-CE e do Açude de Forquilha-CE, por meio da técnica dos tubos múltiplos e Número Mais Provável (NMP) para determinação de Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTT).

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nos municípios de Meruoca e Forquilha, ambos localizados na região norte do estado do Ceará, possuindo um clima tropical com estação de seca e pluviometria média de 1.400 mm, tendo chuvas concentradas de janeiro a abril (IBGE, 2022) e clima tropical quente semiárido (IBGE, 2022), respectivamente.

Da Cachoeira do Buraco da Velha, foi coletado uma amostra de água de um ponto da área bastante utilizada por banhistas, localizando-se próximo a um restaurante. Já no açude de Forquilha, foi realizado a coleta de três amostras de pontos distintos (pontos A, B e C) da área que corresponde ao açude. Assim como a amostra da Cachoeira na Meruoca, O ponto A e B do açude também se enquadram em uma área utilizada por banhistas para lazer, onde o ponto A localiza-se próximo a uma quadra de areia e o ponto B fica próximo ao sangradouro. No entanto, diferentemente dos outros pontos, a amostra coletada do ponto C é localizado próximo a residências que utilizam a água para o consumo e pesca.

As amostras foram coletadas em frascos de vidro com capacidade de 1000 mL previamente esterilizados, submergindo-os a cerca de 30 cm abaixo da superfície da água e cuidadosamente distante das margens, onde foram obtidos aproximadamente 500 mL de cada amostra. Após a coleta, os frascos foram vedados, identificados e acondicionados em caixas de isopor e, posteriormente, levados para o Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA para a realização das análises.

As análises qualitativas e quantitativas de Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTT) na água foram realizadas utilizando técnicas de tubos múltiplos ou método de Número Mais Provável (NMP) através de técnicas de teste presuntivo e de confirmação do CT e CTT, identificação dos microrganismos a partir de testes bioquímicos IMViC e contagem padrão em placas a partir da técnica do *Pour Plate* que permite a contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) (NEVES et al,2016; KONEMAN et al, 2008).

Para a prova presuntiva, foi utilizado o meio Caldo Lactosado Bacto (Difco) reidratado e distribuído em 15 tubos estéreis com 10 mL e dividido em três grupos de cinco, todos contendo tubos de Durham invertidos. No primeiro grupo foi inoculado 10 mL da amostra (diluição de 1:1), no segundo grupo foram inoculados 1mL (diluição 1:10) e 0,01 mL no terceiro grupo (diluição 1:100). Em seguida, os tubos foram incubados a 37°C por 48 horas. Após o período de incubação foi obtido o resultado positivo a partir da leitura que implica na formação de gás e turbidez indicando a presença de microrganismos.

A partir dos tubos positivos obtidos na prova presuntiva foi realizado o teste de confirmação, onde foi retirado uma alíquota dos tubos que apresentaram formação de gás no teste presuntivo e transferidos para tubos contendo 10 mL de caldo bile verde brilhante (CBVB), todos com tubos Durham invertidos, os quais foram incubados por mais 48 horas a 37 °C para o crescimento de Coliformes Totais (CT). Foram retiradas alíquotas dos mesmos tubos

que tiveram resultados positivos na prova presuntiva e transferidos para tubos de Caldo *Escherichia coli* (EC) e deixados em banho-maria a 45 °C por 48 horas para a contagem de Coliformes Termotolerantes (CTT). A leitura é realizada a partir da verificação da turvação do meio e formação de gás nos tubos de *Durhan*. Em seguida, os dados foram registrados e realizada a consulta à tabela de número mais provável (NMP).

A partir do resultado do teste para identificação de CTT em Caldo EC, foram retiradas alíquotas dos tubos que obtiveram positividade e semeadas em placas contendo Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), em seguida ocorreu a incubação por 24 horas a 37 °C. Após o determinado tempo, as colônias com coloração verde brilhante típica de *Escherichia coli* foram semeadas em tubos de ensaio com Tryptic Soy Agar (TSA) e incubadas por mais 24 horas à 37 °C. Após o tempo de incubação, as colônias crescidas no TSA foram submetidas ao teste bioquímico IMViC (Indol, Vermelho de Metila, Voges-Proskauer e Citrato de Simmons), o qual consiste na identificação de enterobactérias a partir de substâncias do seu metabolismo. Utilizando a técnica de “Pour Plate” foi realizado a contagem nas placas, onde as amostras foram diluídas em salinas em diluições em duplicatas de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Logo após foi retirado 1mL de cada amostra e adicionada a 15mL de meio *Plate Count Agar* (PCA) e adicionados em placas de petri. As placas foram homogeneizadas com movimentos suaves em forma de oito e após a solidificação foram incubadas de forma invertida por 24 horas a 37 °C. Após o determinado tempo, foi realizada a contagem da Unidades Formadoras de Colônia (UFC). A partir da contagem foi multiplicado a média aritmética das placas pelo inverso de diluição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da quantificação dos valores do Número Mais Provável de Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totais, presença de *Escherichia coli* e contagem de microrganismos aeróbios mesófilos obtidos das amostras coletadas na Cachoeira do Buraco da Velha localizado no Município de Meruoca-CE (Tabela 1) e do Açude de Forquilha-CE (Tabela 2) estão apresentados abaixo:

Tabela 1. Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Termotolerantes (CTT), Coliformes Totais (CT), presença de *Escherichia coli* e contagem de microrganismo aeróbios mesófilos da amostra da Cachoeira do Buraco da Velha.

NMP de CTT*/100mL	NMP de CT**/100mL	<i>Escherichia coli</i>	Aeróbios mesófilos (UFC/mL)
2,0×10	1,6×10 ³	+	4,45×10 ³

*CTT: Coliformes Termotolerantes

**CT: Coliformes Totais

UFC: Unidades Formadoras de Colônias

Tabela 2. Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Termotolerantes (CTT), Coliformes Totais (CT), presença de *Escherichia coli* e contagem de microrganismo aeróbios mesófilos do Açude de Forquilha.

Amostras	NMP de CTT*/100mL	NMP de CT**/100mL	<i>Escherichia coli</i>	Aeróbios mesófilos (UFC/mL)
----------	-------------------	-------------------	-------------------------	-----------------------------

A	$7,0 \times 10$	$1,5 \times 10^2$	+	$5,1 \times 10^2$
B	$4,6 \times 10$	$>1,6 \times 10^3$	-	$3,5 \times 10$
C	$5,4 \times 10^2$	$>1,6 \times 10^3$	-	$1,15 \times 10^3$

*CTT: Coliformes Termotolerantes

**CT: Coliformes Totais

UFC: Unidades Formadoras de Colônias

Coliformes totais

O valor do Número Mais Provável de Coliformes Totais obtido na amostra coletada de um ponto da cachoeira foi de $1,6 \times 10^3$ CT/100mL. Enquanto os resultados obtidos das amostras do açude de Forquilha variaram de $1,5 \times 10^2$ a $>1,6 \times 10^3$ CT/100mL. Por sua vez, a resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000 define os padrões de qualidade das águas brasileiras destinadas à recreação, classificando-as em próprias e impróprias ($>2,5 \times 10^3$ CT/100mL), sendo a classe própria subdividida em Excelente (até $2,5 \times 10^2$ CT/100mL), Muito Boa (até $5,0 \times 10^2$ CT/100mL) e satisfatória (até $1,0 \times 10^3$ CT/100mL) (CONAMA, 2000). Com isso, é possível observar que o valor obtido do ponto A do açude de Forquilha é considerado excelente, visto que não ultrapassa o valor permitido. Entretanto, os valores obtidos na amostra da cachoeira e nos pontos B e C do Açude não se enquadram em nenhuma classificação. Todavia, de acordo com *portaria* GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde para procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, apesar de não haver um limite definido, quando obtido a presença de CT, mesmo que em testes presuntivos, é necessário que seja adotada medidas de caráter preventivo e a realização de novas coletas até a obtenção de resultados satisfatórios (BRASIL, 2021). Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Souza *et al* (2017) ao realizarem a avaliação microbiológica da água do açude Sabiá do município de Meruoca – CE, onde teve uma variação de $8,0 \times 10$ a $>1,6 \times 10^3$ CT/100mL, onde os maiores resultados de CT em pontos foi observado a presença de lixo sob às águas e margens, sendo a área usada para lavagem de roupas, banho e pesca.

Coliformes termotolerantes

Do mesmo modo, ao analisar o NMP de Coliformes Termotolerantes, foi obtido o valor de $2,0 \times 10$ CTT/100mL na amostra da cachoeira. Os resultados do açude variaram entre $7,0 \times 10$ a $5,4 \times 10^2$ CTT/100mL. O ponto A do açude de Forquilha e a amostra da cachoeira apresentaram a presença de *Escherichia coli*. Conforme a *portaria* GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021), as amostras se encontram impróprias para o consumo, visto que a presença do microrganismo indica contaminação fecal. Resultados similares foram encontrados no trabalho de Prado e Mateus (2022), o qual foi analisado um açude localizado no Município de Santana do Acaraú - CE, avaliando a qualidade da água que é usada para consumo humano, assim como o açude de Forquilha, classificando-as como imprópria para consumo.

Bactérias aeróbias mesófilas

Na contagem de bactéria mesófilas foi obtido $4,45 \times 10^3$ UFC/mL na amostra da cachoeira e uma variação de $3,5 \times 10$ a $1,15 \times 10^3$ nas amostras do açude. Portanto, 2 pontos do açude e a amostra da cachoeira apresentaram valores acima do permitido de 5×10^2 UFC/mL determinada pela legislação vigente (BRASIL, 2021). Ao analisarem o açude localizado no

município de Morrinhos – CE (NEVES et al, 2016), foi obtido um resultado equivalente, o qual 15 das 18 amostras coletadas estavam acima do permitido pela legislação.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos das amostras das águas do Açude em Forquilha – CE e da Cachoeira do Buraco da Velha em Meruoca – CE, ambos estão fora dos critérios de potabilidade exigido pela portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 e de balneabilidade pela resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000, apresentando riscos de contaminação por ingestão e recreação. Portanto, os índices sugerem que medidas de correção e monitoramento sejam aplicadas para minimizar os riscos à saúde da população.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Vale do Acaraú e ao CNPq por propiciar meu acesso ao universo da pesquisa científica, área essa que pretendo seguir. À Professora Raquel pela orientação e oportunidade de participar da sua equipe do Laboratório de Microbiologia. Também meus agradecimentos às Pós-Doutorandas Andréa Maria e Lidiane Linhares por toda coorientação e paciência e, aos meus colegas de laboratório Ailton Dias, Ana Jessyca, Rita Ingrid e demais colaboradores por todo suporte e companheirismo durante toda essa jornada.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 274, de 29 de novembro de 2000. Brasília, 25 jan. 2001. Seção 18, p. 70-71. Revoga os artigos 26 a 34 da resolução no 20/86 (revogada pela resolução no 357/05). Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 01 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº. 888, de 4 de maio de 2021. Diário oficial da União, Brasília, 2021.

CRUZ, A.C. B. Análise microbiológica da água do reservatório Dionísio Machado localizado no município de Lagarto-SE. 2019.

HONORATO, A. L. L.; GOMES, J. G. F.; SILVA, M. do A.; OLIVEIRA, G. A. L. de. Microbiological analysis of water distributed in the Municipality of Piripiri - PI, from the Caldeirão weir and artesian wells. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e895986318, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6318. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6318>. Acesso em: 29 sep. 2023.

IBGE. Censo 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>.

KONEMAN, E. W.; ALLEN, S. D.; JANDA, W.; WINN, W.Jr.; PROCOP, G.; CHRECKENBERGER, P.; WOODS, G. **Diagnóstico Microbiológico**: texto e atlas colorido. 6. Ed. Guanabara Koogan, 2008.

TORQUATO, Amanda Laurentino et al. Análise da qualidade das águas do açude velho em campina grande/PB. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2016. p. 1-9.

Tortora, G. J.; Funke, B. R.; Case, C. L. Microbiologia. 12. ed. Porto Alegre, Artmed, 2017. 299p.

MARQUES, A. E. F.; ALMEIDA, T. S. S. D.; ARAÚJO, A. D. S.; FILHO, E. A. D. S.; VIEIRA, A. C. B. Avaliação da qualidade microbiológica da água do açude Engenheiro Ávidos, Cajazeiras-PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n.5, p. 05-08, 2015. Disponível em: doi: 10.18378/rvads.v10i5.3960

MORAIS, W. A., et al. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil, **Carderno de Saúde Coletiva**, n.24, v.3, p. 361-367, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cadsc/v24n3/1414-462X-cadsc-24-3-361.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2023.

NEVES, A. M., et al. Análise microbiológica da água de um açude localizado no município de Morrinhos-CE. **Enciclopédia Biosfera**, 13, 1100-1110, 2016.

PRADO, J. C. S.; Mateus, G. A. P. (2022). ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E PARASITOLÓGICA DA ÁGUA DE UM AÇUDE LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SANTANA DO ACARAÚ – CE. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 11(2), 164–176, 2022.

SCHUBERT, Beatriz Jarenko; MIKALOUSKI, Udson. Análise microbiológica do Lago Jaboti. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.l.], v. 35, n. 68, p. 32-42, abr. 2019. ISSN 2596-2809. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1027>>. Acesso em: 01 out. 2023.

SOUZA, F. F. P., NEVES, A. M., COUTINHO, M. G. S., SILVA, A. S., FONTENELLE, R. O. S. Avaliação Microbiológica da Água do Açude Sabiá do Município de Meruoca–CE. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 15(1), 299-308, 2017.

VASCONCELLOS, F. D. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73, 177-181, 2022.



UNIVERSIDADE ESTADUAL
VALE DO ACARAÚ

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG



CEARÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E EDUCAÇÃO SUPERIOR