

Contaminação por *Escherichia coli* em águas de um poço profundo na zona rural de Penaforte – Ceará

Contamination by Escherichia coli in waters from a deep well in the rural zone of Penaforte - Ceará

Mércia Estela Fonsêca Morais¹, Maria de Fátima Guedes Monteiro², Dárcio Luiz de Sousa Júnior³, Pedro Everson Alexandre de Aquino⁴, Sarah de Sousa Ferreira⁵, Aline Diogo Marinho⁶, Cícero Roberto Nascimento Saraiva⁷, Maria Karollyna do Nascimento Silva Leandro⁸, Lívia Maria Garcia Leandro⁹, Rakel Olinda Macedo da Silva¹⁰

¹Biomédica. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9888-1146>. E-mail: merciaestela@gmail.com

²Biomédica. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9888-6166>. E-mail: mariguedes2803@gmail.com.

³Biomédico. Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1539-9267>. E-mail: darciolsjr@gmail.com

⁴Biomédico. Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4756-081X>. E-mail: pedroeverson.alexandre@gmail.com

⁵Biomédica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3268-4270>. E-mail: sarahferreir@outlook.com *Autor para correspondência

⁶ Farmacêutica. Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4027-0390>. E-mail: alinediogo_marinho@hotmail.com

⁷Biomédico. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7283-4336>. E-mail: ciceroroberto@leaosampaio.edu.br

⁸Biomédica. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2215-4110>. E-mail: karollynasilva@leaosampaio.edu.br

⁹Biomédica. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2259-9208>. E-mail: livialeandro@leaosampaio.edu.br

¹⁰Biomédica. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6298-8996>. E-mail: rakelolinda@leaosampaio.edu.br

Palavras-chave

Coliformes Totais
Escherichia coli
Potabilidade
Microbiologia

Fator essencial para a manutenção da vida, a água é um elemento que deve estar livre de quaisquer irregularidades, principalmente em relação à qualidade microbiológica. A água ingerida precisa estar apta para o consumo humano, visto que, quando em condições inadequadas pode ser um vetor de inúmeros microrganismos responsáveis por diversas patologias. A *Escherichia coli* é uma bactéria fermentadora de lactose e manitol, com produção de ácido e gás. Ainda, esta bactéria é considerada o importante indicador de contaminação fecal recente. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica da água de um poço profundo localizado na zona rural do município de Penaforte no estado do Ceará, Brasil. Para tanto foi utilizado o método do substrato cromogênico, utilizando o Orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo (ONPG) como substrato para coliformes totais e o 4-metil-umbeliferil-β-D-glicuronídeo (MUG) para a identificação de *Escherichia coli*. Foi verificado que todas as amostraram apresentaram positividade tanto para coliformes totais quanto para *E. coli*, estando fora da conformidade proposta pelo Ministério da Saúde. Neste sentido, a água do município de Penaforte não está dentro dos padrões recomendados, sendo considerada imprópria para o consumo humano. Portanto, torna-se necessário a aplicação de novas medidas de tratamento para melhorar a qualidade da água utilizada pela população da região.

Keywords

Total Coliforms
Escherichia coli
Potability
Microbiology

Essential factor for the maintenance of life, water is an element that must be free of any irregularities, mainly in relation to the microbiological quality. The water ingested needs to be suitable for human consumption. Thus, water in inadequate conditions it can be a vector of numerous microorganisms responsible for several pathologies. *Escherichia coli* is a bacterium that ferment lactose and mannitol, producing acid and gas. Still, this bacterium is considered the important indicator of recent fecal contamination. In this context, this study aimed to evaluate the microbiological quality of water from a deep well located in the rural area of the municipality of Penaforte in the state of Ceará, Brazil. For this purpose, the chromogenic substrate method was used, using Ortho-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) as a substrate for total coliforms and 4-methyl-umbeliferil-β-D-glucuronide (MUG) for the identification of *E. coli*. The results showed that all samples presented positivity for

total coliforms and E. coli, being out of the recommended by Ministry of Health. In this context, the water in the municipality of Penaforte is not within the recommended standards, being considered unfit for consumption human. Therefore, it is necessary to apply new treatment measures to improve the quality of the water used by the region's population.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a sobrevivência humana, exercendo importantes funções nos processos de anabolismo sendo, portanto, uma substância insubstituível a vida. A água ingerida precisa estar apta para o consumo humano, visto que, quando em condições inadequadas pode ser um vetor de inúmeros microrganismos responsáveis por diversas patologias (ALMEIDA et al., 2018).

Com o aumento contínuo da população, os resíduos tóxicos cresceram gradualmente contribuindo para a contaminação do solo e, conseqüentemente, da água. Este é um fator que representa um desafio a ser enfrentado. Neste sentido, busca-se encontrar soluções para a preservação das fontes subterrâneas, mantendo a sua potabilidade. Ainda, a contaminação das águas subterrâneas também pode acarretar na contaminação dos lençóis freáticos alterando os processos físicos, químicos e biológicos dos sistemas naturais (SILVA et al., 2014; ZERWES et al., 2015).

De acordo com Coutinho e colaboradores (2018), a contaminação da água subterrânea é causada pelo uso da terra de forma irregular e devido a falta de um sistema de esgotamento sanitário adequado para os dejetos gerados pela população. Com base na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, deve-se manter e monitorar a qualidade da água distribuída para a população, a fim de que a mesma não cause nenhum dano à saúde humana. Ademais, compete ao responsável pelo sistema de abastecimento o controle operacional do ponto de captação, adução, tratamento, reservatório e distribuição da água (BRASIL, 2011).

A presença de coliformes totais é um indicativo de contaminação da água (ALVES; ATAIDE; SILVA, 2018; OLIVEIRA et al., 2019). Os coliformes totais, são bactérias gram-negativas, que podem ser aeróbios ou anaeróbios facultativos que são capazes de se desenvolverem na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose produzindo ácido, aldeído e gás; Ainda, esse grupo de bactérias pode apresentar atividade da enzima β -galactosidade. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*. Neste grupo, destaca-se a *Escherichia coli* que é uma bactéria fermentadora de lactose e manitol, com produção de ácido e gás. A *E. coli* é considerada o mais específico indicador de contaminação

fecal recente (BRASIL, 2011).

Na zona rural do município Penaforte, no estado do Ceará, Brasil, poços comunitários são as principais fontes de abastecimento de água para a população. O tratamento e fiscalização para verificar se a água está apta para o consumo não é realizado de forma contínua, o que pode deixar a população desta localidade exposta a inúmeros patógenos. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica da água da água de um poço profundo localizado na zona rural do município de Penaforte no estado do Ceará, Brasil, utilizada pela população deste município.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Tipo da pesquisa, localização e reconhecimento de área

Foi realizado um estudo que contempla a análise da qualidade microbiológica da água, apresentando uma abordagem analítica de caráter qualitativo.

O município de Penaforte está localizado no estado do Ceará, Brasil, e encontra-se a 552 km de Fortaleza, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 07º 49' 44" Sul e Longitude: 39º 04' 38" Oeste, estando a uma altitude de 502 metros. A população do município estimada em 2020 é de 9.143 habitantes distribuídos em uma área de 150,536 km² (IBGE, 2020). A cidade é definida como de pequeno porte e concentra atividades agropecuárias (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003).

A pesquisa foi realizada em um poço localizado na zona rural do município. O reconhecimento da área de estudo foi realizado entre os meses de fevereiro e março de 2018. O local foi escolhido por ser frequentado por população que apresentava maior necessidade de cuidados com a saúde, incluindo crianças e adultos. As amostras foram coletadas no mesmo ano nos meses de agosto, setembro e outubro do ano de 2018.

Pontos de coleta e aspectos éticos

A água foi coletada nos seguintes locais: poço, depósito de liberação e distribuição, e torneiras de sete residências do

município. Os responsáveis pelo local e os residentes das propriedades autorizaram a coleta da água mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Inicialmente, frascos de vidro borossilicado foram esterilizados em autoclave vertical a 121°C por 15 minutos, a fim de evitar contaminação das amostras. Em cada frasco foi adicionado 0,1 mL de tiosulfato de sódio a 10%, para cada 100 mL de água. O tiosulfato serve para a neutralização do cloro possivelmente presente na água. As torneiras foram higienizadas com álcool a 70%, flambadas e a água fluiu por 2 a 3 minutos, a fim de evitar ao máximo contaminação externa.

As amostras de água foram coletadas em triplicata em um volume de 100 mL. Os frascos foram tampados para evitar vazamento e contaminação. Em seguida, as amostras foram colocadas em caixas térmicas em uma temperatura de 4 a 10 °C, e levadas ao laboratório. As análises foram realizadas em um tempo máximo de 24 horas. O protocolo de coleta foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Yamaguchi et al. (2013).

Caracterização das amostras

As amostras foram caracterizadas por meio da determinação dos parâmetros para Coliformes Totais e *Escherichia coli*, no qual os procedimentos analíticos utilizados foram desenvolvidos de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). As análises de água foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Unidade Saúde, em Juazeiro do Norte no estado do Ceará.

Determinação de Coliformes Totais e *Escherichia coli*: teste com substrato cromogênico

Foi adicionado o conteúdo de uma ampola contendo o substrato cromogênico nos frascos que possuíam 100 mL da amostra de água. Em seguida os frascos foram fechados e agitados intensamente para dissolver todo o seu conteúdo. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas para a estufa e incubadas a 37°C por 24 horas. Todos os testes foram realizados em triplicata.

A determinação dos coliformes totais foi realizada através do substrato ONPG (orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo), este substrato é hidrolisado pela enzima β-D-galactosidase (presente em todas as bactérias do grupo coliformes), seguido da liberação do orto-nitrofenol, que apresenta coloração amarela em resultado positivo.

A determinação de *Escherichia coli* foi realizada através do substrato MUG (4-metil-umbeliferil-β-D-glicuronídeo) que é hidrolisado pela enzima β-glicuronidase, presente apenas em *E. coli*. Devido a hidrólise deste substrato ocorre a liberação da 4-metil-umbeliferona que apresenta fluorescência azul sob exposição à luz ultravioleta ($\lambda = 365$ nm) (APHA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar a presença de bactérias do grupo coliforme após 24 horas de incubação em todas as amostras de água coletadas. Neste sentido, foi observado que 100% das amostras estavam contaminadas com coliformes totais (Tabela 1).

De acordo com a Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o sistema de abastecimento deve apresentar ausência de *Escherichia coli* a cada 100 mL de amostras, visto que, essa bactéria é encontrada no trato intestinal de animais de sangue quente, e quando presente na água é considerado um indicador de contaminação fecal. Neste sentido, foi analisado também a presença de *E. coli* nas amostras e foi obtido 100% de positividade, o resultado foi o mesmo nas coletas subsequentes (Tabela 2).

O tratamento da água é de grande importância, visto que, uma água distribuída de forma contaminada coloca em risco a vida de todos que a consomem (CASSOL et al., 2013). A Organização Mundial de Saúde (OMS) salienta que inúmeras pessoas morrem por adquirirem patologias a partir do consumo de água que estão fora dos padrões de potabilidade.

Neste estudo foi verificado que a água distribuída para a população do município de Penaforte, no estado do Ceará, Brasil, encontra-se contaminada com bactérias do grupo coliforme e *E. coli*. Assim, a água encontra-se fora dos padrões exigidos pela portaria n° 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, que aponta que a água para água ser potável ela deve ser ausente de coliformes totais e, principalmente, de *E. coli* (BRASIL, 2011).

A bactéria *E. coli* é encontrada naturalmente no intestino de mamíferos. Embora algumas cepas sejam inofensivas, algumas podem causar graves doenças. Uma possibilidade de transmissão é via fecal-oral, no qual fezes contendo o microrganismo contamina água e alimentos consumidos por uma população. A principal cepa de *E. coli* responsável por patologias decorrentes de alimentos e água contaminadas em países desenvolvidos, é a Enterohemorrágica (EHEC). A EHEC pode causar diarreia aquosa, colite hemorrágica e síndrome hemolítica-urêmica, sendo tratada com reposição de líquido e terapias de suporte (ROSA, BARROS, SANTOS,

2016).

A análise microbiológica da água vem sendo alvo de inúmeros estudos devido a sua importância para saúde humana especialmente em países desenvolvidos. O estudo realizado por Gomes, Santana e Carvalho (2015) avaliaram a água comercializada no município de Itabuna na Bahia, Brasil, e constataram que em 44,5% das amostras apresentavam coliformes totais e 5,6% foram positivas para a presença de *E. coli*. Outro estudo mostrou que águas provenientes de fontes públicas da cidade de Teixeira de Freitas, também na Bahia, apresentou bactérias do grupo coliformes totais em 66,7% das amostras (SILVA et al., 2016).

Sousa et al. (2015), em uma pesquisa em bebedouros de creche no município de Coremas, na Paraíba, identificaram a presença de coliformes totais e *E. coli* em 100% das amostras analisadas. No município de Carmo do Rio Verde no estado de Goiás, em 2017, uma pesquisa sobre a água de poços residenciais mostrou que metade das amostras positivaram

para *E. coli* (SILVA; BARBOSA; SILVA, 2017).

Complementarmente, Ayach et al. (2009) relatam que existe uma relação entre a presença de coliformes totais em água de poço e as condições sanitárias próxima ao local. Esses autores mencionam que muitas vezes a limpeza do poço ou de seu entorno é escassa, sendo comum os poços ficarem descobertos, acarretando em uma água fora dos padrões mínimos de potabilidade.

Diferentemente da maioria dos estudos supracitados, neste estudo, todas as amostras apresentaram positividade para coliformes fecais e *E. coli*. Este fato pode estar relacionado a uma possível falta de higienização próximo ao poço e/ou de uma assepsia de forma errônea da estrutura que interliga o poço a população, acarretando em condições favoráveis para a proliferação de bactérias.

Tabela 1 - Resultados das análises bacteriológicas da água distribuída na zona rural do município de Penaforte no estado do Ceará para coliformes totais.

COLETAS	COLIFORMES TOTAIS
Saída do poço	Presente
Saída do depósito	Presente
Casa 01	Presente
Casa 02	Presente
Casa 03	Presente
Casa 04	Presente
Casa05	Presente
Casa 06	Presente
Casa 07	Presente

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 2 - Resultados das análises bacteriológicas da água distribuída na zona rural do município de Penaforte no estado do Ceará para *Escherichia coli*.

COLETAS	<i>Escherichia coli</i>
Saída do poço	Presente
Saída do depósito	Presente
Casa 01	Presente
Casa 02	Presente
Casa 03	Presente
Casa 04	Presente
Casa 05	Presente
Casa 06	Presente
Casa 07	Presente

Fonte: Dados da pesquisa.

CONCLUSÕES

Em todas as amostras houve positividade tanto para coliformes totais quanto para *E. coli*, apresentando dados preocupantes. De acordo com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, a água não está dentro dos padrões recomendados, sendo considerada imprópria para o consumo humano.

Portanto, torna-se necessário a aplicação de novas medidas de tratamento para melhorar a qualidade da água utilizada pela população da região. Ainda, o monitoramento bacteriológico deve ser realizado constantemente, a fim de evitar a transmissão de doenças de veiculação hídrica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. G.; CARVALHO, L. R.; ALVES, F. Q.; ADRY, A. P.; SANTINI, A. C.; ALELUIA, M. M.. Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA. **Revista de Saúde e Biologia**, Paraná, v. 12, n. 2, p.20-26, 2018.
- ALVES, A. G.; ATAIDE, C. D.; SILVA, J. X.. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, Bahia, v. 7, n. 1, p: 12-17, 2018.
- APHA. American Public Health Association. Water Environment Federation. Standard Methods for the examination of water and wastewater. **APHA, AWWA and WEF**, Washington DC. v. 21. ed. p. 2-7, 2005.
- AYACH, L. R.; PINTO, A. L.; CAPPI, N.; GUIMARÃES, S. L.. Contaminação das águas subterrâneas por coliformes: um estudo da cidade de Anastácio-MS. **CLIMEP-Climatol Estud Paisagem**, São Paulo, v. 4, n. 1, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2011. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20os%20procedimentos%20de,e%20seu%20padr%C3%A3o%20de%20potabilidade>. Acesso em: 23 de set. 2020.
- COUTINHO, A. K.; CAMPINHO, V. A.; LARGURA, G. T.; OLIVEIRA, M. F.; RIBEIRO, D. T.; SILVA, T. L.; SOUZA, A. W.; OLIVEIRA, F. S.. **Avaliação das condições de potabilidade de água de poços tubulares, no Bairro Guriri, São Mateus-ES**. In: II SICT. Espírito Santo: Memória Técnica do Incarper, 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades e estados. **Net**, Brasília, out. 2020. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/penaforte.html>>. Acesso em: 29 out. 2020.
- GOMES, T. P.; SANTANA, J. DA S.; CARVALHO, L. R.. Avaliação microbiológica de água mineral comercializada no município de Itabuna-Bahia. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 12, n. 4, 2015.
- LIMA-COSTA M. F.; BARRETO S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e serviços de saúde**, Brasília, v. 12, n. 4, p: 189-201, 2003.
- OLIVEIRA E. J. C.; TEOTÔNIO L. E. O.; DE SOUZA JÚNIOR D. L.; MARQUES A. E. F. Análise físico-química e microbiológica da água de bebedouros de escolas municipais na cidade de Jardim-Ceará. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 20, n. 1, p: 55-67, 2019.
- ROSA, J. L.; BARROS, R. F.; SANTOS, M. O.. Características da *Escherichia coli* enterohemorrágica (ehc). **Saúde & ciência em ação – Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde**, Goiânia, v. 2, n. 01, p. 66–78, jul. 2016.
- SILVA; DA SILVA; DE TOLEDO; LIMA; MOREIRA; CÂNDIDO; RITÁ; SANTOS CS. Análises do perfil bacteriológico das águas do ribeirão das antas, no município de Cambuí-MG, como indicador de saúde e impacto ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, Minas Gerais, v. 4, 2014.
- SILVA R. A.; BARBOSA B. G; SILVA L. R. Análise microbiológica da água de poços residenciais em Carmo do Rio Verde-GO. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, Goiânia, v. 6, n.1, 2017.
- SILVA T. C.; CHAVES Q. S.; ROMEIRO S. S.; FORTUNA J. L. **Coliformes em fontes públicas de água no distrito de santo antônio, teixeira de Freitas- BA**. In: I congresso brasileiro de microbiologia agropecuária, agrícola e ambiental (CBMAAA). São Paulo: Centro de Convenções da UNESP, 2016.
- SOUZA R. A.; MARINHO P. H.; FIGUEIREIDO FILHO E. M.; MARTINS W. S.; LEITE C. M. F.; SILVA T. P. C.; BRILHANTE S. C. Análise físico-química e microbiológica da água consumida em bebedouro creche no município de Coremas-PB. **INTESA-Informativo Técnico do Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p.:24-27, 2015.
- YAMAGUCHI M. U.; CORTEZ L. E. R.; OTTONI L. C. C.; OYAMA J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O mundo da saúde**, São Paulo, v.37, n. 3, p.:312-320, 2013.
- ZERWES; SECCHI; CALDERAN; DE BORTOLI J.; TONETTO J. F.; TOLDI M. OLIVEIRA E. C.; DE SANTANA E. R. R. Análise da

qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, 2015.

Submissão: 23/09/2020

Aprovado para publicação: 28/11/2020