AFYA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
CURSO DE MEDICINA

BEATRIZ DE LIMA MOURA
JONATHAN SOARES LIMA MORAIS
MARIA IZABELA DOCE COELHO DE SOUZA

DOS RIOS AOS RINS: BACTÉRIAS ENCONTRADAS NA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO E EM UNIDADES DE HEMODIÁLISE NO BRASIL

BRAGANÇA, PARÁ
2025

BEATRIZ DE LIMA MOURA
JONATHAN SOARES LIMA MORAIS
MARIA IZABELA DOCE COELHO DE SOUZA

DOS RIOS AOS RINS: BACTÉRIAS ENCONTRADAS NA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO E EM UNIDADES DE HEMODIÁLISE NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas como requisito para obtenção do grau de Médico.

Orientadora: Profa. Dra. Aurycéia Jaquelyne Guimarães da Costa

BRAGANÇA, PARÁ
2025

AGRADECIMENTOS

Beatriz: Sou grata à minha família pelo amor, incentivo, paciência e torcida pelo meu sucesso durante os momentos mais belos e mais difíceis da minha jornada acadêmica, em especial à minha mãe Daniele, meu padrasto Igor e minhas irmãs (Iasmin, Júlia e Ana Lívia) que me apoiaram durante a rotina intensa e exaustiva. Agradeço também ao meu cachorrinho, Oreo, por ser uma companhia e suporte emocional mesmo sem ter conhecimento de sua importância. Ao meu pai, pelo apoio e confiança em meu potencial acadêmico, tornando esse sonho possível. À minha namorada, pelo amor e compreensão nos momentos mais desafiadores da graduação. Aos meus companheiros de TCC, pela parceria, dedicação e compartilhamento de cada etapa deste trabalho. Aos amigos que me acompanharam e contribuíram com sua presença constante, conversas e risadas. E, com carinho especial, à nossa orientadora, professora Lyca, pelo trabalho incansável e excepcional na realização deste trabalho que, sem ela, seria impossível.

Jonathan: Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder sabedoria, força e perseverança para enfrentar cada desafio desta caminhada. Foi com sua luz e direção que pude chegar até aqui e transformar cada obstáculo em aprendizado. Agradeço à minha família, por todo amor, apoio e compreensão durante essa jornada. Em especial, ao meu irmão Regi, pela força e incentivo constante; à minha tia Jandira, pelas orações e palavras de conforto; à minha prima Maria Luísa, pela amizade sincera e por estar sempre presente; e ao Alceu, meu ex-companheiro, pelo apoio, compreensão e no incentivo em realizar ao meu sonho. Dedico esse trabalho a 4 pessoas importantes que estão lá de cima na torcida pelos seus (mãe jacira, tia/mãe Jurema, vó Elza e tia jacirema). Estendo também minha gratidão ao meu trio de TCC, pela parceria, dedicação e companheirismo que tornaram essa experiência mais leve e significativa. Por fim, agradeço à minha orientadora, professora Lyca, pela paciência, orientação e por compartilhar seus conhecimentos de forma tão generosa. Sua contribuição foi essencial para a realização deste trabalho. A todos vocês, minha eterna gratidão por fazerem parte dessa conquista.

Maria Izabela: Gostaria de expressar minha profunda gratidão à orientadora Profa. Dra. Aurycéia Guimarães pelo inestimável apoio, orientação e incentivo por todo o processo que envolveu este trabalho e tantos outros já realizados em conjunto. Sem sua orientação e expertise, este trabalho não seria possível. Agradeço também meu trio deste TCC e aos colegas de turma, que lutaram juntos desde o começo, sempre com o mesmo propósito: a concretização de um sonho comum.

Expresso minha gratidão à minha família e amigos por todo apoio incondicional ao longo desta trajetória. Agradeço aos meus pais, Cláudia e Paulo, por abdicarem de tanto para me proporcionar a tão sonhada realização do curso. À minha avó materna, Maria Lúcia, minha eterna gratidão por suas orações diárias pela conclusão da graduação. Aos meus irmãos e amigos, Gabriela e Paulo Alexandre, que, mesmo diante das dificuldades, representam a herança de amor fraternal que traz leveza e a certeza de dias melhores. Ao meu amor, Fernanda Piqueira, que divide comigo a vida e a profissão, agradeço por ser a maior incentivadora da minha jornada e da continuidade do que estamos construindo. Esta etapa só foi alcançada porque você nunca me deixou desistir.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

QUADRO 1 - Tabulação dos artigos e pesquisas analisadas para construção dos resultados..... 5

FIGURA 1 - Fontes de água encontradas e as respectivas bactérias encontradas nelas..... 16

FIGURA 2 - Métodos culturais e moleculares de identificação de espécies bacterianas em amostras de água..... 19

RESUMO

A água é um recurso essencial para a sobrevivência e a qualidade de vida humana; contudo, também atua como veículo de transmissão de doenças infecciosas, como gastroenterites, colites e disenteria bacteriana, pois, em muitas regiões brasileiras, encontra-se contaminada por microrganismos patogênicos. Este estudo buscou compilar dados científicos prévios sobre a qualidade hídrica, a fim de avaliar as principais bactérias encontradas em amostras de água consumida pela população no Brasil, evidenciando as fontes de abastecimento e discutindo os riscos ambientais, sociais e sanitários associados. Foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados científicas, totalizando 53 artigos analisados. Entre os grupos de bactérias mais frequentemente identificados, destacaram-se os coliformes totais (23,6%) e os coliformes fecais (10,5%). Em relação às espécies encontradas, por métodos de cultura ou moleculares, *Escherichia coli* compôs 16,8% do número de microrganismos patogênicos fora dos padrões de segurança microbiológica, seguida pela espécie *Pseudomonas aeruginosa*, com incidência de 8,2%. Tais bactérias foram detectadas em 15 diferentes fontes de água para consumo humano, com destaque para cisternas, água mineral, poços, torneiras de residências e até em água destinada à hemodiálise. Neste último, bactérias como *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Mycobacterium gordonae* foram encontradas tanto nos sistemas de água quanto do sangue dos pacientes, confirmando a correlação entre contaminação e infecções associadas à terapia dialítica. De modo geral, os dados indicaram baixa qualidade microbiológica da água consumida pela população, visto que os índices estão aquém dos padrões de potabilidade recomendados pela Organização Mundial da Saúde. Isso reforça a necessidade de monitoramento contínuo, capacitação técnica dos operadores de sistemas de abastecimento e fiscalização permanente.

Palavras-chave: Água para Consumo Humano. Análise da Água. Bactérias Coliformes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Objetivos 2

2 METODOLOGIA 4

2.1 Delineamento do estudo 4

2.2 Análise dos dados 4

3 RESULTADOS 5

4 DISCUSSÃO 20

5 CONCLUSÃO 22

REFERÊNCIAS 24

1 INTRODUÇÃO

A água consumida é um veículo notável para a transmissão de doenças infecciosas, em especial as gastroenterites de origem bacteriana. A grande maioria dessas enfermidades é causada por microrganismos patogênicos transmitidos pela via fecal-oral (Da Silva *et al.*, 2019). Esse recurso hídrico deve atender a parâmetros ideais, a fim de não oferecer risco à saúde humana. Existem normas microbiológicas, físicas e químicas que devem ser seguidas à risca para que a água consumida apresente qualidade adequada, livre de contaminação (Leal Fernandes e Vieira Gois, 2015). Tais análises correspondem a ensaios físico-químicos, que avaliam cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, alcalinidade e dureza total, além dos parâmetros microbiológicos, como coliformes totais, Escherichia coli, cianobactérias e cianotoxinas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, várias espécies de bactérias patogênicas foram encontradas globalmente em corpos d'água, destacando-se *Escherichia coli, Salmonella, Vibrio cholerae, Legionella pneumophila e Campylobacter*. Essas bactérias podem causar sérias doenças gastrointestinais, como diarreia e colite, representando grandes problemas à saúde pública (Sinton *et al.,* 2002). Nos estados brasileiros, a situação é semelhante, com *Plesiomonas, Aeromonas, Salmonella, Campylobacter, Yersinia* e *Shigella* sendo identificadas como as principais responsáveis por casos de diarreia aguda (Gomes *et al.*, 1991).

No Brasil, a água destinada ao consumo humano é regulamentada pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água potável, definindo os padrões de potabilidade em âmbito nacional. Essa norma trouxe atualizações importantes para a garantia da saúde da população brasileira, como a limitação dos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos (Brasil, 2021).

O saneamento traz à infraestrutura das cidades uma complexidade evidente, uma vez que a satisfação das necessidades humanas envolve condições sanitárias, ambientais e de bem-estar. Dessa forma, embora a Portaria GM/MS nº 888 estabeleça parâmetros coerentes e atualizados que garantem a segurança da água consumida, as falhas na implementação da potabilidade em diversos estados brasileiros ainda são frequentes. Esse quadro se explica tanto pela ineficiência estrutural e laboratorial quanto pela falta de recursos humanos e pelas desigualdades no acesso ao saneamento básico, fatores que dificultam o processo de monitoramento contínuo da água destinada ao consumo humano, especialmente em áreas rurais e periferias urbanas. Esses desafios acabam

expondo as populações vulneráveis a graves riscos à saúde provocados pela ingestão de água contaminada (WHO, 2022).

No que se refere aos parâmetros bacteriológicos da água para consumo, foi estabelecido pela Portaria nº 888/2021 que os valores máximos permitidos (VMP) para parâmetros como *Escherichia coli* e coliformes totais, tanto em sistemas de abastecimento de água para consumo humano (SAA) quanto em soluções alternativas individuais (SAI) ou coletivas (SAC), devem ser ausentes em 100 mL da amostra coletada. Ademais, para coliformes totais, é aceitável, no máximo, uma amostra mensal com resultado positivo em SAC que atendam a menos de 20.000 habitantes e ausência em 100 mL em 95% das amostras para aqueles que abastecem mais de 20.000 habitantes (Brasil, 2021). Esses parâmetros são importantes devido à sua capacidade de demonstrar a contaminação da água pós-desinfecção e possíveis ineficiências do sistema de tratamento, uma vez que as amostras analisadas são coletadas em diferentes pontos de amostragem, como saídas de tratamento, reservatórios, redes de distribuição e pontos de captação, permitindo uma avaliação abrangente dos parâmetros bacteriológicos em diversas etapas de circulação da água de consumo. Essa abordagem facilita a identificação de falhas e a execução de intervenções que tornem a água novamente apropriada.

Além da identificação dos indicadores, é fundamental compreender os diversos meios nos quais as águas são coletadas, uma vez que o contexto influencia o risco de contaminação e a disseminação de doenças. A maioria das amostras provém de poços e cisternas, muitas vezes sem o controle sanitário adequado, o que aumenta exponencialmente o risco de contaminação microbiológica. Ambientes institucionais, como escolas e hospitais, requerem atenção especial, pois a ingestão de água contaminada representa uma ameaça à saúde de populações vulneráveis, como crianças, idosos e imunossuprimidos. Portanto, compreender a diversidade dos locais de análise da água consumida é essencial para entender a vulnerabilidade dos estados brasileiros e subsidiar políticas públicas voltadas à segurança hídrica (Da Silva *et al.,* 2019).

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar, por meio de revisão bibliográfica, a ocorrência e a diversidade de bactérias presentes na água destinada ao consumo humano e em unidades de hemodiálise no Brasil, identificando os principais microrganismos isolados e discutindo seus impactos potenciais na saúde pública. Para tal, deve-se mapear as fontes de água

analisadas em estudos nacionais, incluindo poços, cisternas, bebedouros, sistemas públicos de abastecimento, águas minerais e unidades de hemodiálise, destacando a frequência e a distribuição geográfica das amostras. Busca-se também identificar as espécies e grupos bacterianos mais frequentemente isolados nas amostras de água de consumo e de hemodiálise, com ênfase em *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*, correlacionando-as aos riscos sanitários e ambientais associados, bem com, às falhas estruturais e de gestão pública que contribuem para a persistência da contaminação hídrica, ressaltando a importância do monitoramento sistemático, da fiscalização sanitária e da capacitação técnica dos operadores dos sistemas de abastecimento. Além disso, faz-se necessário discutir as implicações clínicas e epidemiológicas da exposição a água contaminada, especialmente em populações vulneráveis e pacientes submetidos à hemodiálise, destacando a necessidade de políticas públicas voltadas à segurança hídrica e à vigilância em saúde.

Por fim, este estudo compara os achados microbiológicos dos estudos selecionados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021 e pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 11/2014 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), verificando o grau de conformidade às normas nacionais e internacionais de qualidade da água.

2 METODOLOGIA

2.1 Delineamento do estudo

Este estudo compreende uma revisão de literatura desenvolvida a partir das seguintes etapas: escolha do tema e construção da questão de pesquisa, identificação de lacunas na literatura, seleção de artigos científicos nos bancos de dados, fichamento e avaliação dos artigos pré-selecionados, leitura e avaliação crítica dos artigos selecionados, integração dos dados obtidos e elaboração do projeto.

Para a seleção dos artigos, foi realizada a pesquisa de descritores na plataforma Descritores em Ciências da Saúde (DeCS/MeSH), pertencente ao banco de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), com o objetivo de construir as estratégias de busca mais adequadas acerca do tema em questão nos repositórios de artigos e bancos de dados. Foram utilizados os seguintes bancos de dados: PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Web of Science (https://www.webofscience.com/wos), Biblioteca Virtual em Saúde (https://bvsalud.org), Google Acadêmico (https://scholar.google.li/schhp?hl=pt-PT) e demais repositórios de universidades. Para maior acurácia na busca, foram utilizadas as seguintes estratégias com descritores: “Water Quality” AND “Brazil” AND (“Microbiology” OR “Bacteria”); “Qualidade da água” AND “Brasil” AND “Análise microbiológica”; “Qualidade da água” AND “Brasil” AND “Bactérias”.

2.2 Análise dos dados

As buscas e seleções resultaram em um total de 52 artigos analisados e incluídos na construção do presente estudo. Foram considerados todos os artigos publicados em qualquer ano, incluindo estudos que discutiram a qualidade microbiológica da água consumida no Brasil, com ênfase naqueles que abordaram espécies bacterianas, como *Escherichia coli*, e outros parâmetros biológicos, como a presença de coliformes fecais ou totais. Foram incluídos apenas artigos publicados na íntegra, de acesso aberto, em inglês e/ou português. Foram excluídos os trabalhos que abordaram outras características qualitativas da água, como parâmetros físicos (densidade, turbidez, cor, odor, sabor, sedimentos, condutividade elétrica) ou químicos (pH, alcalinidade, dureza, nitrogênio, ferro, manganês, matéria e componentes orgânicos, entre outros), além daqueles que não fossem de acesso aberto ou publicados em idiomas diferentes do português e do inglês.

A partir da análise do conteúdo dos artigos, foram selecionados aqueles que apresentavam como fontes de água para amostragem e análise: bebedouros, cisternas, torneiras, água mineral engarrafada, rios, poços, filtros de água, sistemas de abastecimento das cidades e água utilizada em processos de hemodiálise. Além disso, priorizaram-se os estudos que adotaram como métodos de testagem e análise os métodos de 1) cultura, como Número Mais Provável (NMP) ou técnica dos tubos múltiplos, Pour Plate Method, Plate Count Agar (PCA), substratos cromogênicos Colilert, contagem de coliformes totais e Escherichia coli, e técnica da membrana filtrante, e 2) os métodos moleculares, como PCR (Reação em Cadeia da Polimerase), MALDI-MS e coagulação em gel e PowerSoil DNA Isolation Kit.

Todos os dados foram reunidos e organizados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel 360) de acordo com: 1) a distribuição dos estudos nas regiões brasileiras; 2) os tipos de análise da água empregados nos estudos (cultura ou molecular); 3) os grupos ou espécies de bactérias encontradas; e 4) a fonte da água (cisternas, mineral, torneiras etc.). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de frequência e abundância das bactérias em relação aos artigos encontrados e às fontes de água. Os gráficos foram construídos na plataforma RawGraphs (https://www.rawgraphs.io/) e editados no programa Inkscape v.1.4.2 (scape.org/pt-br/).

3 RESULTADOS

No total, foram selecionados e analisados 53 artigos acerca da qualidade bacteriológica da água consumida no Brasil. Dentre estes, 40 artigos abordaram a presença de bactérias e coliformes em fontes de água como bebedouros escolares, hospitalares e universitários, água mineral em garrafas ou galões, água de poços, cisternas, torneiras residenciais e sistemas de abastecimento coletivo, enquanto 13 estudos trataram de bactérias encontradas em água tratada utilizada em procedimentos de hemodiálise em clínicas e hospitais.

QUADRO 1 – Tabulação dos artigos e pesquisas analisadas para construção dos resultados.

Autor(es)	Ano	Título	Local	Fonte de água	Método
Alves	2007	Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba	São Paulo	Torneiras de residências	Molecular

Alves *et al.*	2022	Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP		Água mineral e de poços	Cultura
Alves *et al.*	2014	Water quality and microbial diversity in cisterns from semiarid areas in Brazil	Pernambuco	Água de cisternas	Molecular
Alves *et al.*	2016	Qualidade da água subterrânea obtida de poços em áreas urbanas na cidade de Ji-paraná - RO	Rondônia	Água de poços	Cultura
Amorim; Porto	2001	Avaliação da qualidade bacteriológica das aguas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE.	Pernambuco	Água de cisternas	Cultura
Andrade *et al.*	2016	Microbiological evaluation of drinking water available in schools in Cruz das Almas, Brazil	Bahia	Torneiras de escolas	Cultura
Assis *et al.*	2020	A vulnerabilidade de populações indígenas: qualidade da água consumida pela comunidade Maxakali, Minas Gerais, Brasil	Minas Gerais	Água de rio e de poços	Cultura
Barbosa *et al.*	2012	Qualidade microbiológica da água consumida em bebedouros de uma unidade hospitalar no Sul de Minas	Minas Gerais	Bebedouros hospitalares	Cultura

Bentes; Meschede	2021	Qualidade da água utilizada em serviços de hemodiálise antes e após passar por sistema de tratamento em Santarém, Oeste do Pará, Amazônia	Pará	Água para hemodiálise	Cultura
Bortoloti *et al.*	2018	Qualidade microbiológica de águas naturais quanto ao perfil de resistência de bactérias heterotróficas a antimicrobianos	Minas Gerais	Água de rio e de minas	Cultura
Cartaxo *et al.*	2020	Análise microbiológica da água de um poço profundo no distrito de São Miguel, Mauriti, Ceará	Ceará	Água de poços	Cultura
Carvalho	2019	Aplicabilidade de métodos alternativos no monitoramento da qualidade microbiológica da água tratada para diálise	São Paulo	Água para hemodiálise	Molecular
Carvalho *et al.*	2022	Reflection about the hemodialysis water microbiological quality in Brazil	Mato Grosso, Maranhão, Pernambuco, São Paulo	Água para hemodiálise	Cultura
Coelho *et al.*	2010	Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco	Pernambuco	Água mineral	Cultura

Costa	2017	Água para hemodiálise: avaliação dos resultados gerados pelo programa de monitoramento da qualidade dos serviços de diálise do estado de Minas Gerais	Minas Gerais	Água para hemodiálise	Cultura
Coutinho *et al.*	2021	Avaliação microbiológica da água para consumo humano em uma comunidade do arquipélago do Marajó, Pará, Brasil	Pará	Torneiras de residências	Cultura
Ferreira; Silva	2018	Análise microbiológica da água proveniente das fontes de abastecimento utilizadas em uma instituição de ensino pública da cidade de Januária/MG, Brasil	Santa Catarina	Torneiras e bebedouros de escolas	Cultura
Ferreira *et al.*	2017	À margem do rio e da sociedade: a qualidade da água em uma comunidade quilombola no estado de Mato Grosso	Mato Grosso	Água de rio e de minas	Cultura
Fialho *et al.*	2017	Avaliação microbiológica da água consumida por uma população rural de ilha Solteira – São Paulo	São Paulo	Torneiras de residências	Cultura
Filho; Dias	2008	Qualidade microbiológica de águas minerais em galões de 20 litros	São Paulo	Água mineral	Cultura

Fortuna *et al.*	2007	Análise microbiológica da água dos bebedouros do Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF): coliformes totais e termotolerantes.	Minas Gerais	Bebedouros de universidades	Cultura
Gomes *et al.*	2024	Physical-chemical and microbiological characterization of water destined to hemodialysis	Espírito Santo	Água para hemodiálise	Cultura
Gurgel *et al.*	2020	Investigação de coliformes totais e Escherichia coliem água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba – AM	Amazonas	Água de poços e de caixas d'àgua	Cultura
Handam *et al.*	2020	Drinking water quality in Brazilian urban slums	Rio de Janeiro	Torneiras de residências, filtros de água e água mineral	Cultura
Jesus *et al.*	2022	Monitoramento da qualidade da água utilizada nos serviços de diálise móvel em unidades de tratamento intensivo no município do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Água para hemodiálise	Cultura
Kupper	2019	Qualidade microbiológica de água tratada para hemodiálise	Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais,	Água para hemodiálise	Cultura

			Paraná, Pernambuco, São Paulo		
Lima *et al.*	2005	Microbiological analyses of water from hemodialysis services in São Luís, Maranhão, Brazil	Maranhão	Água para hemodiálise	Cultura
Lopes; Amaral	2008	Qualidade microbiológica e nitrato em águas minerais e de poços de Jaboticabal - SP	São Paulo	Água mineral e de poços	Cultura
Mesquita *et al.*	2014	Avaliação da qualidade microbiológica da água consumida pela população da região amazônica um estudo de casos na ilha de Mosqueiro PA	Pará	Torneiras de residências	Cultura
Miranda *et al.*	2018	Quality of water for human consumption in a rural area community from Brazil	Bahia	Torneiras de residências e água de cisternas	Cultura
Montanari *et al.*	2009	Microbiological contamination of a hemodialysis center water distribution system	São Paulo	Água para hemodiálise	Cultura
Moraes *et al.*	2018	Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de Santa Rita (PB)	Piauí	Bebedouros de escolas	Cultura

Nascimento *et al.*	2013	Pesquisa de coliformes em água consumida em bebedouros de escolas estaduais de Campo Mourão, Paraná	Paraná	Bebedouros de escolas	Cultura
Parreira *et al.*	2017	Monitoramento microbiológico em sistema inovador e sustentável de tratamento de água destinada à hemodiálise	Minas Gerais	Água para hemodiálise	Cultura
Paulus	2017	Qualidade microbiológica da água dos bebedouros para consumo em escolas municipais de Missal - Paraná	Paraná	Bebedouros de escolas	Cultura
Peres *et al.*	2020	Potential microbial transmission pathways in rural communities using multiple alternative water sources in semi-arid Brazil	Paraíba	Água de cisternas	Cultura
Pompeu	2011	Análises físico-química e microbiológica da água consumida em escolas municipais de educação infantil da cidade de Ariquemes - RO	Rondônia	Torneiras e bebedouros de escolas	Cultura
Rossi *et al.*	2012	Assessment of Microbiological Quality of Water Wells in Rural Properties of the City of	Santa Catarina	Água de poços	Cultura

		West of Santa Catarina, Brazil			
Sá *et al.*	2005	Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil	Pará	Água de poços	Cultura
Sant'ana *et al.*	2003	Qualidade microbiológica de águas minerais	Minas Gerais e Rio de Janeiro	Água mineral	Cultura
Scapin et al	2012	Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil	Santa Catarina	Água de poços	Cultura
Silva *et al.*	2013	Diagnóstico da potabilidade da água de poços rasos de uma comunidade tradicional, Curitiba-PR	Paraná	Água de poços	Cultura
Silva *et al.*	2017	Monitoramento microbiológico da água de bicas em parques	Parana	Água de bicas	Cultura

		públicos de Curitiba (PR)			
Silva *et al.*	2019	Avaliação da qualidade da água dos bebedouros de um campus universitário do semiárido nordestino	Piauí	Bebedouros de universidades	Cultura
Simões; Pires	2004	Água de diálise: ocorrência de leveduras, Pseudomonas aeruginosa e bactérias heterotróficas	São Paulo	Água para hemodiálise	Cultura
Souza	2015	Qualidade microbiológica de água tratada para hemodiálise e caracterização de bactérias patogênicas	Goiás	Água para hemodiálise	Cultura
Souza *et al.*	2018	Qualidade da água das escolas públicas de ensino fundamental de Ibirama (SC)/Brasil	Santa Catarina	Torneiras e bebedouros de escolas	Cultura
Stolf; Molz	2017	Avaliação microbiológica da água utilizada para consumo humano em uma propriedade rural de Taió – SC	Santa Catarina	Torneiras de residências	Cultura
Tristão	2014	Qualidade da água nas clínicas de hemodiálise no estado de Mato Grosso do Sul	Mato Grosso do Sul	Água para hemodiálise	Cultura

Vasconcellos *et al.*	2019	Occurrence of total coliforms, Escherichia coli and Cronobacter species in commercially available 20 l bottled drinking water sold in Rio de Janeiro State, Brazil	Rio de Janeiro	Água mineral	Cultura
Vasconcelos *et al.*	2015	Qualidade microbiológica e físico-química da água de bebedouros consumida por estudantes da Universidade Federal do Ceará	Ceará	Bebedouros de universidades	Cultura
Xavier *et al.*	2011	Microbiological quality of drinking rainwater in the inland region of Pajeú, Pernambuco, Northeast Brazil	Pernambuco	Água de cisternas e filtros de barro	Cultura
Zulpo *et al.*	2006	Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil	Paraná	Bebedouros de universidades	Cultura

Fonte: Autoria própria.

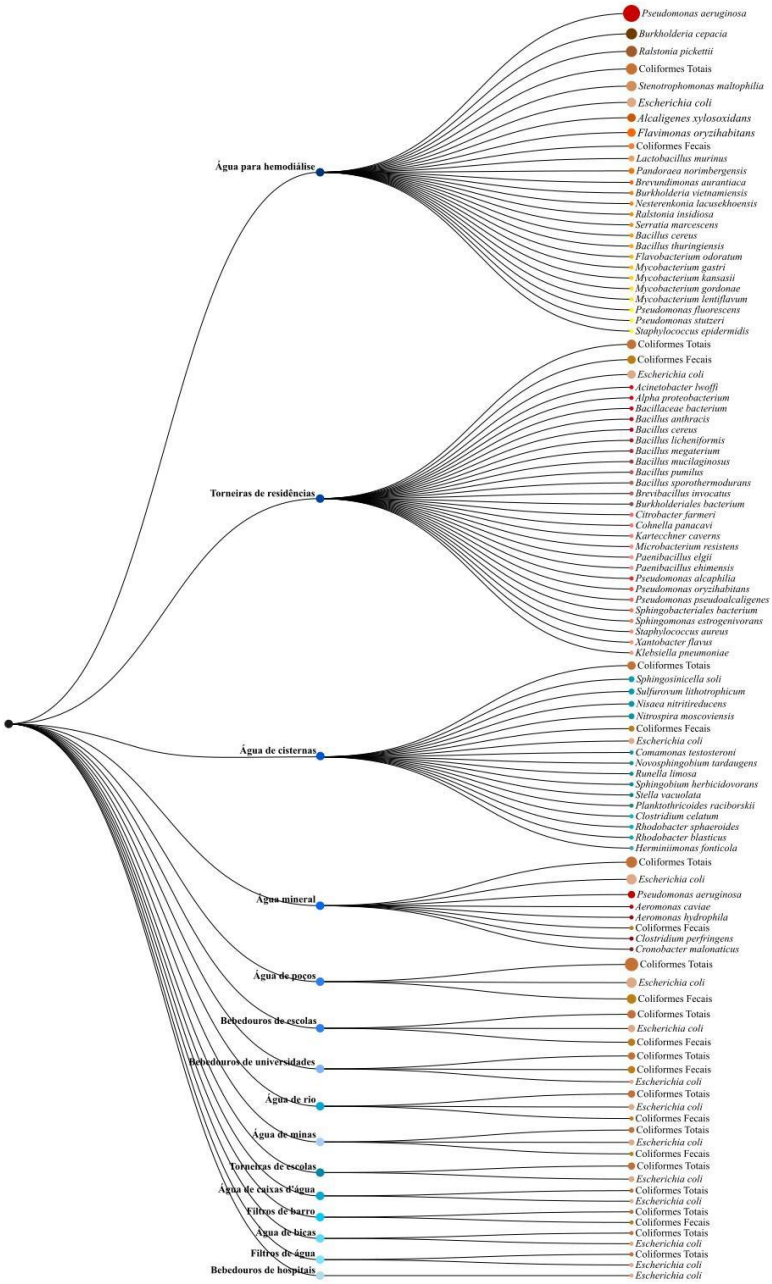
Todos os estudos foram realizados em território brasileiro, sendo que o maior número de publicações foi proveniente dos estados das regiões Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco e Piauí) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo). Consequentemente, as regiões com menor produção científica foram a Norte (Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima) e a Centro-Oeste (Goiás). O estado com maior número de produções foi São Paulo (11 artigos), seguido por Minas Gerais (8 artigos), Paraná (6 artigos) e Pará (4 artigos).

Entre os grupos de bactérias mais frequentemente identificados nos estudos estão os coliformes totais (23,6%) e os coliformes fecais (10,5%). No que se refere às espécies encontradas, seja por métodos de cultura ou moleculares, *Escherichia coli* destacou-se, compondo 16,8% do número total de microrganismos patogênicos fora de conformidade com as normas de segurança microbiológica da água, seguida por *Pseudomonas aeruginosa*, com incidência de 8,2%.

Outras espécies, embora menos recorrentes, também se mostraram relevantes devido aos seus impactos na saúde humana, tais como *Burkholderia cepacia* (2,7%), *Ralstonia pickettii* (2,3%), *Stenotrophomonas maltophilia* (2,3%), *Alcaligenes xylosoxidans* (1,4%), *Flavimonas oryzihabitans* (1,4%), *Bacillus cereus* (0,9%), *Lactobacillus murinus* (0,9%), *Pandoraea norimbergensis* (0,9%), *Sulfurovum lithotrophicum* (0,9%), *Nisaea nitritireducens* (0,9%) e *Sphingosinicella soli* (0,9%).

As fontes das quais as amostras de água foram coletadas foram diversas. No total, identificaram-se 15 tipos diferentes de fontes de água para consumo humano, entre elas: bebedouros de hospitais (1 artigo), água de cisternas (5 artigos), água de rio (3 artigos), água de minas (2 artigos), água mineral (7 artigos), água de poços (7 artigos), torneiras de escolas (4 artigos), bebedouros de escolas (6 artigos), torneiras de residências (7 artigos), bebedouros de universidades (4 artigos), água para hemodiálise (13 artigos), água de caixas d'água (1 artigo), filtros de barro (1 artigo), água de bicas (1 artigo) e filtros de água (1 artigo) (Figura 1).

FIGURA 1 - Fontes de água analisadas e as respectivas bactérias identificadas em cada uma delas.



Fonte: Autoria própria.

Bactérias encontradas em água de Hemodiálise

Os estudos que analisaram a qualidade microbiológica da água utilizada em serviços de hemodiálise no Brasil evidenciaram a presença alarmante de microrganismos patogênicos e indicadores de contaminação no dialisato. Entre as bactérias identificadas, destacam-se as espécies gram-negativas, especialmente *Pseudomonas aeruginosa*, detectada em cerca de 73% dos estudos, devido à sua capacidade de formar biofilmes nas tubulações, o que dificulta sua completa eliminação e indica falhas nos processos de desinfecção dos sistemas de tratamento (Lima *et al.*, 2004; Carvalho, 2019). Ademais, outras espécies de grande relevância microbiológica, como *Burkholderia cepacia, Ralstonia pickettii* e *Stenotrophomonas maltophilia*, foram relatadas em aproximadamente 40% dos estudos, também associadas à contaminação de amostras de água pós-tratamento.

Além dessas, foram identificadas bactérias oportunistas, como *Alcaligenes xylosoxidans, Flavimonas oryzihabitans, Serratia marcescens, Klebsiella pneumoniae* e *Bacillus cereus*. Também foram relatadas micobactérias não tuberculosas, incluindo *Mycobacterium gordonae, Mycobacterium gastri, Mycobacterium kansasii* e *Mycobacterium lentiflavum*, especialmente em sistemas de reuso (Carvalho *et al*., 2022).

Esses artigos ainda indicaram a presença de bactérias heterotróficas em concentrações superiores às permitidas pela legislação vigente em mais de 60% das amostras analisadas. Embora comuns em água tratada, sua proliferação em níveis elevados favorece o crescimento de outras espécies patogênicas, especialmente em locais com água estagnada e filtros mal-conservados, o que contribui para o declínio da saúde de pacientes dialisados (Bentes e Meschede, 2021; Kupper, 2019; Simões e Pires, 2004). Outrossim, cerca de 25% dos estudos apresentaram conformidade com os parâmetros legais de qualidade da água, incluindo ausência de *Escherichia coli* e níveis adequados de coliformes fecais e bactérias heterotróficas, configurando condições que não representam risco de contaminação microbiológica (Bentes e Meschede, 2021; Jesus *et al.*, 2022).

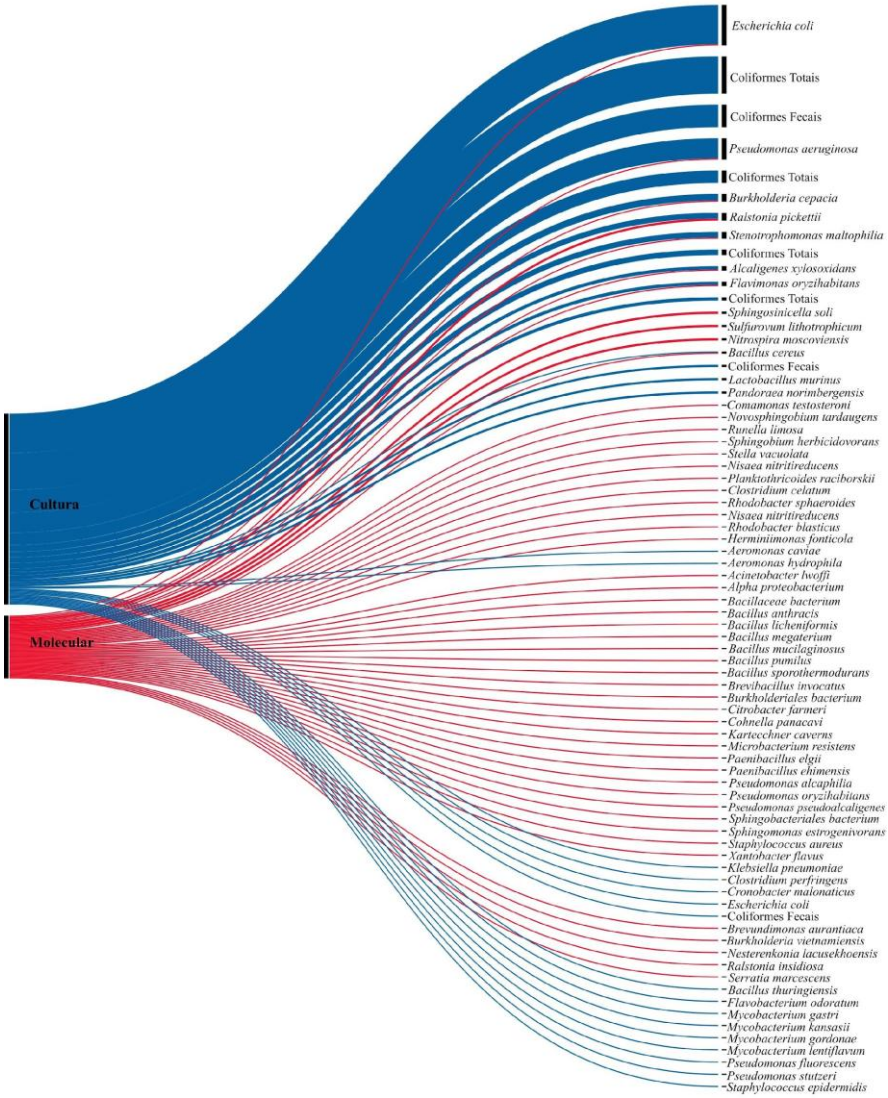
As bactérias gram-positivas, como *Staphylococcus aureus*, também foram encontradas nas amostras isoladas e incubadas, apresentando prevalência de até 76% em alguns estudos, com destaque para sua resistência à penicilina e à meticilina. Outras espécies, como *Enterococcus faecalis* e *Corynebacterium spp.*, foram associadas a infecções em pacientes com cateter venoso central, sendo que cerca de 25% dos pacientes em uso crônico de hemodiálise sofrem infecções por bactérias gram-negativas em decorrência dessa modalidade de acesso (Melo, 2023).

A ocorrência de eventos emblemáticos e alarmantes reforça a gravidade das falhas na vigilância sanitária. Destaca-se o episódio conhecido como “Tragédia da Hemodiálise”, ocorrido em Caruaru (PE), um exemplo marcante em virtude do caráter trágico do óbito de 60 pacientes após exposição à microcistina, toxina liberada por cianobactérias encontradas em níveis exacerbados na água utilizada no tratamento dialítico, levando a desfechos como insuficiência hepática, febre, calafrios, sepse e óbito (Montanari *et al.,* 2009; Carvalho *et al.*, 2022). De forma semelhante, outro evento foi registrado em Campinas (SP), em 1996, quando um surto de bacteremia foi associado à presença de *Pseudomonas aeruginosa* e *Burkholderia cepacia* em 80% e 100% das amostras analisadas, respectivamente (Carvalho *et al.*, 2022).

Os microrganismos foram encontrados tanto em amostras de água pré e pós-tratamento quanto no dialisato, e, em alguns casos, foram isoladas as mesmas espécies simultaneamente do sistema de água e do sangue dos pacientes, confirmando a correlação entre a contaminação ambiental e as infecções associadas à terapia dialítica. A exposição crônica a esses microrganismos desencadeia complicações clínicas severas, como febre, calafrios, cefaleia, náuseas, hemólise, insuficiência hepática, sepse e até morte, além de contribuir para o estado inflamatório crônico frequentemente observado em pacientes renais, evoluindo para complicações a longo prazo, como amiloidose e caquexia, devido à presença de endotoxinas bacterianas em proporções significativas, relatadas em até 77% das amostras em certos estudos (Carvalho, 2019; Carvalho *et al.*, 2022; Costa, 2017; Lima *et al.*, 2005).

Portanto, embora parte dos serviços de hemodiálise no Brasil apresente conformidade com os padrões microbiológicos exigidos, falhas importantes no controle da qualidade da água ainda são relatadas, elevando o risco de contaminação cruzada e surtos infecciosos. Tais achados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo, manutenção rigorosa dos sistemas de tratamento e adesão efetiva às normas sanitárias previstas na legislação brasileira, como medidas indispensáveis para garantir a segurança dos pacientes submetidos à terapia dialítica.

FIGURA 2 - Métodos culturais e moleculares de identificação de espécies bacterianas em amostras de água.



Fonte: Autoria própria.

4 DISCUSSÃO

Esta revisão teve por objetivo identificar as bactérias presentes na água consumida pela população brasileira, com ênfase na ocorrência de *Escherichia coli* e sua relação com riscos à saúde pública. Os resultados obtidos evidenciaram que a contaminação bacteriológica da água no Brasil permanece uma questão de grande relevância para a saúde coletiva. De modo geral, a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) recomenda que *E. coli* não deve estar presente em 100 mL de água potável; entretanto, a bactéria foi encontrada em diversas fontes de água analisadas, em desacordo com as normas de segurança microbiológica. Tal fato reflete lacunas na cobertura de saneamento e na efetividade das ações de vigilância, indicando a necessidade de medidas de proteção mais rigorosas.

A *Escherichia coli* é amplamente reconhecida como indicadora de contaminação fecal recente e, quando detectada nas águas, sinaliza o risco real de transmissão de patógenos entéricos capazes de causar surtos de diarreia e outras infecções, como o rotavírus (Gomes *et al.*, 2016). A ingestão de água contaminada com cepas patogênicas de *E. coli,* como EPEC (Enteropathogenic *E. coli*), ETEC (Enterotoxigenic *E. coli*) e STEC (Shiga toxin-producing *E. coli*), pode ocasionar infecções urinárias e até síndrome hemolítico-urêmica (Mueller e Tainter, 2023). A presença de *E. coli* em 16,8% das amostras reflete falhas no processo de tratamento para potabilidade da água, uma vez que as cepas citadas são capazes de causar infecções gastrointestinais graves, além de surtos de origem hídrica em comunidades vulneráveis. A exposição contínua à água contaminada compromete a saúde intestinal e pode levar à desidratação grave, especialmente em idosos e crianças, grupos de risco para infecções entéricas (Cavalcante *et al.*, 2023).

A detecção de coliformes totais e de *Pseudomonas aeruginosa,* patógenos potencialmente associados a infecções gastrointestinais, em amostras de água mineral, produto amplamente considerado seguro pela população, evidencia uma preocupante fragilidade nos processos de controle sanitário. Esses achados reforçam a necessidade de fiscalização rigorosa em todas as etapas de envase, armazenamento e transporte das águas engarrafadas, uma vez que essas bactérias apresentam elevada capacidade de sobrevivência e proliferação em ambientes úmidos e com baixo teor de nutrientes (Costa *et al.,* 2020). Assim, torna-se evidente que o controle microbiológico das águas minerais deve ultrapassar a avaliação pontual realizada pelos fabricantes, incorporando monitoramentos sistemáticos, independentes e de caráter público, de modo a assegurar a segurança e a qualidade sanitária do consumo humano.

A análise dos 52 estudos utilizados nesta revisão demonstrou ampla diversidade de fontes avaliadas, abrangendo desde bebedouros escolares e hospitalares até sistemas de hemodiálise. A incidência de bactérias e outros agentes biológicos em água contaminada apresenta considerável variação entre os estados brasileiros, refletindo desigualdades históricas na infraestrutura de saneamento básico. Estados das regiões Norte e Nordeste apresentam maior vulnerabilidade devido à menor cobertura de abastecimento de água tratada e de tratamento de esgoto. Segundo o Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS (2022), enquanto estados do Sudeste, como São Paulo e Minas Gerais, possuem índices superiores a 80% de atendimento urbano com água tratada, estados como Pará, Maranhão e Piauí frequentemente registram coberturas inferiores a 60%.

A diversidade microbiana observada, abrangendo espécies menos prevalentes como *Burkholderia cepacia, Ralstonia pickettii* e *Stenotrophomonas maltophilia,* reforça a alta complexidade da contaminação da água de consumo. Segundo Bazani *et al.* (2024), o gênero *Burkholderia* é constituído por bactérias Gram-negativas capazes de colonizar o trato respiratório, sendo patógenos oportunistas que formam biofilmes — estruturas protetoras que conferem resistência a antimicrobianos. Apesar de menos comuns, essa comunidade microbiana possui relevância clínica significativa, especialmente para grupos vulneráveis, como idosos, crianças e pacientes imunossuprimidos. A presença dessas espécies em pontos de consumo evidencia falhas na higienização e manutenção dos sistemas de água.

As bactérias encontradas nas águas utilizadas em unidades de hemodiálise representam um risco significativo à segurança dos pacientes, uma vez que a água é empregada em grande volume e em contato direto com o sangue durante o tratamento. Estudos apontam que microrganismos como *Pseudomonas aeruginosa, Burkholderia cepacia, Acinetobacter spp., Ralstonia pickettii* e *Stenotrophomonas maltophilia* são frequentemente isolados dessas águas, especialmente quando há falhas nos processos de purificação, desinfecção e manutenção dos sistemas de tratamento (Souza *et al.*, 2020; Brasil, 2014). Essas bactérias possuem alta capacidade de formar biofilmes em tubulações e reservatórios, o que dificulta sua eliminação e favorece a contaminação recorrente.

Quando essas endotoxinas atravessam a membrana de diálise e entram na corrente sanguínea do paciente, mesmo em concentrações abaixo do limite capaz de causar reações pirogênicas agudas, elas estimulam o sistema imunológico, resultando em um estado de inflamação crônica de baixo grau (Paixão; Silva, 2018). Essa inflamação está diretamente associada a complicações de longo prazo na Doença Renal Crônica (DRC), como desnutrição, amiloidose relacionada à beta 2-microglobulina e aumento da morbimortalidade cardiovascular (Brasil, 2014; Costa *et al.,* 2015). Dessa forma, o monitoramento microbiológico rigoroso e a manutenção periódica dos sistemas de tratamento de água são medidas essenciais para garantir a qualidade microbiológica exigida pela RDC nº 11/2014 da ANVISA, assegurando a segurança do procedimento dialítico.

De modo geral, os dados disponíveis apontam baixa qualidade microbiológica da água consumida pela população, visto que os índices observados estão aquém dos padrões de potabilidade recomendados pela Organização Mundial da Saúde. Embora alguns estudos sigam o estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, a presença de amostras fora dos limites aceitáveis ainda é significativa (Santos, 2023; Silva *et al.*, 2019). Esse cenário reforça a necessidade de monitoramento contínuo, capacitação técnica dos operadores de sistemas de abastecimento e fiscalização permanente.

5 CONCLUSÃO

Com base nos dados encontrados, conclui-se que a manutenção da qualidade microbiológica adequada da água destinada ao consumo humano e em sistemas de hemodiálise ainda representa um desafio para a segurança sanitária e gestão pública. As porcentagens elevadas de artigos que apresentam a ocorrência alarmante de coliformes totais e fecais, *Escherichia coli* e

Pseudomonas aeruginosa evidencia as falhas persistentes nos processos de tratamento, abastecimento, monitoramento e distribuição da água de consumo, o que compromete a potabilidade, qualidade bacteriológica e adequação ao consumo humano. Ademais, o isolamento de espécies diversas, com características oportunistas e resistentes à antibioticoterapia, demonstram a complexidade da contaminação dos veículos hídricos analisados e reforça a importância de intervenções técnicas e regulatórias pelos órgãos governamentais de saneamento e saúde.

Além disso, os estudos que abordam as espécies bacterianas encontradas em água destinada à hemodiálise, configuram um cenário de alto risco à saúde humana, visto que a exposição direta dos pacientes a microrganismos potencialmente patogênicos, o que pode promover em surto infecciosos, aumento da morbimortalidade e desfechos negativos.

Portanto, é indispensável a adoção de medidas de vigilância, manutenção, desinfecção e monitoramento dos sistemas de tratamento da água de consumo humano, associada à fiscalização rigorosa da observância às normas da Portaria GM/MS n° 888/2021 e da RDC n° 11/2014.

REFERÊNCIAS

ALVES, F., *et al.* Water quality and microbial diversity in cisterns from semiarid areas in Brazil. **Journal of Water and Health**, v. 12, n. 3, p. 513–525, 6 jan. 2014.

ALVES, G. M. C., *et al.* Qualidade da água subterrânea obtida de poços em áreas urbanas na cidade de Ji-Paraná/RO. **Higiene Alimentar**, vol. 30, no. 256/257, 2016.

ALVES, M. G. **Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2007. 101 p.

ALVES, N. C., *et al.* Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Rev. Saúde Pública**, vol. 36, n. 6, p. 749-51, 2002.

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R. **Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE**. Petrolina: Embrapa. 2001.

ANDRADE, M. V. S. de, *et al.* Microbiological Evaluation of Drinking Water Available in Schools in Cruz Das Almas, Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, vol. 10, no. 41, 7 Nov. 2016, pp. 1759–1766.

ASSIS, E. M. de, *et al.* A vulnerabilidade de populações indígenas: qualidade da água consumida pela comunidade Maxakali, Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, vol. 32, 4 May 2020, pp. 279–290.

BARBOSA, C. da C., *et al.* Qualidade microbiológica da água consumida em bebedouros de uma unidade hospitalar no Sul de Minas. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 4, n. 1, p. 200-211, 1 dez. 2012.

BAZANI, V. B., *et al.* Contaminação de produtos farmacêuticos pelo complexo Burkholderia cepacia e seus possíveis impactos na saúde e na indústria: Uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 2, e10313245032, 2024.

BENTES, V. de S.; MESCHEDE, M. S. C. Qualidade da água utilizada em serviços de hemodiálise antes e após passar por sistema de tratamento em Santarém, Oeste do Pará, Amazônia. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 80, p. 1–13, 30 dez. 2021.

BORTOLOTI, K. da C. S., *et al.* Qualidade microbiológica de águas naturais quanto ao perfil de resistência de bactérias heterotróficas a antimicrobianos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol. 23, no. 4, pp. 717–725, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro. Diário Oficial da União: MS, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC N° 11, DE 13 DE MARÇO DE 2014**. Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Diálise. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014.

CARTAXO, R. A., *et al.* Análise microbiológica da água de um poço profundo no distrito de São Miguel, Mauriti, Ceará. **Journal of Medicine and Health Promotion**, v. 5, n. 4, p. 10-18, 2020.

CARVALHO, G. C. **Aplicabilidade de métodos alternativos no monitoramento da qualidade microbiológica da água tratada para diálise**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2019. 109 p.

CARVALHO, G. C., *et al.* Reflection about the hemodialysis water microbiological quality in Brazil. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 58, 1 jan. 2022.

CAVALCANTE, R. B. L. *et al.* Ocorrência de Escherichia coli em fontes de água e pontos de consumo da comunidade rural do semiárido brasileiro. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 18, n. 3, p. 1-12, 2023.

COELHO, M. I. S., *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Health Science**, vol. 32, n. 1, 1 Jan. 2010.

COSTA, P. da. **Água para hemodiálise:** *avaliação dos resultados gerados pelo programa de monitoramento da qualidade dos serviços de diálise do estado de Minas Gerais*. 2017. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

COUTINHO, F. A. Avaliação microbiológica da água para consumo humano em uma comunidade do arquipélago do Marajó, Pará, Brasil. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, vol. 8, no. 3, 29 Apr. 2021.

DA SILVA, C. R., *et al.* Avaliação da presença e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água destinada ao consumo humano proveniente de poços artesianos. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde***,* Londrina, v. 40, n. 2, p. 129–140, 2019.

FERREIRA, F. da S., *et al.* À margem do rio e da sociedade: a qualidade da água em uma comunidade quilombola no estado de Mato Grosso. **Saúde E Sociedade**, vol. 26, no. 3, pp. 822–828, set. 2017.

FERREIRA, L. C.; SILVA, J. R. Análise microbiológica da água proveniente das fontes de abastecimento utilizadas em uma instituição de ensino pública da cidade de Januária/MG, Brasil. **Boletim Do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, vol. 12, no. 1, pp. 31–42, 20 Jul 2018.

FIALHO, J. M., *et al.* Avaliação microbiológica da água consumida por uma população rural de Ilha Solteira – São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, vol. 11, no. 3, pp. 273–286, 28 Sept. 2017.

FILHO, A. F.; DIAS, M. F. F. Qualidade microbiológica de águas minerais em galões de 20 litros. **Alim. Nutr.**, v.19, n.3, p. 243-248, jul./set. 2008.

FORTUNA, J. L., *et al.* Análise microbiológica da água dos bebedouros do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF): coliformes totais e termotolerantes. **Revista Higiene Alimentar**, v. 21, n. 153, p. 102-105, 2007.

GOMES, T. A. T., *et al.* Enteropahogens associated with acute diarrheal disease in urban infants in São Paulo, Brasil. **J. Infect. Dis**., n. 164, p. 331-337, 1991.

GOMES, Y. M., *et al.*. Physical-chemical and microbiological characterization of water destined to hemodialysis. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 19, p. 1–14, 7 maio 2024.

GURGEL, R. S, *et al.*. Investigation of total coliforms and *Escherichia coli* in drinking water of the Lago do Limão community, Municipality of Iranduba - AM. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 2512-2529, jul./ago. 2020.

HANDAM, N. B, *et al.*. Drinking water quality in Brazilian urban slums. **Rev. Ambient. Água**, vol. 15 n. 3, e2532, 2020.

JESUS, P. R. de, *et al.*. Monitoramento da qualidade da água utilizada nos serviços de diálise móvel em unidades de tratamento intensivo no município do Rio de Janeiro. **Braz. J. Nephrol.**, v. 44, n. 1, p. 32-41, 2022

KUPPER, J. S. **Qualidade microbiológica de água tratada para hemodiálise**. 2019. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Vigilância Laboratorial em Saúde Pública) - Instituto Adolfo Lutz- Unidade do Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP-Doutor Antônio Guilherme de Souza. Sorocaba, 2019.

LEAL FERNANDES, L.; VIEIRA GOIS, R. Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de Coliformes Totais e Termotolerantes. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 49–64, 2015.

LIMA, J. de R. O., *et al.* Microbiological analyses of water from hemodialysis services in São Luís, Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, vol. 36, p. 103-108, 2005.

LOPES, L. G.; AMARAL, L. A. do. qualidade microbiológica e nitrato em água minerais e de poços de Jaboticabal-SP. **Nucleus**, v. 5. n. 1 , mar. 2008.

MELO, C. C. de, et al. Perfil microbiológico em pacientes hemodialisados no Brasil: uma revisão de literatura integrativa. **Research Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e26912239277-e26912239277, 12 fev. 2023.

MESQUITA, K. F. C., *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica da água consumida pela população da região amazônica um estudo de casos na ilha de Mosqueiro-PA. **ScientiaAmazonia**, v. 3, n.3, p. 27-31, 2014.

MIRANDA, F. S. de, *et al.* Quality of water for human consumption in a rural area community from Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, vol. 12, n. 29, pp. 688-696, 7 ago. 2018.

MONTANARI, L. B., *et al.* Microbiological contamination of a hemodialysis center water distribution system. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 51, n. 1, p. 37–43, fev. 2009.

MORAES, M. S. de, *et al.* Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de Santa Rita (PB). **Eng. Sanit. Ambient.**, v.23, n.3, p. 431-425, maio/jun 2018.

MUELLER, M.; TAINTER, C. R. **Escherichia Coli**. 13 Jul 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33231968/>

NASCIMENTO, D. C., *et al.* Pesquisa de coliformes em água consumida em bebedouros de escolas estaduais de Campo Mourão, Paraná. **SaBios: Rev. Saúde e Biol**., v.8, n.1, p. 21-26, jan./abr. 2013.

PAIXÃO, R. S.; SILVA, J. L. Endotoxinas e inflamação crônica em pacientes em hemodiálise. **Jornal Brasileiro de** Nefrologia, v. 40, n. 3, p. 301–308, 2018.

PARREIRA, A. G., *et al.* Monitoramento microbiológico em sistema inovador e sustentável de tratamento de água destinada à hemodiálise. **RAHIS**, v. 13, n. 3, 26 jan. 2017.

PAULUS, A. E. **Qualidade microbiológica da água dos bebedouros para consumo em escolas municipais de Missal - Paraná**. 2017. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Gestão Ambiental do Departamento Acadêmico de Ambiental, Medianeira, 2017.

PERES, M. R., *et al.* Potential microbial transmission pathways in rural communities usin multiple alternative water sources in semi-arid Brazil. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, vol. 224, 2020.

POMPEU, É. C. **Análises físico-química e microbiológica da água consumida em escolas municipais de educação infantil na cidade de Ariquemes-RO**. 2011. 42 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes-RO, 2011.

ROSSI, E. M., *et al.* Assessment of microbiological quality of water wells in rural properties of the city of west of Santa Catarina, Brazil. **Resources and Environment**, v. 2, n. 4, p. 164-168, 2012.

SÁ, L. W. C. de., *et al.* Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 14, n. 3, p. 171-180, 2005.

SANT'ANA, A. de S., *et al.* Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciência. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 23, p. 190-194, dez. 2003.

SANTOS, Jennyfer Caroline Rocha dos. **Determinação dos parâmetros físico químicos em amostras de água de poços do município de Cuité - PB**. 2023. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2023.

SCAPIN, D., *et al.* Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz,** vol. 71, n. 3, p. 593-596, 2012.

SILVA, C. A. da., *et al.* Monitoramento microbiológico da água de bicas em parques públicos de Curitiba (PR). **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 22, n. 2, p. 271-275, mar/abr 2017.

SILVA, C. A. da., *et al.* Potabilidade da água de poços rasos em uma comunidade tradicional, Curitiba-PR. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 19, n. 2, p. 88-92, 2013.

SILVA, P. H. da, *et al.* Avaliação da qualidade da água dos bebedouros de um campus universitário do semiárido nordestino. **Revinter**, v. 12, n. 01, p. 27-39, fev. 2019.

SIMÕES, M.; PIRES, M. de F. Água de diálise: ocorrência de leveduras, *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias heterotróficas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 63, n. 2, p. 224-31, 2004.

SINTON, L. W., *et al*. Sunlight inactivation of fecal indicator bacteria and bacteriophages from waste stabilization pond effluent in fresh and saline waters. **Applied and Environmental Microbiology**, v.68, p.1122-1131, 2002.

SOUZA, B. G. de A. **Qualidade Microbiológica de água tratada para hemodiálise e caracterização de bactérias patogênicas**. 2015. 97 p. Dissertação (Título de Mestre em Nutrição e Saúde) - Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2015.

SOUZA, L. de., *et al.* Qualidade da água das escolas públicas de ensino fundamental de Ibirama (SC)/Brasil. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 563-587, out/dez. 2018.

STOLF, D. F., MOLTZ, S. Avaliação microbiológica da água utilizada para consumo humano em uma propriedade rural de Taió - SC. **Saúde Meio Ambient**. v. 6, n. 1, p. 96-106, jan./jun. 2017.

TRISTÃO, A. M. V. **Qualidade da água nas clínicas de hemodiálise no estado de Mato Grosso do Sul**. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Pós Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. 2014.

VASCONCELLOS, L., *et al.* Occurrence of total coliforms, *Escherichia coli* and Cronobacter species in commercially available 20 l bottled drinking water sold in Rio de Janeiro State, Brazil. **Letters in Applied Microbiology**, vol. 69, p. 431-437, 2019.

VASCONCELOS, T. da S., *et al.* Qualidade microbiológica e físico-química da água de bebedouros consumida por estudantes da Universidade Federal do Ceará. **Higiene Alimentar**, vol. 29 , no 246/247, jul./ago. 2015.

World Health Organization (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**: *fourth edition incorporating the first and second addenda*. Geneva: World Health Organization, 2022. 614 f.

XAVIER, R. P., *et al.* Microbiological quality of drinking rainwater in the inland region of Pajeú, Pernambuco, northeast Brazil. **Rev. Inst. Med. Trop.**, São Paulo, vol. 53, no. 3, p. 121-124, mai./jun. 2011.

ZULPO, D. L., *et al.* Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 107-110, jan./mar. 2006.