



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

NATÁLIA VIANA DOS SANTOS

**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO
BRASIL: Uma revisão integrativa**

**RECIFE
2023**

NATÁLIA VIANA DOS SANTOS

**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO
BRASIL: Uma revisão integrativa**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de TCC2, do curso de Farmácia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para aprovação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Danielle Patrícia Cerqueira Macêdo

RECIFE
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Natália Viana dos.

Qualidade microbiológica da água para consumo humano no Brasil: Uma
revisão integrativa / Natália Viana dos Santos. - Recife, 2023.

42 : il., tab.

Orientador(a): Danielle Patrícia Cerqueira Macêdo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Farmácia - Bacharelado, 2023.

1. Água potável. 2. Brasil. 3. Controle de Qualidade Microbiológico. 4.
Bactérias. I. Macêdo, Danielle Patrícia Cerqueira. (Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA



Aprovada em: 05/05/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br DANIELLE PATRICIA CERQUEIRA MACEDO
Data: 11/05/2023 22:01:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Danielle Patrícia Cerqueira Macêdo
(Presidente e Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
gov.br ADRYELLE IDALINA DA SILVA ALVES
Data: 11/05/2023 23:11:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Adryelle Idalina da Silva Alves
(Examinadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
gov.br SIMONE DA PAZ LEONCIO ALVES
Data: 12/05/2023 10:36:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Simone da Paz Leôncio Alves
(Examinadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
gov.br MAYARA BARBARA DA SILVA
Data: 11/05/2023 22:22:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Mayara Bárbara da Silva
(Suplente)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho com muito amor ao meu pai Manoel e minha mãe Maria da Paz por todo cuidado e dedicação que tiveram comigo durante toda a minha existência.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão por todas as experiências vividas na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), tanto educacionais quanto profissionais e pessoais. Cada batalha vencida, dedicação, lágrima e medo foram fundamentais para o meu crescimento e desenvolvimento durante a graduação.

Gostaria de dedicar este trabalho primeiramente aos meus pais, Manoel e Maria, que têm sido meu suporte desde o nascimento, apoiando todas as minhas decisões até o momento. Agradeço por toda a dedicação e sacrifícios que fizeram por mim. Dedico também a minha irmã Mariana, com quem cresci e enfrentei todas as batalhas da vida juntas. Aos meus avós, tios, tias e primos, que sempre me ajudaram e incentivaram no que puderam para eu entrar na universidade.

Ao meu namorado, Ricardo, que esteve comigo desde que entrei na faculdade, passando por todas as etapas de aulas, estágio e TCC, apoiando-me, consolando-me, ajudando-me em tudo o que podia e sempre me motivando a nunca desistir, pois sem isso eu não seria capaz de me formar.

Agradeço também aos meus amigos de graduação, Elizabete, Rodolfo, Shayenne, Mayara e Adrielly, sem os quais não teria sido fácil seguir sozinha. Agradeço por cada aula assistida juntos, cada trabalho realizado, cada refeição no restaurante universitário, cada revisão antes das provas e cada brincadeira nos corredores enquanto esperávamos as aulas. Sem essas experiências, com certeza, não teria sido fácil e amenizado cada batalha.

Por fim, gostaria de agradecer aos professores que tive durante a graduação, que compartilharam seus conhecimentos e se disponibilizaram a ajudar os alunos, abrindo as portas de suas salas. Agradeço também à UFPE por ter sido minha casa e por ter me formado como farmacêutica pronta para cuidar das pessoas, dando o melhor de mim profissionalmente com conhecimento e humanidade. Agradeço, em especial, à minha orientadora, Danielle Macêdo, que me orientou e me apoiou nos meus momentos mais difíceis, pois não foi fácil chegar até aqui.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.”

(Paulo Freire, 1967)

RESUMO

A água é vital os seres vivos pois ela é importante tanto para saúde como para atividades humanas como irrigação de plantações, limpeza, desinfecção, cozinhar alimentos etc. Porém essa água precisa estar adequada para consumo humano pois a água é capaz de transmitir doenças por veiculação hídrica como gastroenterites e disenteria bacteriana. Por isso existem testes de controle de qualidade microbiológico de água para garantir uma água potável de qualidade para consumo. O objetivo deste trabalho foi discutir se a água disponível no Brasil é de qualidade e se ela não oferece risco à população. A metodologia utilizada foi uma revisão integrativa buscando nas bases de dados Google Scholar, PubMed e LILACS e utilizando os descritores em saúde, que foram “Controle de qualidade em água”, “Água para consumo” e “Brasil”. Também foi utilizado critérios de inclusão e exclusão, como artigos em português, inglês e espanhol, e estabelecido um período de 2018 a 2022 trabalhos de autores que coletaram e analisaram diversas fontes de água de consumo e compararam os resultados com a legislação vigente. Os resultados encontrados mostraram que diversas fontes de água de consumo no Brasil não estão adequadas para o seu uso e consumo. Elas estão divergindo dos padrões de qualidade estabelecidos pelos órgãos competentes e legislações. Foram identificadas bactérias como coliformes fecais, totais e *Escherichia Coli*, que são bactérias que existe um limite a ser respeitado quanto a sua presença em água de consumo humano para ser considerada potável, segura e de qualidade. Também foi observado que por mais que se tenha uma vasta reserva de água no Brasil ela não é distribuída de uma forma justa para todos os cidadãos, e desta forma foi possível analisar que as águas disponíveis para consumo podem acarretar diversos problemas na saúde por isso sugere-se que as autoridades competentes aumentem a fiscalização, e realize o controle de qualidade adequado e garanta uma água de qualidade e segura.

Palavras-Chaves: Água potável; Brasil; Controle de Qualidade Microbiológico; Bactérias.

ABSTRACT

Water is vital to living beings because it is important both for health and for human activities such as irrigating crops, cleaning, disinfecting, cooking food, etc. However, water must be suitable for human consumption because it can transmit waterborne diseases such as gastroenteritis and bacterial dysentery. This is why there are microbiological water quality control tests to ensure drinking quality water for consumption. The objective of this paper was to discuss whether the water available in Brazil is of good quality and whether it does not pose risks to the population. The methodology used was an integrative review searching the Google Scholar, PubMed and LILACS databases and using the health descriptors, which were "Water quality control", "Drinking water" and "Brazil". It was also used inclusion and exclusion criteria, such as articles in Portuguese, English and Spanish, and established a period from 2018 to 2022 works by authors who collected and analyzed various sources of drinking water and compared the results with the current legislation. The results found showed that several sources of drinking water in Brazil are not suitable for use and consumption. They are diverging from the quality standards established by the competent bodies and legislation. Bacteria such as fecal and total coliforms and Escherichia Coli were identified, which are bacteria that there is a limit to be respected regarding their presence in drinking water to be considered drinkable, safe, and of good quality. It was also observed that even though Brazil has a vast water reserve, it is not distributed fairly to all citizens, and thus it was possible to analyze that the water available for consumption can lead to several health problems. Therefore, it is suggested that the competent authorities increase the inspection and perform the proper quality control and ensure a safe, quality water.

Key-words: Drinking water; Brazil; Microbiological Quality Control; Bacteria.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre distribuição da água pelas regiões do Brasil e população.	14
Tabela 2 - Patógenos transmitidos por água de consumo humano.	16
Tabela 3 - Padrão Bacteriológico da Água Para Consumo Humano	18
Tabela 4 - Trabalhos encontrados e utilizados por base de dados.	22
Tabela 5 - Artigos de análises microbiológicas de água de consumo.	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de trabalhos encontrados por base de dados.	23
Gráfico 2 - Publicações por ano que discutem sobre a qualidade da água de consumo no Brasil.	24

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 PANORAMA GERAL SOBRE ÁGUA DE CONSUMO	13
2.2 PRINCIPAIS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA.....	15
2.3 O QUE PERMITE A LEGISLAÇÃO DO CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE ÁGUA NO BRASIL	17
3 OBJETIVOS.....	19
3.1 OBJETIVO GERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	20
4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	20
4.2 BASE DE DADOS.....	20
4.3 DESCRITORES	20
4.4 CRITÉRIO DE INCLUSÃO.....	21
4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 APRESENTAÇÃO

A água é um elemento de suma importância para os seres vivos pois sem ela seria impossível existir vida na Terra. Esse recurso natural tem relação com as reações e processos do nosso organismo, além de ser importante para a reposição de nutrientes e sais minerais. Ela também é capaz de manter o equilíbrio da biodiversidade e permitir o desenvolvimento de atividades pelos seres humanos como cozinhar, lavar, beber e se higienizar. (YAMAGUCHI *et al.*, 2013).

Compreender a qualidade da água é vital para a saúde pública mundial. O acesso à água potável aumenta a expectativa de vida e melhora a saúde dos cidadãos do mundo, uma vez que diversas doenças podem ser provocadas por microrganismos patogênicos encontrados em águas contaminadas (GOMES FREITAS *et al.*, 2017)

A água para consumo humano, segundo o Ministério da Saúde (MS), é a “água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem”. Uma água para ser considerada potável ela precisa atender a parâmetros e atender ao padrão de potabilidade, que não ofereça risco à saúde, ou seja, é aquela que pode ser consumida por atender requisitos físicos, químicos e biológicos que estabeleçam sua qualidade e garantam a segurança e o bem-estar do consumidor (Brasil, 2021).

Para isso ocorrer, o órgão competente responsável, Ministério da Saúde, estabeleceu parâmetros a serem seguidos pelas portarias Nº 2.914/2011 e atualizada pela portaria Nº 888/2021 e pelo Programa Vigiagua, que é o Programa nacional de vigilância da qualidade da água que consiste no conjunto de ações utilizados pelas autoridades de saúde pública. No entanto, não é o que ocorre em algumas regiões no Brasil, pois ainda existem fontes de águas impróprias para o consumo em periferias ou cidades distantes das capitais. (SISAGUA, 2023)

Neste contexto, o crescimento populacional desordenado e uso irresponsável dos recursos hídricos têm levado a contaminação ambiental e conseqüentemente à disseminação de uma série de patógenos. Neste sentido, as doenças de veiculação hídrica passaram a constituir um dos principais problemas de Saúde Pública nos últimos anos (BARÇANTE, 2014).

Tendo em vista que a água é capaz de transmitir doenças por meio de microorganismos prejudiciais à saúde, justifica-se a discussão e levantamento de informações sobre a avaliação microbiológica adequada da água para consumo

humano, sendo indispensável na prevenção de tais doenças e na manutenção da qualidade de vida das pessoas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama geral sobre água de consumo

A água desempenha um papel importante na manutenção da vida. Além de auxiliar em diversos processos biológicos, a água em si pode propiciar abrigo para diversas formas de vida, sendo algumas dessas danosas para a saúde humana como vírus, fungos e bactérias. A água doce, fonte para diversos fins na sustentação da humanidade é, por sua vez, um recurso natural finito. Países economicamente instáveis correspondem de 80% a 85% da população mundial, o que corresponde a aproximadamente 5 bilhões, sendo essa população a mais ameaçada no que se refere a obtenção de água não contaminada (KITAMORI *et al.*, 2012; KUMMERER *et al.*, 2019; CADORE; TOCHETTO, 2021).

O Brasil possui uma posição privilegiada no que se refere à água doce, quando comparado a muitos países. Possuindo grandes reservatórios/fontes de água disponíveis para consumo, o país concentra 53% da água doce da porção sul do continente americano, além de 12% da vazão mundial de rios, perfazendo um total de 177.900 m³/s. A abundância, no entanto, não corresponde ao bom uso, uma vez que, principalmente nos grandes centros, pode-se observar lagoas, rios e canais de água poluídos por dejetos de esgoto e poluentes químicos, tornando o consumo da água impróprio. Vale destacar também que há uma distribuição desigual dos recursos hídricos pelo país, com a região norte portando 68,5% da capacidade hídrica, correspondendo a 6,8% da população brasileira, enquanto na região nordeste apenas 3,3% de água doce está disponível para 28,9% da população (Tabela 1). (Câmara, 2011).

Tal cenário gera impactos nas formas de obtenção e uso da água e, embora o Brasil disponha de leis e regulamentações no que se diz respeito à qualidade da água, em muitos casos a qualidade atestada está longe do que seria recomendado para o consumo humano (HIRATA *et al.*, 2009; NETTO, 2022).

Tabela 1 – Relação entre distribuição da água pelas regiões do Brasil e população.

Região	Disponibilidade Hídrica (%)	População (%)
Norte	68,5	6,8
Nordeste	3,3	28,9
Sudeste	6	42,7
Sul	6,5	15,1
Centro-Oeste	15,7	6,4

Fonte: Câmara (2011) Adaptado.

A Lei das Águas, como ficou conhecida a lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 instituiu a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos no País. Este instrumento legal estabelece ferramentas e recursos para gestão dos recursos hídricos a nível federal. Dentro dessa política, foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, promovendo uma descentralização na discussão sobre os recursos hídricos e procurando integrar a União, Estados e a sociedade civil. Ainda sobre órgãos de regulamentação, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da resolução 357 de 17 de março de 2005, dispõe sobre condições e classificações para os corpos de água do país, além de diretrizes ambientais quanto à sua classificação de qualidade em cinco níveis. Estes níveis se apresentam como segue: classe especial até a classe 4, onde a classe especial é a recomendada para consumo humano e a de classe 4 é considerada uma água de qualidade ruim (CADORE; TOCHETTO, 2021).

2.2 Principais doenças de veiculação hídrica

Há diversos registros históricos sobre a relação entre os povos e o manejo da água; no entanto, apenas em 1854 em um surto de cólera, foi que através dos esforços de um médico londrino chamado John Snow, a água seria reconhecida como a principal fonte da desconhecida doença. John percebeu que não eram miasmas aéreos os responsáveis pelo surto da doença e sim os poços que estavam contaminados por germes do que hoje se conhece como uma bactéria causadora do cólera (SANITY, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 2 bilhões de pessoas vivem em países sem condições ideais de recursos hídricos, e trazendo para um contexto global, no mínimo dois bilhões de pessoas utilizam recursos hídricos contaminados por resíduos fecais, trazendo um risco para o consumo de água. Doenças como cólera, diarreia, disenteria, hepatite A, febre tifóide e pólio podem ser facilmente transmitidas pela água. São estimados que fontes de água contaminadas causam cerca de 485.000 mortes por diarreia por ano, sendo a população infantil a mais acometida (OMS, 2022).

A forma de contato com a água contaminada possui influência na prevalência do agente causador da doença. Doenças causadas pela ingestão de água geralmente ocorrem em locais onde não há sistema de tratamento e abastecimento de água, onde a população local utiliza-se de fontes como poços, minas, lagoas, bicas ou a própria fonte de água mineral que já está contaminada (SES/SP, 2009).

Podemos elencar como principais doenças adquiridas através da ingestão de água contaminada a cólera, febre tifóide, hepatite A, além de doenças diarreicas causadas por vários agentes etiológicos como vírus: *Rotavírus*, *Norovírus* e *Poliovírus* (Poliomielite); Bactérias como *Shigella spp.*, *Escherichia coli* como agentes principais e parasitas sendo as mais prevalentes espécies de *Ameba*, *Giardia*, *Cryptosporidium* e *Cyclospora*. Esses microrganismos possuem um grande impacto à saúde já que podem persistir em fontes de águas por longos períodos. *Escherichia coli*, por exemplo, possui grande importância na cadeia de transmissão, dado às interações biológicas dos seres humanos com animais (Tabela 2).

Vale destacar, que tanto vírus como bactérias possuem de baixa a moderada tolerância ao cloro, mas patógenos como protozoários possuem uma alta resistência a tratamentos químicos (SES/SP 2009; OMS 2022).

Algumas doenças ainda podem ocorrer através do contato da pele ou mucosa com água contaminada. A leptospirose e a esquistossomose se destacam como principais formas de infecção. Ainda é comum a observação de casos de esquistossomose no Brasil, segundo dados do Ministério da Saúde, contabilizando a detecção de 423.117 casos num período de 2009 a 2019, sendo Pernambuco uma das áreas onde a doença possui perfil endêmico (SES/SP 2009; BRASIL 2023).

Tabela 2- Patógenos transmitidos por água de consumo humano.

Patógenos transmitidos pela água de consumo

Patógeno	Espécie-tipo gênero/grupo^a	Importância para a saúde^b	Persistência em abastecimento de água^c	Resistência a cloro^d	Infeciosidade relativa^e	Fonte animal importante
Bactérias						
<i>Burkholderia</i>	<i>B. pseudomallei</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Baixa	Baixa	Não
<i>Campylobacter</i>	<i>C. coli</i> <i>C. jejuni</i>	Alta	Moderada	Baixa	Moderada	Sim
<i>Escherichia coli</i> – Diarrhoeagenic ^f		Alta	Moderada	Baixa	Baixa	Sim
<i>E. coli</i> – <i>Enterohaemorrhagic</i>	<i>E. coli</i> O157	Alta	Moderada	Baixa	Alta	Sim
<i>Francisella</i>	<i>F. tularensis</i>	Alta	Longa	Moderada	Alta	Sim
<i>Legionella</i>	<i>L. pneumophila</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Baixa	Moderada	Não
<i>Mycobacteria</i> (não-tuberculosa)	<i>Mycobacterium</i> <i>avium complex</i>	Baixa	Pode multiplicar-se	Alta	Baixa	Não
<i>Salmonella typhi</i>		Alta	Moderada	Baixa	Baixa	Não
Outras salmonellae	<i>S. enterica</i> <i>S. bongori</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Baixa	Baixa	Sim
<i>Shigella</i>	<i>S. dysenteriae</i>	Alta	Curta	Baixa	Alta	Não
<i>Vibrio</i>	<i>V. cholerae</i> 01 e 0139	Alta	Curta a longa ^g	Baixa	Baixa	Não
Vírus						
Adenoviridae	Adenovírus	Moderada	Longa	Moderada	Alta	Não
Astroviridae	Astrovírus	Moderada	Longa	Moderada	Alta	Não
Caliciviridae	Norovírus, Sapovírus	Alta	Longa	Moderada	Alta	Potencialmente
Hepeviridae	Vírus Hepatite E	Alta	Longa	Moderada	Alta	Potencialmente
Picornaviridae	Enterovírus, Parechovírus	Alta	Longa	Moderada	Alta	Não
Reoviridae	Vírus Hepatite A Rotavírus	Alta	Longa	Moderada	Alta	Não

Patógenos transmitidos pela água de consumo (continuação)

Patógeno	Espécie-tipo gênero/grupo ^b	Importância para a saúde ^c	Persistência em abastecimento de água ^d	Resistência a cloro ^e	Infecciosidade relativa ^f	Fonte animal importante
Protozoários						
<i>Acanthamoeba</i>	<i>A. culbertsoni</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Alta	Alta	Não
<i>Cryptosporidium</i>	<i>C. hominis/parvum</i>	Alta	Longa	Alta	Alta	Sim
<i>Cyclospora</i>	<i>C. cayetanensis</i>	Alta	Longa	Alta	Alta	Não
<i>Entamoeba</i>	<i>E. histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Não
<i>Giardia</i>	<i>G. intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sim
<i>Naegleria</i>	<i>N. fowleri</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Alta	Moderada	Não
Helmintos						
<i>Dracunculus</i>	<i>D. medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Não

^a As espécies listadas (por exemplo, *L. pneumophila*) são as mais comumente ligadas à transmissão pela água, mas outras espécies também podem causar doenças.

^b A significância para a saúde relaciona-se com a incidência e gravidade da doença, incluindo associação com surtos.

^c Período de detecção do estágio infeccioso em água a 20 °C: curto, até 1 semana; moderada, 1 semana a 1 mês; longo, mais de 1 mês.

^d Dentro das espécies e grupos de patógenos, é provável que haja variações na resistência, que podem ser ainda mais impactadas pelas características do abastecimento de água e condições operacionais. A resistência é baseada em 99% de inativação a 20 °C onde, geralmente, baixo representa um Ct_{99} de < 1 min.mg/L, moderado 1–30 min.mg/L e alto > 30 min.mg/L (onde C = a concentração de cloro livre em mg/L e t = tempo de contato em minutos) nas seguintes condições: o estágio infeccioso é livremente suspenso em água tratada em doses convencionais e contato vezes, e o pH está entre 7 e 8. Deve-se notar que os organismos que sobrevivem e crescem em biofilmes, como *Legionella* e micobactérias, serão protegidos da cloração.

^e De experimentos com voluntários humanos, de evidências epidemiológicas e de estudos experimentais com animais. Alto significa que as doses infecciosas podem ser de 1 a 10^2 organismos ou partículas, moderado 10^2 - 10^4 e baixo > 10^4 .

^f Inclui enteropatogênico, enterotoxigênico, enteroinvasivo, difusamente aderente e enteroagregativo.

^g *Vibrio cholerae* pode persistir por longos períodos em associação com copépodos e outros organismos aquáticos.

Fonte: OMS Guidelines for drinking-water quality Adaptado (2023)

2.3 O que permite a legislação do controle microbiológico de água no Brasil

Para que uma água seja considerada segura e de qualidade deve-se atender a diversos critérios de controle de qualidade que são estabelecidos pelos órgãos competentes. Uma água que atende a todos esses parâmetros é chamada de água potável e própria para consumo humano (CORREIA *et al*, 2008).

A água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Já a água potável é a água que atende ao padrão de potabilidade estabelecido e que não oferece riscos à saúde. E o padrão de potabilidade é conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, conforme definido para coliformes totais ausência em 100mL, e para *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes ausências em 100mL (Tabela 3). (BRASIL, 2021).

Os coliformes totais são um grupo de bactérias que compreende cerca de 20 espécies, além de compreender diversos grupos de bactérias não entéricas. São microorganismos adaptados para habitar o trato gastrointestinal de animais de sangue quente como os mamíferos. A indicação de presença de coliformes totais possui menos inferência de contaminação por fezes do que na presença de coliformes fecais

e *E. coli* (SILVA et al., 1997; SILVA, 2002).

Este grupo de bactérias são agrupadas dessa forma pois são todas gram negativas, não formadoras de esporos e a maioria possui motilidade. São bactérias anaeróbias facultativas, resistentes a agentes surfactantes e fermentam a lactose produzindo ácido láctico e gás carbônico entre 32°C a 37°C em 48 horas (RAY, 1996; SILVA, 2002).

Bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes fecais apresentam a capacidade de continuar a fermentação da lactose em temperaturas maiores, em torno de 44,5 a 45,5°C, condições que favorecem de forma significativa o crescimento de *E. coli* e alguns gêneros de bactérias patogênicas importantes (SILVA et al., 2000; GREGHI, 2005).

Escherichia coli é a espécie mais predominante do ponto de interesse clínico. Pertencente à família das *Enterobacteriaceae*, esta bactéria do grupo de espécies coliformes pode apresentar cepas diarreio gênicas e a produção de toxinas termorresistentes, demonstrando uma alta periculosidade quando há sua presença na água de consumo humano (SILVA et al, 2000).

Tabela 3 - Padrão Bacteriológico da Água Para Consumo Humano

Formas de abastecimento		Parâmetro	VMP(1)
SAI		<i>Escherichia coli</i> (2)	Ausência em 100 mL
SAA e SAC	Na saída do tratamento	Coliformes totais(3)	Ausência em 100 mL
	Sistema de distribuição e pontos de consumo	<i>Escherichia coli</i> (2)	Ausência em 100 mL
		Coliformes totais(4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes
			Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes
			Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água.

(Brasil, 2021.)

Sistema de Abastecimento de Água - SAA;

Solução Alternativa Coletiva-SAC;

Solução Alternativa Individual-SAI.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Discutir, com base numa revisão de literatura integrativa, qual é a qualidade microbiológica da água de consumo humano no Brasil.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais causas da contaminação de água para consumo humano;
- Analisar os agentes microbiológicos mais frequentes como causadores de doenças hídricas;
- Discutir o impacto das principais doenças relacionadas à contaminação da água de consumo;
- Comparar a qualidade da água de consumo no Brasil, apresentada e discutida na literatura, com a legislação brasileira vigente.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Etapas metodológicas

A revisão integrativa é um instrumento de pesquisa de ampla abordagem metodológica no que se diz respeito às pesquisas de revisão. Como benefício deste método, a inclusão de estudos experimentais e não experimentais para o campo de discussão, adiciona novos horizontes para o entendimento de um problema, agregando valor à comunidade científica. Ainda vale salientar que a revisão integrativa permite a junção de elementos da literatura teórica e empírica, gerando uma melhor compreensão na definição (SOUZA *et al.*, 2010)

Para elaboração desta presente monografia foram utilizados seis passos para a produção da revisão integrativa:

- Elaboração da pergunta norteadora;
- Busca ou amostragem na literatura;
- Coleta de dados;
- Análise crítica dos estudos incluídos;
- Discussão dos resultados;
- Apresentação da revisão integrativa

4.2 Base de Dados

Para o presente trabalho desta revisão integrativa foram selecionadas as seguintes bases de dados na busca dos artigos para a coleta de informações:

- *Google Scholar*;
- LILACS;
- PubMed.

4.3 Descritores

Os termos de pesquisa foram obtidos e padronizados a partir do site Descritores em Saúde - DeCS/MeSH. Para melhor refinamento e junção dos descritores foram utilizados o sistema booleanos “AND” e “OR”.

Os descritores utilizados foram:

- Controle de qualidade em água/Water Quality Control/Control de la Calidad del Agua;
- Água para consumo/Drinking Water/Agua Potable;
- Brasil/Brazil/Brasil.

4.4 Critério de inclusão

- Artigos incluídos nas bases de dado pré-selecionadas;
- Artigos em inglês, português ou espanhol;
- Artigos disponibilizados gratuitamente no formato *open access*;
- Artigos publicados entre os anos 2018 a 2022.

4.5 Critérios de exclusão

- Artigos fora do tema proposto;
- Artigos que estão fora do tempo escolhido de publicação;
- Artigos em idiomas diferentes do inglês, espanhol ou português;
- Teses de doutorado;
- Monografias;
- Artigos de revisão;
- Trabalho de conclusão de Curso.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a pesquisa nas bases utilizando os descritores para coleta de dados foram encontrados os trabalhos referentes ao tema (Tabela 1).

Depois da análise, leitura dos artigos e utilização dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 16 trabalhos compatíveis.

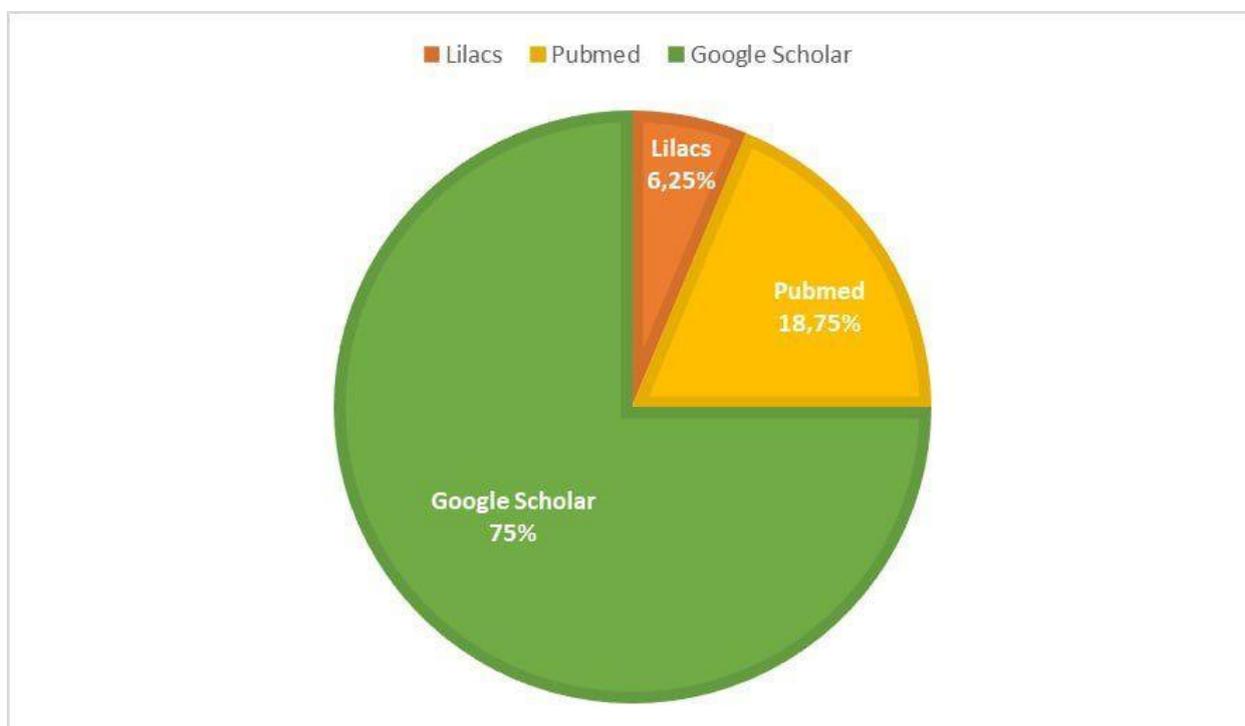
Tabela 4 - Trabalhos encontrados e utilizados por base de dados.

Descritores: Controle de qualidade em água Água para consumo Brasil	Google Scholar	Lilacs	PubMed
Total de trabalhos encontrados	394	12	21
Total de trabalhos utilizados	12	1	3

Fonte: Produzido pelo autor (2023)

Os resultados obtidos em porcentagem de cada base de dados escolhida se deu por Google Scholar 75%, Lilacs 6,25% e Pubmed 18,75% (Gráfico 1) sendo assim, a plataforma Google Scholar se mostrou melhor, mais eficiente em conteúdos sobre o tema desta pesquisa.

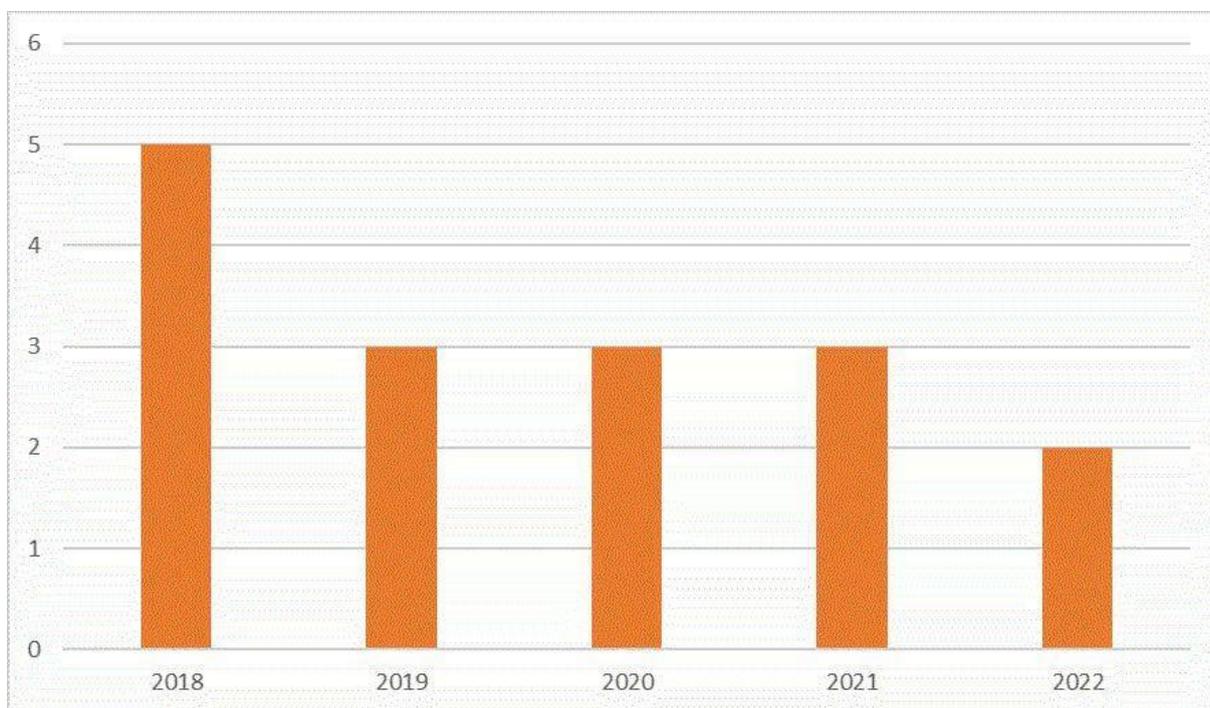
Gráfico 1 - Percentual de trabalhos encontrados por base de dados.



Fonte: Produzido pelo autor (2023)

Ainda sobre a análise dos artigos escolhidos os trabalhos foram categorizados por ano de publicação (Gráfico 2). Foi observado que 2018 foi o ano com maior número de artigos publicados totalizando 5 publicações. Já nos anos de 2019 a 2021 foram publicados 3 artigos em cada ano, sendo o ano de 2022 com menor número de publicações sobre este tema totalizando 2 artigos publicados.

Gráfico 2 - Publicações por ano que discutem sobre a qualidade da água de consumo no Brasil.



Fonte: Produzido pelo autor (2023)

A partir desses resultados, percebe-se que esse tema não é tão discutido atualmente, visto que o máximo de publicações por ano sobre este tema, num intervalo de 4 anos, foram cinco artigos, levando-se em consideração que o Brasil é um país rico em fontes de água e tem um alto índice de desigualdade social, tal informação está diretamente relacionada à qualidade de água e, assim, à qualidade de vida das pessoas.

5.1 Resumo de artigos referentes a análises microbiológica de água

Tabela 5 – Artigos de análises microbiológicas de água de consumo

Título	Autor/Ano	Objetivos	Principais resultados
Análise físico-química e microbiológica de água potável em diferentes pontos de coleta da cidade de São José do Rio Preto-SP	RODRIGUES, A. L. A.; BUENO, S. M 2019	O objetivo deste trabalho foi analisar diferentes pontos de distribuição de água na cidade de São José do Rio Preto-SP no que diz respeito às suas características microbiológicas e físico-químicas.	De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que as amostras coletadas estavam dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelas normas da portaria 2914 de 2011 tanto para análise microbiológica quanto físico-química.
Análise microbiológica da água distribuída no Município de Piripiri – PI proveniente do Açude Caldeirão e de poços artesianos	HONORATO, A. L. L. <i>et al.</i> 2020	Analisar as características microbiológicas da água consumida pela população de Piripiri, verificando a presença de <i>E. coli</i> e coliformes totais na água ingerida pelos habitantes da cidade de Piripiri e definindo meios de prevenção para possíveis patologias por consequência da ingestão de água contaminada	Observou-se que em 80% das amostras água do município de Piripiri está contaminada e consequentemente está imprópria para o consumo humano acarretado por uma possível falha no tratamento dessa água, sendo assim necessária a utilização de diferentes meios para a descontaminação da água.
Análise microbiológica da água proveniente das fontes de abastecimento utilizadas em uma instituição de ensino pública da cidade de Januária/MG, Brasil	FERREIRA, L. C.; SILVA, J. R 2018	O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade microbiológica da água proveniente das diversas fontes de abastecimento utilizadas em uma instituição de ensino pública da cidade de Januária/MG, uma vez que, excetuando-se a fonte de abastecimento público, a água das demais fontes da instituição não é submetida a análises que possam comprovar sua potabilidade.	Todas as amostras de água analisadas provenientes de poços artesianos apresentaram contaminação por bactérias do grupo coliformes totais acima dos limites legais de potabilidade determinados pela legislação brasileira, sugerindo a necessidade de práticas de monitoramento e tratamento de modo a evitar possíveis riscos à saúde dos consumidores.

<p>Análise Microbiológica da água de consumo humano em pontos públicos na cidade de João Pessoa - PB</p>	<p>SOUZA, J. A. <i>et al</i> 2018</p>	<p>O trabalho propôs avaliar a qualidade microbiológica da água para consumo direto em locais públicos da cidade de João Pessoa. Foram analisadas 5 amostras de água, sendo pesquisados nas mesmas a presença de coliformes totais e termotolerantes (origem fecal).</p>	<p>Os resultados revelaram que 80% das amostras estavam fora dos padrões microbiológicos permitidos pela legislação vigente, não atendendo, portanto, os requisitos de potabilidade para consumo humano.</p>
<p>Avaliação da qualidade da água de abastecimento humano do assentamento 10 de abril Crato (CE) e sistema integrado de saneamento rural da bacia do Salgado.</p>	<p>COSTA, M. L. <i>et al</i>. 2021</p>	<p>O estudo tem como objetivo avaliar e discorrer sobre as condições da água para consumo humano que abastece o Assentamento 10 de Abril, localizado no município de Crato – Ceará. Nessa perspectiva foi solicitado ao SISAR – BSA os laudos dos últimos três meses da água tratada e o laudo mais recente das análises físico-químicas e microbiológicas de potabilidade da água bruta</p>	<p>Pôde-se constar que a alternativa de gestão compartilhada entre comunidade e SISAR - BSA garante água tratada dentro dos padrões de potabilidade de água para consumo humano, possibilitando assim a melhoria da saúde e qualidade de vida da população abastecida.</p>
<p>Avaliação do monitoramento de qualidade de água para o abastecimento público da zona urbana do município de Forquilha - Ceará</p>	<p>RODRIGUES, G. S.; DINIZ, S. F. 2019</p>	<p>O estudo em questão teve como objetivo avaliar o monitoramento da qualidade da água ofertado à população da zona urbana do município de Forquilha-Ceará. A coleta de dados partiu de laudos técnicos laboratoriais, disponibilizados pela vigilância sanitária, no período de doze meses, janeiro de 2016 a dezembro de 2016</p>	<p>Foi observado que os valores de coliformes totais, atingiram valores insatisfatórios, o maior índice foi no bairro Alto Alegre, 83,3%; para <i>Escherichia coli</i>, as amostras analisadas foram ausentes. Com base nessa avaliação, tornam-se necessários estudos mais aprofundados a fim de conhecer de fato quais os fatores que contribuíram na variação da qualidade da água.</p>

<p>Avaliação microbiológica da água de soluções alternativas coletiva do município de Marabá - PA</p>	<p>JESUS LEAL BARROS, H. DE <i>et al.</i> 2021</p>	<p>O objetivo deste trabalho foi avaliar a Qualidades microbiológica da água de soluções alternativas coletivas (SAC), localizadas em escolas públicas dos municípios de Marabá-PA, durante as estações seca e chuvosa. As amostras de água foram coletadas em sete SAC de dois distritos de Marabá: Nova Marabá e Cidade Nova, e analisadas quanto a presença e ausência de coliformes totais e termotolerantes, através da técnica do número mais provável (NMP).</p>	<p>Os resultados para ambas as estações se mostraram insatisfatórios para o consumo em 57% dos casos. A estação chuvosa apresentou uma média de NMP maior durante o período chuvoso quando comparado com o período seco. Entretanto, não houve diferenças estaticamente significativas entre as estações.</p>
<p>Controle de qualidade da água dório do coco localizado no município de governador Freires Nunes- MA</p>	<p>CHAVES, D. C. <i>et al.</i> 2020</p>	<p>Esse trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água da balneabilidade do Rio do Coco, localizado no município de Governador Nunes Freire – MA. Amostras de água foram coletadas em 6 (seis) pontos distintos para verificação da presença de <i>coliformes totais</i> e <i>termotolerantes</i>.</p>	<p>Os resultados mostraram que o Rio do Coco se encontra inadequado para banho, bem como para consumo direto da água e para outros fins.</p>
<p>Diagnóstico de microssistema de abastecimento de água na área urbana de Santarém-PA</p>	<p>RODRIGUES, C. A. N. <i>et al.</i> 2019</p>	<p>Esse trabalho teve por objetivo realizar o diagnóstico de um microssistema de sistema de abastecimento de água da zona urbana do município de Santarém no Estado do Pará. Para isso, foi realizado visitas de campo para coletadas de amostras de água</p>	<p>O resultado de coliformes totais mostraram-se em desconformidade com o permitido pelo padrão de potabilidade, o que evidência possível contaminação pelo solo, em contrapartida, não foi diagnosticado a presença de coliformes termotolerante (<i>E.coli</i>), ao qual de acordo com os padrões de potabilidade deve ser ausente.</p>

		para realização de análises físico-químicas e microbiológicas.	
Investigação de indicativos de qualidade da água em trechos dos rios urbanos Lucaia e Jaguaribe em Salvador, Bahia, Brasil.	FONTANA, A. <i>et al.</i> 2019	O presente avaliou variáveis físico-químicas e microbiológicas em amostras de águas coletadas em rios urbanos localizados em Salvador-BA, tais como, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor, turbidez, alcalinidade, dureza, cloreto, sólidos totais dissolvidos (STD), ferro, coliformes termotolerantes.	A investigação microbiológica verificou a presença de coliformes termotolerantes em todas as amostras, com populações bacterianas acima dos limites de balneabilidade de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml de amostras estabelecidos pela legislação vigente
Ocorrência de coliformes totais, Escherichia coli e Espécies de Cronobacter em frascos de 20 L comercialmente disponíveis água potável vendida no Estado do Rio de Janeiro, Brasil	VASCONCELLOS, L. <i>et al.</i> 2019	O objetivo deste estudo foi determinar a ocorrência de <i>Cronobacter</i> , coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> em diferentes marcas de águas minerais naturais vendidas em garrafas retornáveis de 20 l no Rio de Janeiro, Brasil.	Coliformes totais e <i>E. coli</i> foram detectados em 13 (39 4%) e 2 (6 1%) dos 33 lotes analisados respectivamente, e foram considerados insatisfatórios para consumo de acordo com a legislação brasileira. Um (3 0%) lote apresentou contaminação por <i>C. malonaticu</i>
Perfis parasitológicos, microbiológicos e de resistência antimicrobiana de matérias-primas e água potável em uma cidade turística na região da tríplice fronteira da América do Sul	SCHERER, G. S. <i>et al.</i> 2020	O objetivo principal deste estudo foi avaliar a qualidade da água potável na região da tríplice fronteira do Brasil antes e depois de ser tratado em estações de tratamento de água e em Centros Municipais de Educação Infantil, em termos de aspectos parasitológicos, microbiológicos e físico-químicos.	Foi frequentemente detectada em água de consumo na tríplice fronteira de foz do iguaçu uma importante região turística, a presença de <i>P. aeruginosa</i> , seguida de <i>E. coli</i> e <i>Enterococcus sp.</i> de alta resistência a múltiplas drogas, representando uma ameaça para os visitantes e população.

<p>Qualidade da água de poços artesanais em um assentamento do município de Novo Mundo – Mato Grosso do Sul</p>	<p>GRUMICKER, M. G. <i>et al.</i> 2018</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água de poços artesanais rurais, localizados no Assentamento Pedro Ramalho, Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. Foram determinados parâmetros físico-químicos e microbiológico (NMP de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, bactérias heterotróficas e <i>Escherichia coli</i>)</p>	<p>Os demais parâmetros de qualidade da água (alumínio, cloreto, cobre, cor, cromo total, ferro, fluoreto, nitrato, nitrito, sulfato, zinco, coliformes termotolerantes, contagem de bactérias heterotróficas, sólidos dissolvidos totais, e <i>Escherichia coli</i>), analisados neste estudo atenderam aos valores limites preconizados pela Resolução CONAMA no 396 e pela Portaria no 2914/2011.</p>
<p>Qualidade da água utilizada em quiosques de praia</p>	<p>NORETE, D. N. <i>et al.</i> 2018</p>	<p>O estudo objetivou avaliar as condições higiênicas sanitárias relacionadas ao abastecimento e a qualidade microbiológica da água utilizada por quiosques de praia. Fazendo a contagem de bactérias heterotróficas e coliformes</p>	<p>Não foi detectada a presença de coliformes e <i>E. coli</i> em nenhuma das amostras analisadas. Apesar dos resultados observados terem sido satisfatórios, deve-se reforçar a necessidade do acompanhamento da qualidade da água</p>
<p>Qualidade microbiológica da água de bebedouros públicos no noroeste de São Paulo, Brasil</p>	<p>ROMUALDO DA SILVA, D. R. <i>et al.</i> 2021</p>	<p>O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica da água, de bebedouros públicos localizados no município de Araçatuba – SP. Avaliou-se a presença ou ausência de <i>Escherichia coli</i> e coliformes totais na água de consumo, Foram realizadas as coletas nos anos de 2018 e 2019.</p>	<p>Todas as amostras coletadas no ano de 2018 não apresentaram coliformes totais e <i>E. coli</i>. Porém, as amostras coletadas no ano de 2019 apresentaram coliformes em 10%. Todos os bebedouros analisados demonstraram ser inadequados em pelo menos um dos critérios qualitativos considerados.</p>

<p><i>Staphylococcus aureus</i> e resistente à meticilina <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) na água potável de fontes em parques urbanos</p>	<p>SANTOS, G. A. <i>C. et al. 2020</i></p>	<p>Este estudo avaliou a qualidade da água de bebedouros e nebulizadores em quatro parques municipais de São Paulo</p>	<p>Todas as amostras de água atenderam aos requisitos bacteriológicos dos padrões brasileiros de qualidade, não foi detectada <i>E. coli</i> e a contagem de placas heterotróficas estava abaixo do valor máximo de 500 UFC/mL como estabelecido pela legislação brasileira.</p>
--	--	--	--

5.2 Fontes de água contaminadas por Coliforme Fecais e *Escherichia coli*.

Após as análises críticas dos artigos encontrados referentes ao tema, pode-se fazer uma relação com a tabela 4 onde, embora o Brasil possua grande reserva de fontes de água, muitas dessas fontes estão impróprias para consumo.

Partindo-se do princípio de que existe real discrepância na oferta de água de consumo nas diferentes regiões do país, nas regiões agrícolas do nordeste faz-se necessária a implementação de sistemas de irrigação dado os longos períodos de estiagem (LIMA, 2020). Assim, é vital para essa população a utilização de água de açudes para suprir a demanda hídrica, porém em muitos casos, essas fontes de água não são próprias para consumo humano. Como observado no trabalho de pesquisa realizado por (Honorato et al. 2020) 80% das amostras de água utilizadas pela população de um município no estado do Piauí estavam contaminadas por *E. coli* tornando-as impróprias. Vale destacar que no trabalho foi observado que fossas sépticas desembocavam na fonte de água.

A presença de coliformes fecais é um ótimo indicador de condições insatisfatórias de higiene como pode ser observado no trabalho de Ferreira (2018) que, após análises de poços e de água provenientes do abastecimento público, na cidade de Januária-MG mostrou-se que a única fonte de água que estava dentro dos padrões de qualidade foi a água do abastecimento público, sendo esta fonte tratada pelo órgão responsável. Todas as amostras provenientes de poços estavam contaminadas, indicando que essas amostras não estavam tratadas com cloro o suficiente para sua desinfecção.

Quando se trata da qualidade da água, a população possui um alto impacto na manutenção da qualidade das fontes hídricas. Como observado por Souza (2018), diversas fontes de água da cidade de João Pessoa-PB estavam contaminadas por coliformes fecais. Ainda vale destacar a presença de coliformes termos resistentes, que podem ser danosos para populações suscetíveis como idosos, crianças e imunossuprimidos. O autor ainda destaca que a falta de manutenção dos bebedouros constitui um sério problema uma vez que essas fontes de água estão disponíveis para uma grande parcela da população.

Fatores como os que foram discutidos, como manutenção de fontes de água e manutenção nos padrões de qualidade na distribuição podem ser observados em

outros trabalhos, como foi exposto por Rodrigues (2019), Chaves (2020) e Jesus (2021). Rodrigues expõe que foram encontrados coliformes totais em fontes de área urbana da cidade de Forquilha-CE, segundo o autor a água disponibilizada de um sistema de tratamento de água não possuía processos de tratamento correto, com a oferta de água para a população da cidade contendo níveis acima do estabelecido para esses microrganismos.

Em Chaves (2020) é exposto que o crescimento desordenado da população de Governador Freires Nunes - MA , a falta de conscientização dos moradores próximos ao rio e falta de fiscalização de órgãos responsáveis foram a causa de maior impacto para que a fonte de água disponível daquela região fosse considerada imprópria para consumo e banho, segundo análise do autor. Outro trabalho que estudou a qualidade de águas de rios urbanos foi Fontana (2019) onde ele analisou os rios Lucaia e Jaguaribe em Salvador- BA em períodos chuvosos e de estiagem e percebeu que, em ambas as condições climáticas, os valores das análises microbiológicas compatíveis com potabilidade não foram atingidos, sendo maiores que o permitido. O autor destaca que os níveis de coliformes estavam acima do permitido em todos os pontos de coleta além de constatada a presença de *E. coli* termotolerante e confirmando desta forma que desembocava esgoto não tratado oriundo de residências próximas ao rio, visto que esses patógenos são provenientes de trato gastrointestinal de animais de sangue quente.

Contudo, na perspectiva do trabalho de Jesus e colaboradores (2021), observamos que soluções alternativas de coleta (SAC) representam um perigo ainda maior, pois segundo os resultados da pesquisa, a população da cidade de Marabá-PA não tem acesso a uma rede de distribuição de água tratada, e que 57% das amostras coletadas de fontes de água oriundas de chafariz público, carros pipa e poços artesianos não apresentavam valores seguros de potabilidade. SAC podem favorecer a presença de coliformes não oriundos de contaminação humana.

Neste contexto, Rodrigues e colaboradores (2019) observaram que em um microsistema de distribuição de água, onde a água era coletada de um poço profundo, tinha comprovada presença de coliformes totais, sugerindo que o próprio solo estava previamente contaminado.

A via oral é um meio de infecção inicial para muitos microorganismos, principalmente parasitas. Scherer *et al.* (2022) demonstra o impacto da qualidade da água da cidade de Foz do Iguaçu. Em seu trabalho os autores demonstram que uma

fonte de água estava contaminada por cistos *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium* sp. Esses protozoários possuem uma alta tolerância a tratamentos por cloro como observado na Tabela 2, corroborando os achados dos autores onde foi possível encontrar cistos na água já tratada. Ainda foram encontradas cepas multirresistentes a medicamentos de *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* e *Enterococcus spp.* Scherer e colaboradores (2020) expõem os perigos da falta de vigilância no tratamento uma vez que essa água era distribuída para centros infantis, uma população extremamente vulnerável à infecções gastrointestinais. Ainda foi exposto que a cidade possuía como fator de risco o título de cidade turística, chamando para o fato de que uma falta na atenção sobre o tratamento de água poderia ocasionar em uma disseminação de doenças causadas por patógenos multirresistentes

Vasconcellos e autores (2019) analisaram vários lotes de água mineral para consumo doméstico na cidade do Rio de Janeiro. Os autores identificaram a presença de *Cronobacter amalonaticus* em um lote de botijão de água. O trabalho reforça os perigos da presença desse patógeno na água de consumo, dado seu perfil de bactéria oportunista e assim sendo muito perigosa para populações de imunossuprimidos, crianças e idosos, pois ela tem um quadro clínico principal que são a bacteremia, septicemia e a meningite com sequelas neurológicas. Ainda vale destacar que também foram encontrados lotes contendo coliformes e que algumas amostras dentro do próprio lote continham valores diferentes, muitas vezes acima do próprio lote. Os referidos autores exemplificam que o problema provavelmente esteja no momento de envase da água, já que fontes de água mineral não costumam apresentar valores elevados desses microrganismos.

5.3 Fontes de águas em conformidade com a legislação

Quando cumprido os requisitos propostos pelas legislações sanitárias vigentes, não foram observadas irregularidades quanto à possibilidade de consumo humano. Neste sentido, Costa *et al* 2021 exemplificam bem tal cenário. Estes pesquisadores analisaram que a criação de um órgão (SISAR) específico para tratamento, monitoramento e distribuição de água em zona rural, na cidade do Crato (CE), que em conjunto com o sistema estadual de distribuição de água trouxe uma melhor qualidade de água para a população. Embora a fonte de prospecção fosse um poço subterrâneo, fontes alternativas de água que podem sofrer contaminações por bactérias

heterotróficas, a análise dos boletins microbiológicos realizada pelos os autores confirmaram que os padrões de conformidade estavam satisfatórios. Os autores ainda sugerem que os bons resultados obtidos nesse projeto se deram pelo fato de que a gestão do SISAR se preocupou em aumentar o quadro de funcionários para realizar as coletas de água para as análises mensalmente e também fazer a manutenção correta dos reservatórios como colocar pastilhas de cloro para a desinfecção e assim cumprir o esperado pela legislação.

Norete *et al.* 2018 avaliaram a água de consumo de quiosques das praias na cidade de Vila Velha- ES. Em 70% dos quiosques utilizavam água tratada do abastecimento público e todos realizavam lavagens das caixas d ' água. 30% dos quiosques utilizavam água subterrânea. Foram encontrado coliformes dentro do padrão estabelecido, no entanto 3 quiosques deram positivos para bactérias heterotróficas (do solo). os autores comentam que é necessário realizar maiores investigações dos quiosques uma vez que nem todos quiseram participar da pesquisa podendo talvez não estarem com as regularidades sanitárias em dias.

Já Silva *et al* 2021 analisou bebedouros públicos da cidade de Araçatuba - SP eles pesquisaram o perfil microbiológico da água disponível pelos bebedouros avaliando a presença e ausência de *E. coli* e coliformes totais. As amostras foram coletadas no período de 2018 e 2019 onde se observou que todas as amostras do ano de 2018 não foram detectadas patógenos, porém no ano de 2019 apresentaram a presença de coliformes maior que o aceitável em 10% das amostras. Os autores sugeriram que a mudança se deu ao fato que os bebedouros não passaram nos testes qualitativos de estrutura física dos bebedouros e talvez a falta dessa manutenção tenha contribuído.

Santos *et al* 2020 analisou fontes de água de bebedouros de parques públicos municipais de São Paulo. Foi observado que as fontes estavam dentro do preconizado pela legislação tanto coliformes, quanto *E coli*. No entanto os autores constataram que uma porcentagem de 36,7% das amostras estava contaminada por *Staphylococcus aureus* que é uma bactéria oportunista causadora de doenças como meningite, seps e infecções do trato urinário e além da presença dessa bactérias algumas cepas ainda possuíam genes de resistência. Eles atribuem que essa contaminação se deu por que o cloro residual necessário para manter a água limpa estava abaixo da legislação

vigente que é de 0,5 mg/L.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão vigente mostrou que o Brasil é um país com enorme capacidade hídrica, e que se beneficia desses recursos abundantes porém a obtenção e consumo desse recurso é que representa em muitas situações desafios e problemas para a população. Os resultados reforçam que apesar de algumas fontes de água de consumo estarem dentro da legislação, houve outras fontes de consumo de uso essencial para população que não cumpriram com o regulamento e assim se mostrou a necessidade de garantir o cumprimento da legislação de potabilidade da água, garantindo seu abastecimento seguro, evitando possíveis surtos de base hídrica e impactos negativos na saúde pública como infecções gastrointestinais.

Apesar de ser um país com grandes reservas de água doce, o Brasil enfrenta desafios relacionados à gestão e distribuição da água. Grande parte das reservas hídricas estão concentradas na região Norte do país, enquanto as regiões mais populosas, como Sudeste e Nordeste, sofrem com a escassez e a má qualidade da água. Além disso, as mudanças climáticas e a exploração desordenada dos recursos naturais têm impactado negativamente a disponibilidade e a qualidade da água. O desmatamento, a urbanização desordenada e a poluição são fatores que contribuem para a degradação da qualidade da água.

Diante desse cenário, é fundamental investir em tecnologias de tratamento de água, monitoramento da qualidade da água e gestão sustentável dos recursos hídricos e dos órgãos responsáveis por monitoramento de qualidade para garantir à população o cumprimento do regulamento. A conscientização da comunidade também é essencial para a preservação da água e a adoção de práticas sustentáveis de consumo e descarte de resíduos.

REFERÊNCIAS

Barçante, J. M. de P. *et al.* Ocorrência de doenças veiculadas por água contaminada: um problema sanitário e ambiental. *Ambiente & Educação*, 19(2), 6–17, 2016.

BRASIL. **Esquistossomose**. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/e/esquistossomose>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde **PORTARIA GM/MS Nº 888**, DE 4 DE MAIO DE 2021.

CADORE, J. S.; TOCHETTO, M. **Recursos Hídricos: Panorama Geral do Setor e Perspectivas ao Atendimento da Agenda 2030**. Zenodo, 2021.

CANTELE, T. D.; LIMA, E. De C.; BORGES, L. A. C. PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO E NO BRASIL. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 2018. v. 11, n. 4, p.

Câmara Neto, H. F. D. A tragédia da hemodiálise 12 anos depois: poderia ela ser evitada? Tese de doutorado, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, 2011.

CHAVES, D. C. *et al.* CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DO COCO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE GOVERNADOR NUNES FREIRE – MA. **A Educação Ambiental em uma Perspectiva Interdisciplinar**. [S.l.]: Editora Científica Digital, 2020, p.

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário oficial da União, n. 53, 2005.

CORREIA, A.; BARROS, E.; SILVA, J.; RAMALHO, J. **Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento**. VIII ERMAC, 8 Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

COSTA, M. L. *et al.* AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO HUMANO DO ASSENTAMENTO 10 DE ABRIL, CRATO (CE) E

SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL DA BACIA DO SALGADO. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*. v. 10, n. 3, p. 317 2021

Drinking-water. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

FONTANA, A. *et al.* Investigação de indicativos de qualidade da água em trechos dos rios urbanos Lucaia e Jaguaribe em Salvador, Bahia, Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 2019. v. 16, n. 1, p. 8–8. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21168/reg.v16e8>>.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

GREGHI, S.Q. Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para detecção de coliforme totais e coliforme fecais em amostras de água, em comparação com a técnica de fermentação em tubos múltiplos. 2005. p. 83 f. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/88350>>. Acesso em: 05 abr. 2023.

GRUMICKER, M. G. *et al.* QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS EM UM ASSENTAMENTO DO MUNICÍPIO DE MUNDO NOVO, MATO GROSSO DO SUL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 2018. v. 7, n. 1, p. 807. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018807-821>>.

HIRATA, R.; VIVIANI-LIMA, J. B.; HIRATA, H. A água como recurso. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de; TAIOLI, F. *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, P. 448 – 485, 2009.

HONORATO, A. L. L. *et al.* Análise microbiológica da água distribuída no Município de Piripiri – PI proveniente do Açude Caldeirão e de poços artesianos. **Research, Society and Development**, 2020. v. 9, n. 8, p.

JESUS, L. H. de *et al.* Avaliação Microbiológica Da Água De Soluções Alternativas Coletiva Do Município De Marabá-Pa. **Revista Saúde e Meio Ambiente**. v. 12, n. 1, p.

KITAMORI, K., Manders, T., Dellink, R., & Tabeau, A. A. (2012). **OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction**. OECD, 2012.

KUMMERER, K. *et al.* Reducing aquatic micropollutants– Increasing the focus on input prevention and integrated emission management. **Science of the Total Environment**, 652, 836-850 2019.

LIMA, B. R. De *et al.* Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. v. 7, n. 16, p. 679–689, 2020.

NETTO, J. P. da S. PANORAMA DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 11(2), 241–258, 2022.

NORETE, D. N.; CORREIA, Q. B.; JOSÉ, J. F. B. S. Qualidade da água utilizada em quiosques de praia. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 2018. v. 13, n. 2, p. 1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambiente.2003>>.

OMS. **Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2022.

PARÁ. **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 2**. [S.l.]: Atena Editora, p. 134–141, 2019.

RAY, B.; BHUNIA, A. **Fundamental Food Microbiology**. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 1996.

RODRIGUES, A. L. A; BUENO, S. M. Análise Físico-Química E Microbiológica De Água Potável Em Diferentes Pontos De Coleta Da Cidade De São José Do Rio Preto-Sp. **Revista Científica UNILAGO**, 2019

RODRIGUES, C. A. N. *et al.* **Diagnóstico De Microssistema De Abastecimento De Água Na Área Urbana De Santarém – Pará**, 2019

RODRIGUES, G. S.; DINIZ, S. F. Avaliação Do Monitoramento E Qualidade Da Água

Para O Abastecimento Público Da Zona Urbana Do Município De Forquilha-Ceará. **Revista Equador**, v. 8, n. 3, p. 279–294, 2019.

ROMUALDO DA SILVA, D. R. *et al.* Microbiological quality of water from public drinking fountains in northwestern São Paulo, Brazil. **Journal of Health & Biological Sciences**, 2021. v. 9, n. 1, p. 1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v9i1.4132.p1-7.2021>>.

SANITY CONSULTORIA. **O surto de cólera de 1854 e as bases da epidemiologia moderna.** 2020. Disponível em: <<https://sanityconsultoria.com/osurto-de-colera-de-1854-e-as-bases-da-epidemiologiamoderna/>>. Acesso em: 18 de abril de 2023.

SANTOS, G. A. C. *et al.* Staphylococcus aureus and methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) in drinking water fountains in urban parks. **Journal of water and health**, 2020. v. 18, n. 5, p. 654–664. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2166/wh.2020.042>>.

SCHERER, G. S. *et al.* Parasitological, microbiological, and antimicrobial resistance profiles of raw and drinking water in a tourist city in the tri-border region of South America. **Journal of water and health**, 2022. v. 20, n. 2, p. 385–395. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2166/wh.2022.256>>.

SES/SP. **Surtos De Doenças Transmitidas Por Água E Alimentos -Perguntas E Respostas E Dados Estatísticos 2009.** Disponível em: <https://saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009surto_dta_pergunta_resposta.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2023.

SILVA, M. C. DA. **Avaliação Da Qualidade Microbiológica De Alimentos Com A Utilização De Metodologias Convencionais E Do Sistema Simplate.** Usp.br, [s.d.], 2002. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-29102002-161542/publico/maria.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SILVA, N. Novos métodos de análise microbiológica de alimentos. **Coletânea do ITAL**, v25, n. 1, p. 1-13, jan-jun. 1996.

SILVA, N.; SILVEIRA, N. F. A.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CATANÚSIO NETO, R. Manual de métodos de análise microbiológica da água. Campinas: **ITAL/ Núcleo de Microbiologia, (Manual Técnico)**, 99P. 2000.

SOUZA, J. A. *et al.* **Análise Microbiológica De Água Para Consumo Humano Em Pontos Públicos Na Cidade De João Pessoa – PB.** [S.l.]: Galoa, 2018.

SOUZA, M. T. *et al.* Integrative review: what is it? How to do it? **Einstein (Sao Paulo, Brazil)**, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010.

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**, 2019. v. 69, n. 6, p. 431–437.

ZOBY, J. L. G. **Panorama Da Qualidade Das Águas Subterrâneas No Brasil.** Águas Subterrâneas, 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>. Acesso em: 10 abr. 2023.