



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Ciências da Saúde - FS
Departamento de Farmácia - FAR

*Avaliação da qualidade microbiológica de amostras de água mineral
comercializadas no Distrito Federal e Entorno.*

Brasília - DF

2025

*Avaliação da qualidade microbiológica de amostras de água mineral
comercializadas no Distrito Federal e Entorno.*

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências da
Saúde da Universidade de Brasília, como
parte das exigências para obtenção do
título de Farmacêutico.**

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Valero da Silva

Brasília - DF

2025

Luís Eduardo da Silva Andrade

*Avaliação da qualidade microbiológica de amostras de água mineral
comercializadas no Distrito Federal e Entorno.*

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mônica Valero da Silva
Universidade de Brasília – UnB

Profa. Dra. Fabiana Brandão Alves Silva
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Elton Clementino da Silva
Universidade de Brasília - UnB

Brasília - DF

2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me concedeu força, sabedoria e perseverança para enfrentar e vencer cada etapa da graduação, foram pouco mais de 6 anos enfrentando os obstáculos diários, greves e pandemia. Agradeço à minha família: Elizangela da Silva, Luis Carlos Andrade e Samuel Alexandre, pelo amor, apoio e incentivo constante, que foram fundamentais para minha caminhada. Agradeço aos meus amigos: Ana Rogéria Freitas, Juliana Maria, Larissa Oliveira, Letícia Rodrigues, Matheus Sevilha, Marcos Paulo e Midiã Santos, pela compreensão, palavras de incentivo e momentos de descontração que me deram equilíbrio durante esse processo. Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha formação, e todos aqueles que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente. E, por fim, à minha orientadora, prof Dr. Mônica Valero da Silva, pela paciência, dedicação e orientações preciosas que contribuíram decisivamente para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

A vida no planeta Terra depende fundamentalmente da água para sua continuidade. Todos os seres vivos necessitam desse recurso finito para sobreviver. Embora a maior parte da superfície terrestre seja coberta por água, apenas cerca de 2,5% desse volume é considerado potável, e, desse total, apenas aproximadamente 1% está em locais de fácil acesso para extração e consumo humano. No presente trabalho, avaliaram-se os rótulos das amostras e a qualidade microbiológica de amostras de água mineral, com foco na presença de coliformes totais e fecais. Para isso, foram empregados o método do Número Mais Provável (NMP) e a contagem em placa por espalhamento em superfície, além da análise dos rótulos das embalagens seguindo legislações específicas. Os resultados indicaram contaminação, porém com características morfológicas majoritariamente de bactérias não fermentadoras de lactose. Testes bioquímicos adicionais podem ser utilizados para uma identificação precisa das espécies bacterianas, porém os mesmos não foram realizados neste estudo. Concluiu-se que é de suma importância uma fiscalização mais atuante pelos órgãos competentes dos fabricantes de água mineral, havendo um rigor quanto às condições de coleta, envase e armazenamento, para que as boas práticas de fabricação sejam obedecidas, pois só assim a qualidade do produto será mantida em todas as fases de fabricação.

Palavras chaves: Qualidade da água; contaminação microbiológica; coliformes totais e fecais.

ABSTRACT

Life on planet Earth fundamentally depends on water for its continuity. All living beings require this finite resource to survive. Although most of the Earth's surface is covered by water, only about 2.5% of this volume is considered potable, and of that total, approximately only 1% is located in easily accessible places for extraction and human consumption. This study evaluated the labels of samples and the microbiological quality of mineral water samples, focusing on the presence of total and fecal coliforms. For this purpose, the Most Probable Number (MPN) method and surface spread plate counting were employed, in addition to the analysis of packaging labels following specific regulations. The results indicated contamination, but with morphological characteristics predominantly of non-lactose fermenting bacteria. Additional biochemical tests can be used to accurately identify bacterial species, but they were not performed in this study. It is concluded that more active oversight by the competent authorities of mineral water manufacturers is crucial, with stricter collection, bottling, and storage conditions to ensure compliance with good manufacturing practices. This is the only way to maintain product quality throughout all stages of production.

Keywords: Water quality; microbiological contamination; total and fecal coliforms.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadros:

Quadro 1 - Análise dos rótulos (Identificação e Características Físico-Químicas).

Quadro 2 - Análise dos rótulos (Composição química).

Quadro 3 - Resultado da prova presuntiva do fabricante A

Quadro 4 - Resultado da prova presuntiva do fabricante B

Quadro 5 - Resultado da prova presuntiva do fabricante C

Quadro 6 - Resultado da prova confirmatória do fabricante A

Quadro 7 - Resultado da prova confirmatória do fabricante B

Quadro 8 - Resultado da prova confirmatória do fabricante C

Quadro 9 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante A - NMP

Quadro 10 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante C - NMP

Quadro 11 - Resultado médio da contagem das amostras do fabricante A

Quadro 12 - Resultado médio da contagem das amostras do fabricante B

Quadro 13 - Resultado médio da contagem das amostras do fabricante C

Quadro 14 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante A no teste de contagem por espalhamento em superfície

Quadro 15 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante B no teste de contagem por espalhamento em superfície

Quadro 16 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante C no teste de contagem por espalhamento em superfície

Fluxogramas:

Fluxograma 1 - Técnica do número mais provável (NMP)

Fluxograma 2 - Técnica Contagem por espalhamento em superfície

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Ponto de obtenção de cada amostra.
- Figura 2 - Placas com ágar MacConkey da Amostra A
- Figura 3 - Placas com ágar MacConkey da Amostra C
- Figura 4 - Placas de *Trypticasein Soy Agar (TSA)* e *Sabouraud Dextrose Agar (SDA)* com crescimento microbiano da amostra A
- Figura 5 - Placas de *Trypticasein Soy Agar (TSA)* com crescimento microbiano da amostra B
- Figura 6 - Placas de *Trypticasein Soy Agar (TSA)* e *Sabouraud Dextrose Agar (SDA)* com crescimento microbiano da amostra C
- Figura 7 - Placas com ágar MacConkey da amostra A
- Figura 8 - Placas com ágar MacConkey da amostra B
- Figura 9 - Placas com ágar MacConkey da amostra C

LISTA DE SIGLAS

- ANM - Agência Nacional de Mineração
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ND - Não detectado.
- NMP - Número mais provável.
- ONU - Organização das Nações Unidas.
- OMS - Organização Mundial da Saúde.
- SDA - *Sabouraud Dextrose Agar*.
- TSB - *Trypticasein Soy Broth*.
- TSA - *Trypticasein Soy Agar*.
- UFC - Unidade Formadora de Colônia

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Objetivos	12
3. Revisão Bibliográfica	12
3.1. Água para consumo humano.....	12
3.2. Microbiota da água	13
3.3. Impactos na saúde pública	14
3.4. Fontes de contaminação.....	14
3.5. Panorama nacional	15
4. Materiais e Métodos	15
4.1. Obtenção das amostras.....	16
4.2. Materiais	17
4.2.1. Técnica NMP.....	17
4.2.2. Técnica contagem em placa	17
4.3. Experimento.....	18
4.3.1. Técnica NMP.....	18
4.3.2. Técnica Contagem em placa.....	19
5. Resultados e Discussão.....	20
5.1. Análise dos rótulos	20
5.2. Técnica NMP.....	23
5.3. Técnica Contagem em placa.....	29
6. Considerações Finais	39
7. Conclusão	40
8. Referências Bibliográficas	41

1. Introdução

A água é um bem natural extremamente importante para todas as criaturas do planeta, sendo necessária para diversos processos internos e externos de cada indivíduo. É um líquido límpido, inodoro e insípido, sendo um excelente solvente para muitas substâncias, sua fórmula química é o óxido de hidrogênio (H_2O) (Dicionário Mcgraw-hill De Termos Científicos E Técnicos (1999), e pode ser encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso, dependendo do ambiente.

A superfície terrestre é composta majoritariamente por água, e chamamos essa parte, e toda água do planeta de hidrosfera, que é composta por geleiras, calotas polares, oceanos, mares, lagos, rios, águas subterrâneas e vapor d'água, ou seja, toda a água do planeta. A hidrosfera tem um papel muito importante junto com o ciclo da água para preservar o equilíbrio ambiental, controlar as condições climáticas e garantir a manutenção da vida².

Uma classificação fundamental da água está relacionada à sua salinidade. A água salgada, que corresponde a aproximadamente 97,5% de toda a água do planeta, é proveniente principalmente dos oceanos e mares, contendo alta concentração de sais, especialmente cloreto de sódio, o que a torna inadequada para o consumo humano direto e para a irrigação agrícola. Por outro lado, os 2,5% restantes correspondem à água doce, que é a mais utilizada pelo ser humano. No entanto, grande parte dessa água doce não está facilmente acessível: cerca de 69% estão armazenadas em geleiras e calotas polares, enquanto aproximadamente 30% encontram-se em aquíferos subterrâneos. Apenas cerca de 1% da água doce está disponível em rios e lagos, fontes essenciais para o abastecimento humano e outras atividades³.

A água para o consumo humano é conhecida como água potável⁴, é a água que sai da torneira, que além de consumir, utilizamos nas tarefas do dia a dia, nas indústrias, nas plantações, entre outros lugares. Pelo fato de ser bem utilizada, a rede de abastecimento deve ter um enorme cuidado com os problemas de contaminações, e atender a maior quantidade de pessoas possíveis. Essa questão é tão importante que em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas reconheceu de forma explícita o direito humano ao acesso à água potável. Esse direito garante a todas as pessoas o acesso constante a quantidades adequadas de água segura, de qualidade aceitável, fisicamente acessível e a um custo acessível, para uso pessoal e doméstico⁵. E que hoje em dia continua sendo um assunto importante, sendo o nº 6 dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU⁶.

Além da água potável distribuída através de rede de abastecimento, existe a água mineral, que é aquela captada de fontes com composição química ou propriedades diferentes das águas comuns, com características que confirmam uma ação medicamentosa⁷. Geralmente, é envasada e distribuída para ser comercializada, é uma ótima alternativa para saciar a sede, e quando não se confia na qualidade da água distribuída pela rede de abastecimento. Com o passar dos tempos, a água mineral foi ficando cada vez mais popular e atualmente é bem utilizada.

Mas um ponto comum entre todos os tipos de água potável é a necessidade de medidas rigorosas para evitar contaminações, especialmente a contaminação microbiológica, que ocorre quando microrganismos como bactérias, vírus e protozoários indesejados estão presentes na água, aumentando o risco de doenças. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a contaminação da água e as condições precárias de saneamento são fatores determinantes na transmissão de diversas doenças, incluindo cólera, disenteria, hepatite A, febre tifoide, poliomielite e outras enfermidades diarreicas⁸. Estima-se que aproximadamente um milhão de pessoas morram anualmente em decorrência de doenças diarreicas adquiridas por meio do consumo de água contaminada, saneamento inadequado ou práticas deficientes de higiene das mãos⁸.

A preocupação com a qualidade da água potável, assim como com a água mineral, é algo extremamente relevante, pois a mesma tem que seguir as exigências de qualidade microbiológica e

físico-química para consumo humano. Qualquer alteração indevida na qualidade da água para consumo humano pode causar danos consideráveis à saúde do consumidor⁹

2. Objetivos

- Avaliar a presença de coliformes totais e coliformes fecais na água.
- Verificar se os resultados estão dentro do limite da legislação brasileira.
- Avaliar as informações presentes nos rótulos das amostras.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Água para consumo humano

A água é essencial para a vida, e sua parte destinada ao consumo humano é a água potável¹⁰, definida como água que atenda ao padrão de potabilidade e não apresente risco à saúde¹¹. Para que não apresente riscos, são realizados uma série de tratamentos, com processos físicos e químicos, buscando atender aos critérios previstos na legislação brasileira, como o Decreto-Lei nº 7.841/1945, que trata sobre o código de água mineral, e dispõe de outras informações sobre a necessidade de análises bacteriológicas, e a Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990, que trata das normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, a serem observadas em todo o território nacional. Os responsáveis pela qualidade da água destinada aos cidadãos são a União, o Estado, o município e a rede de abastecimento¹¹, além de que devem buscar garantir um acesso universal.

Existem diferentes tipos de água potável além da fornecida por sistemas públicos ou captada de poços artesianos, sendo as águas envasadas uma alternativa importante, especialmente em locais com acesso limitado à água tratada. Essas águas industrializadas e comercializadas seguem a Instrução Normativa - IN Nº 161, DE 1º de Julho de 2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos e representam uma solução viável, embora não eliminem completamente o risco de contaminação microbiológica, pois podem ser suscetíveis à presença de microrganismos¹⁰. Os tipos são: água mineral natural, água natural, água adicionada de sais e água do mar dessalinizada potável¹².

A água adicionada de sais, é para consumo humano, preparada e envasada, contendo no mínimo 30 mg/L de sais de grau alimentício. Os sais liberados para tal fim são diversos, mas são regulados através da RDC nº 717, de 01/07/2022, que dispõe sobre os requisitos sanitários das águas envasadas e do gelo para consumo humano. Além disso, existe um limite máximo aceitável de sais, que são: 250 mg/L de cálcio; 65 mg/L de magnésio; 500 mg/L de potássio; 600 mg/L de sódio, e nenhum contaminante químico, biológico ou outro composto que apresente risco à saúde do consumidor¹².

Água do mar dessalinizada potável é uma água de origem marinha produzida em sistema de dessalinização que tenha um Plano de Segurança da Água, seguindo as diretrizes e recomendações estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), estabelecidas no *Safe Drinking-water from Desalination* (2011). Seu limite máximo de sais é: 2,4 mg/L de boro; 0,4 mg/L de manganês; 250 mg/L de cálcio; 65 mg/L de magnésio; 500 mg/L de potássio; 600 mg/L de sódio; 1,0 mg/L de microcistinas¹².

Água natural e água mineral natural, são bem parecidas, ambas são obtidas diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, caracterizadas pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes considerando as flutuações naturais, a diferença entre as duas é que a água natural possui esses constituintes em níveis inferiores quando comparada à água mineral natural¹².

3.2. Microbiota da água

A microbiologia tem assumido um papel cada vez mais relevante na sociedade. Eles desempenham funções essenciais para a vida e estão presentes em diversos ambientes¹³. Devido à enorme diversidade e variedade desses organismos, cresce também a probabilidade de que alguns deles sejam capazes de causar doenças.

Os microrganismos patogênicos mais comuns de contaminar a água incluem vírus, bactérias, protozoários e helmintos¹⁴. A água potável deve ser isenta de qualquer contaminante que possa trazer risco à saúde. Atualmente, a legislação brasileira define um grupo de bactérias indesejáveis para a água potável, que deve estar ausente, ou em quantidades mínimas.

As definições dos padrões de microrganismos que não deveriam estar presentes na água potável começaram a ser desenvolvidas aproximadamente no ano de 1820, quando doenças como febre tifoide, cólera e disenteria passaram a se tornar mais prevalentes na população¹⁰.

A microbiologia da água pode variar de acordo com a sua fonte¹⁰, mas coliformes fecais como *Escherichia coli*, e outras bactérias pertencentes do grupo coliformes, formado pelas bactérias da família Enterobacteriaceae, com habitat no trato intestinal de humanos ou animais, como *Enterobacter*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Salmonella*¹⁵ e demais bactérias não pertencentes ao grupo coliforme, como *Enterococos*; *Pseudomonas aeruginosa* e *Clostrídios*; não podem estar presentes, assim como descrito na Resolução - RDC Nº 724, de 1º de julho de 2022, juntamente com a Instrução Normativa - IN Nº 161, DE 1º de Julho de 2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos e dispõe sobre amostras de água potável envasada^{16,17}.

Coliformes totais são bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β - galactosidase¹⁴.

Escherichia coli, coliforme fecal ou termotolerante, é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos¹⁴.

Enterococos, como indica seu nome, são bactérias entéricas, frequentemente isoladas de fezes humanas e de diversos animais. São cocos Gram-positivos que se organizam em pares ou em cadeias curtas. São bactérias facultativamente anaeróbias, capazes de crescer tanto na presença quanto na ausência de oxigênio, adaptando-se a uma ampla faixa de temperaturas, entre 10°C e 45°C , e pH variando de 4,6 a 9,9. Além disso, toleram altas concentrações de cloreto de sódio (NaCl) e sais biliares. Esses microrganismos possuem resistência intrínseca a diversos antibióticos comumente utilizados e podem adquirir genes adicionais de resistência, o que os torna relevantes no contexto clínico¹⁸.

Pseudomonas aeruginosa é um bastonete Gram-negativo, geralmente móvel, com células retas ou ligeiramente curvadas, frequentemente dispostas em pares. Essa bactéria está amplamente distribuída no ambiente, sendo encontrada no solo, em matéria orgânica em decomposição, na vegetação e na água. No ambiente hospitalar, *P. aeruginosa* é um contaminante comum, colonizando reservatórios úmidos como alimentos, arranjos florais, pias, banheiros, equipamentos de limpeza, aparelhos de fisioterapia respiratória, máquinas de diálise e até mesmo soluções desinfetantes. A espécie apresenta resistência intrínseca a diversos antibióticos e possui a capacidade de adquirir resistência adicional por meio da transferência horizontal de genes e mutações, o que dificulta seu controle e tratamento clínico.¹⁸

O gênero *Clostridium* é constituído por um grupo heterogêneo de bacilos Gram-positivos, grandes, anaeróbios estritos e formadores de esporos. Esses bacilos apresentam morfologia característica, com colônias distintas e crescimento rápido. São ubíquos, encontrando-se amplamente

distribuídos no solo, na água contaminada e no trato intestinal de seres humanos e diversos animais. Além disso, espécies do gênero *Clostridium* são conhecidas pela produção de diversas toxinas potentes, que podem causar doenças graves em humanos e animais¹⁸.

3.3. Impactos na saúde pública

A contaminação da água continua sendo um dos maiores desafios da saúde pública global. Em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas reconheceu oficialmente o acesso à água potável e ao saneamento como direitos humanos fundamentais, assegurando que todas as pessoas têm direito a quantidades suficientes de água segura e de qualidade adequada para uso pessoal. No entanto, apesar desse importante marco, a realidade ainda é preocupante: em 2021, mais de 2 bilhões de pessoas viviam em países afetados pela escassez hídrica, e, em 2022, pelo menos 1,7 bilhão de indivíduos consumiram água proveniente de fontes contaminadas por fezes, expondo-se a riscos significativos de doenças transmitidas pela água⁸.

A contaminação da água por fezes representa um dos maiores riscos à saúde pública, pois está diretamente associada à transmissão de diversas doenças graves, como cólera, outras infecções diarreicas, disenteria, hepatite A, febre tifoide e poliomielite. As doenças diarreicas figuram como a terceira principal causa de morte em crianças entre 1 e 59 meses de idade, sendo responsáveis por quase meio milhão de óbitos anuais em todo o mundo. Esses casos são consequência direta do consumo de água contaminada, da insuficiência no saneamento básico e da falta de práticas adequadas de higiene, como a lavagem correta das mãos. A gestão inadequada de águas residuais urbanas, industriais e agrícolas faz com que centenas de milhões de pessoas consumam água contaminada por agentes biológicos e químicos^{8,19}.

A diarreia é um sintoma comum de infecção no trato gastrointestinal, causada por uma ampla variedade de agentes bacterianos, virais e parasitários. A transmissão dessas infecções ocorre principalmente por meio do consumo de alimentos ou água contaminados, bem como pelo contato direto entre pessoas, especialmente em situações de higiene inadequada. Uma ameaça grave das doenças diarreicas é a desidratação, pois durante um episódio de diarreia ocorre a perda significativa de água e eletrólitos essenciais, como sódio, cloreto, potássio e bicarbonato, o que pode levar a complicações severas, especialmente em crianças e idosos. Medidas preventivas eficazes, como o acesso universal à água potável, a melhoria do saneamento básico e a prática regular da lavagem das mãos com sabão, são essenciais para reduzir significativamente o risco de doenças diarreicas e seus impactos na saúde pública¹⁹.

3.4. Fontes de contaminação

A contaminação da água resulta de diversas fontes naturais e, principalmente, de atividades humanas que impactam negativamente a qualidade dos recursos hídricos.

Uma atividade humana que pode causar impactos ambientais significativos é o uso intensivo de agrotóxicos por grandes produtores agrícolas, pois os resíduos desses produtos podem se acumular no solo e infiltrar-se, contaminando as águas subterrâneas. Embora alguns estudos indiquem que a concentração desses compostos não ultrapasse os limites estabelecidos pela legislação brasileira, comparações com normas europeias revelam níveis preocupantes de contaminação. Além disso, certos agrotóxicos possuem alto potencial de mobilidade na água, o que amplia o risco de dispersão e contaminação de áreas adjacentes, representando uma ameaça ainda maior à qualidade dos recursos hídricos.^{20,21}

Outra possível fonte de contaminação são os excrementos (fezes e urina) de mamíferos e aves que estão disseminados por todo o planeta Terra e frequentemente contaminam a água utilizada para banho e recreação, para tratamento e distribuição para consumo humano e para irrigação de plantações²².

As indústrias são importantes fontes de poluição hídrica, representando um grave risco ambiental e à saúde pública. A contaminação da água por atividades industriais ocorre pelo despejo de diversos poluentes químicos tóxicos, como metais pesados, solventes, compostos orgânicos e resíduos com alta carga orgânica, frequentemente lançados nos corpos d'água sem tratamento adequado. A influência dessas indústrias no ambiente varia conforme o tipo de atividade, os produtos fabricados e os métodos de descarte adotados, podendo causar impactos significativos, especialmente na qualidade da água subterrânea²³.

A mineração é uma atividade econômica essencial, porém gera impactos ambientais significativos, especialmente na contaminação dos recursos hídricos. A poluição da água ocorre principalmente pelo descarte inadequado de rejeitos contendo metais pesados, produtos químicos tóxicos e sedimentos, que são transportados pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, contaminando rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Além disso, a extração mineral pode provocar o rebaixamento do lençol freático, reduzindo a disponibilidade hídrica e afetando a recarga dos aquíferos. Os impactos na qualidade da água incluem a acidificação pelo aumento da acidez (redução do pH), contaminação por metais pesados e reagentes químicos, além da diminuição do oxigênio dissolvido, o que representa risco à vida aquática e à saúde das populações que dependem desses recursos²⁴.

3.5. Panorama nacional

O Brasil é um país com dimensões continentais, com isso existem diferenças entre as zonas urbanas e rurais de determinadas regiões. No contexto nacional, os dados do IBGE de 2022 mostram que 85,5% dos domicílios brasileiros têm a rede geral como principal forma de abastecimento de água, enquanto apenas 63,2% contam com esgotamento sanitário, seja por rede geral ou fossa séptica ligada à rede. Esses números refletem um cenário em que a maior parte da população urbana tem acesso à água potável, mas uma parcela significativa ainda enfrenta dificuldades no acesso a sistemas adequados de coleta e tratamento de esgoto. A insuficiência no saneamento básico contribui para a contaminação dos recursos hídricos e eleva o risco de doenças relacionadas à água contaminada²⁵.

Já um estudo científico sobre a qualidade e o acesso à água para consumo humano no estado do Amazonas, realizado entre 2016 e 2020, reforça algumas disparidades. Foram analisadas mais de 185 mil amostras de água em 11 microrregiões, revelando que os indicadores de qualidade química e física da água urbana são superiores aos das áreas rurais e comunidades tradicionais. Contudo, mesmo nas áreas urbanas, muitos parâmetros estavam fora dos padrões recomendados, como o pH abaixo do ideal. Nas áreas rurais, a presença de coliformes totais e *E. coli* foi significativamente maior, indicando contaminação microbiológica preocupante²⁶.

4. Materiais e Métodos

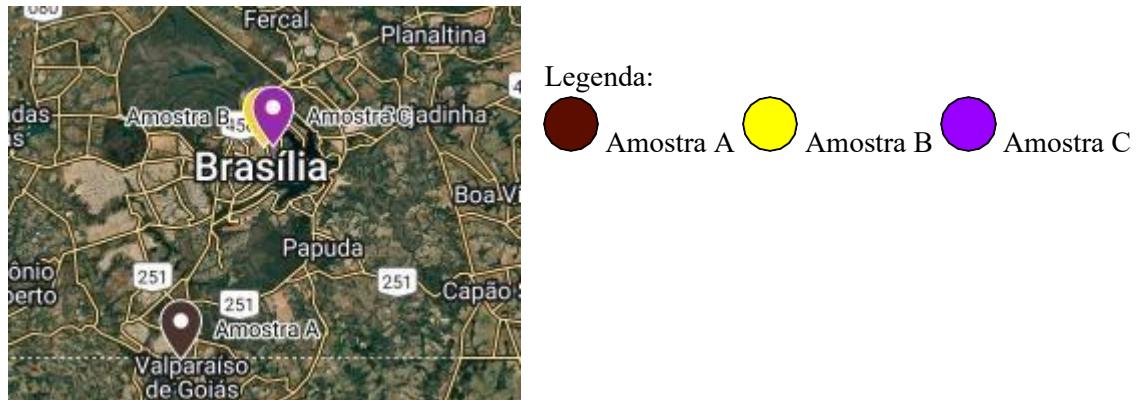
Antes da realização dos exames microbiológicos, foi realizada uma análise detalhada dos rótulos das nove amostras, com o objetivo de identificar e registrar informações essenciais, tais como data de validade, local da fonte, número do lote, características físico-químicas e composição química. Para a avaliação dos resultados, foram consideradas as seguintes legislações vigentes: o Decreto-Lei nº 7.841, de 8 de agosto de 1945²⁷, que institui o Código de Águas Minerais; a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021²⁸, que estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; a Resolução RDC nº 717, de 1º de julho de 2022²⁹, que dispõe sobre os requisitos sanitários para águas envasadas e gelo para consumo humano; e a Resolução ANM nº 193, de 27 de dezembro de 2024³⁰, que consolida as especificações técnicas para o aproveitamento das águas minerais e potáveis de mesa.

As análises microbiológicas realizadas neste estudo foram conduzidas de acordo com os procedimentos descritos na Farmacopeia Brasileira 7^a Edição³¹, garantindo adesão dos métodos mais adequados e reconhecidos. Essa abordagem assegura que os resultados obtidos estejam em conformidade com os padrões nacionais de referência. Além disso, a escolha dos métodos fundamentou-se na busca pela máxima precisão e rigor técnico, visando atender às exigências regulatórias e científicas para o controle da qualidade microbiológica de águas minerais destinadas ao consumo humano. Com isso, as análises principais foram utilizando o método do número mais provável e método de contagem em placa por espalhamento em superfície.

4.1. Obtenção das amostras

As amostras utilizadas neste estudo foram adquiridas com recursos próprios em diferentes supermercados localizados na região do Distrito Federal (Asa Norte) e seu entorno (Valparaíso de Goiás), os locais foram selecionados de forma aleatória. Todas as três unidades de cada fabricante foram selecionadas diretamente das prateleiras, estando disponíveis ao público em temperatura ambiente, conforme oferecidas para qualquer consumidor. Após a compra, as amostras permaneceram lacradas e sob as mesmas condições até a realização das análises laboratoriais, a fim de preservar sua integridade e garantir a representatividade dos resultados obtidos. Embora a intenção inicial fosse obter exemplares de diferentes lotes, tal objetivo não pôde ser plenamente alcançado devido à indisponibilidade de variedade nos estabelecimentos visitados.

Figura 1: Ponto de obtenção de cada amostra.



Fonte: Google Maps

4.2. Materiais

4.2.1. Técnica NMP

- Fase Presuntiva
 - Erlenmeyer
 - Tubos de ensaio
 - Tubos de Durhan
 - Pipetas e ponteiras
 - Gaze
- Meios de cultura / Reagente
 - *Trypticasein Soy Broth (TSB)* - KASVI
 - Tiossulfato de Sódio - Êxodo Científica
 - Solução salina 0,9% - DINÂMICA
- Fase Confirmatória
 - Tubos de Ensaio
 - Tubos de Durhan
 - Pipetas e ponteiras
 - Gaze
- Meios de Cultura
 - Caldo Bile verde brilhante - HIMEDIA
 - Caldo EC - HIMEDIA
- Isolamento e Diferenciação
 - Placa de petri
 - *MacConkey Agar* - KASVI

4.2.2. Técnica contagem em placa

- Cultura
 - Placas de Petri
 - *Trypticasein Soy Agar (TSA)* - KASVI
 - *Sabouraud Dextrose Agar (SDA)* - KASVI
- Enriquecimento
 - Caldo Lactosado - KASVI
 - Erlenmeyer
- Isolamento e Diferenciação
 - Erlenmeyer
 - *MacConkey Agar* - KASVI

Todos os materiais empregados em cada etapa e método foram previamente esterilizados em autoclave de calor úmido a 121°C/15 minutos (Primatec), seguindo rigorosamente o protocolo de esterilização recomendado. Toda a etapa de pesagem foi realizada usando balança semi-analítica (WebLabor). As etapas dos testes microbiológicos foram conduzidas em cabine biológica (BIO SEG 09, CLASSE II TIPO A1), garantindo ambiente asséptico durante o manuseio das amostras. Durante o período de incubação, as amostras foram transferidas para estufa de cultura bacteriológica (SolidSteel), sob condições controladas de temperatura, conforme as exigências metodológicas para análise.

4.3. Experimento

Com base nos procedimentos descritos na Farmacopeia Brasileira, 7^a edição, a análise microbiológica foi realizada da seguinte forma:

4.3.1. Técnica NMP

- Fase Presuntiva
 - Preparo do material:

Inicialmente, realizou-se a seleção e identificação das amostras, seguida pelo preparo dos materiais para esterilização. Todos os meios de cultura e reagentes foram devidamente pesados e preparados para garantir condições ideais de uso. Após a organização e preparo dos materiais, procedeu-se à etapa de esterilização.

Durante o processo de esterilização dos materiais, a cabine biológica foi higienizada, fazendo assepsia com álcool 70% e submetida à exposição de luz UV por aproximadamente 15 a 20 minutos.

- Procedimento:

Após a assepsia da cabine biológica, iniciou-se o ensaio microbiológico. Com todos os materiais devidamente posicionados dentro da capela, a garrafa de água mineral foi deslacrada e 100 mL da amostra foram transferidos para um erlenmeyer estéril. Em seguida, adicionaram-se 100 µL de tiossulfato de sódio a 10% para neutralizar resíduos de cloro. A amostra foi então submetida à etapa de diluição seriada em solução salina 0,9% estéril. Foram preparadas três diluições seriadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) para cada uma das três amostras (1, 2 e 3) provenientes dos fabricantes de água mineral A, B e C. Para cada diluição, utilizaram-se três tubos contendo meio de cultura líquido estéril (caldo caseína- soja), com tubo de Durhan, configurando triplicatas para cada diluição de cada amostra.

Após essa etapa, as amostras foram incubadas em estufa a $35,0 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$. Caso não fosse observada formação de gás após 24 horas, a incubação era estendida por mais 48 horas para garantir a detecção de possíveis contaminantes microbianos.

- Fase Confirmatória
 - Preparo do material:

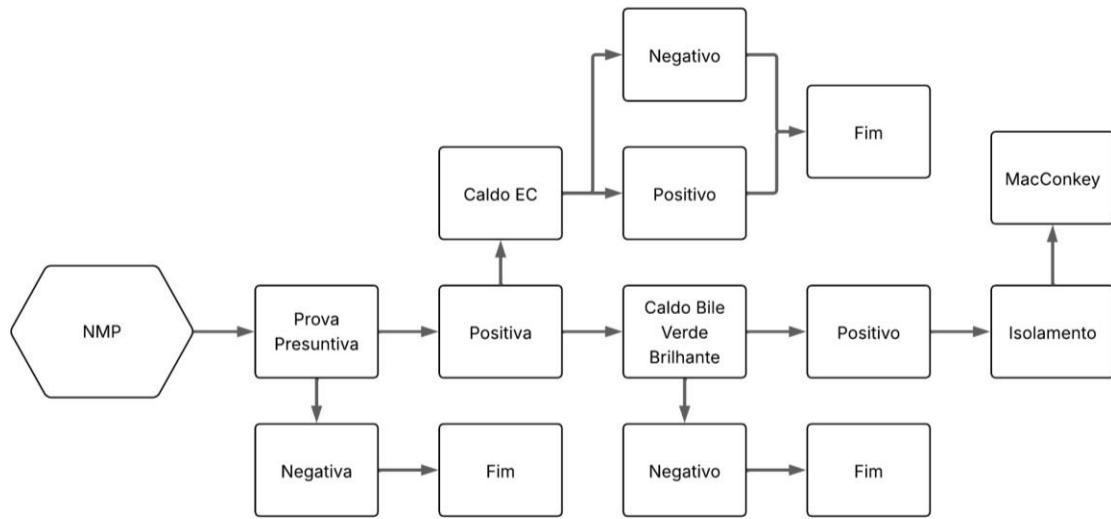
Após a etapa presuntiva, seguiu-se com a prova confirmatória, empregando-se os meios caldo bife verde brilhante e caldo EC previamente esterilizados.

- Procedimento:

Para cada diluição que apresentou resultado positivo na etapa presuntiva, um dos tubos contaminados foi selecionado para transferência para os meios caldo bife verde brilhante e caldo EC, em triplicata. As amostras com caldo bife verde brilhante foram então incubadas a $35,0 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, e as amostras com caldo EC foram incubadas a $44 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. O crescimento microbiano, acompanhado da formação de qualquer quantidade de gás no interior dos tubos dentro de 48 horas, foi considerado resultado positivo para coliformes totais e fecais, conforme literatura (Farmacopeia Brasileira 7^{ed}).

- Isolamento e Diferenciação

Foi realizado em ágar MacConkey. Foram utilizadas duas placas para cada diluição contaminada do caldo bife verde brilhante da etapa confirmatória.

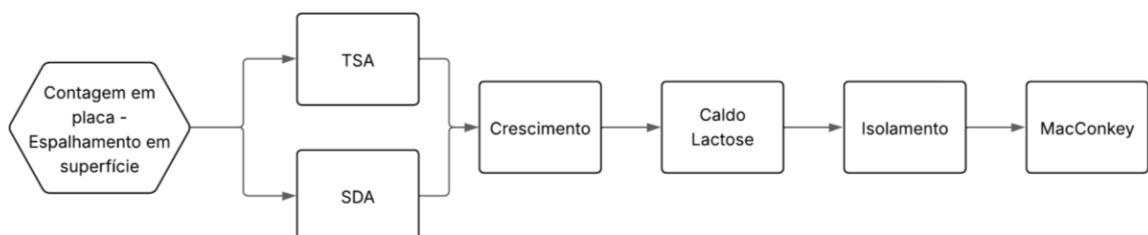


4.3.2. Técnica Contagem em placa

Foi adicionado, separadamente, de 15 a 20 mL de ágar Caseína-Soja e ágar Sabouraud-Dextrose em placas de Petri, que foram deixadas para solidificar e posteriormente secar. Em seguida, aplicou-se 300 µL das diluições seriadas da amostra (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) sobre a superfície de cada meio de cultura. As placas foram incubadas a $35,0 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ por três a cinco dias para a determinação do número de microrganismos aeróbicos totais. O número de unidades formadoras de colônia (UFC) foi calculado com base na média aritmética das contagens obtidas nas placas de cada meio. Para cada diluição, tivemos 2 placas com TSA e mais 2 com SDA.

- Isolamento e Diferenciação

Foi realizado em ágar MacConkey, onde cada placa de SDA ou TSA contaminada foram selecionadas de 1 a 3 colônias, que foram transferidas para o meio de enriquecimento caldo lactosado e, posteriormente após crescimento, repicadas no ágar MacConkey para posterior análise.



Fluxograma 2 - Técnica de contagem de placas (espalhamento por superfície).

5. Resultados e Discussão

5.1. Análise dos rótulos

No Brasil, a legislação vigente estabelece rigorosos padrões e parâmetros que garantem a segurança e a potabilidade da água envasada. Nas características físico-químicas, são obrigatórias informações como lote, validade, local e nome da fonte, além de dados sobre radioatividade^{27,30}. Essas normas visam assegurar a qualidade e segurança dos produtos disponíveis para consumo. O restante das informações, que são usadas para as análises e caracterização do tipo da água, já não são obrigatórias, e algumas não possuem um limite aceitável descrito na legislação. O pH, possui um intervalo de valor ideal para água de rede de abastecimento (6,0 a 9,5)²⁸, e estudos apontam que o valor em amostras de água envasadas deve se manter entre 4 e 9,5³² uma variação maior.

O mesmo acontece com os analitos da composição química das amostras, que nem todos possuem um intervalo de valor, e dependendo do tipo de água (mineral, natural, adicionada de sais, entre outras), o valor pode se alterar. Descrito na legislação, temos como valor máximo²⁹: Bário - 0,7 mg/L; Cálcio - 250 mg/L; Cloreto - 250 mg/L; Fluoreto - 1,5 mg/L; Magnésio - 65 mg/L; Nitrato - 50 mg/L; Potássio - 500 mg/L e Sódio - 600 mg/L.

Quadro 1 - Análise dos rótulos (Identificação e Características Físico-Químicas)

Identificação e Características Físico-Químicas								
Amostras	Validade	Lote	Local da fonte	pH a 25°C	Temperatura da água na fonte	Condutividade elétrica a 25°C	Resíduo de vaporação a 180°C, calculado	Radioatividade na Fonte a 20°C 760 mmHg
A1	01/02/2026	25A0047	Fazenda Santo Antônio de Cambotá - Rod BA- 093, Km 24 - Dias D'Avila - BA	4,75	27,1°C	59,9 µS/cm	48,32 mg/L	—
A2	28/03/2026	250328	azenda Dourados - Rod GO-040, Km 03 - Zona rural, Goiânia-GO	6,44	24,6°C	72,8 µS/cm	79,59 mg/L	10,53 Maches
A3	28/03/2026	250328	azenda Dourados - Rod GO-040, Km 03 - Zona rural, Goiânia-GO	6,44	24,6°C	72,8 µS/cm	79,59 mg/L	10,53 Maches
B1	27/08/2026	25A0062	Parque das Águas - São Lourenço-MG	5,62	22,1°C	540 µS/cm	348,92 mg/L	—
B2	30/10/2025	24A0133	Parque das Águas - São Lourenço-MG	5,63	22,3°C	590 µS/cm	338,69 mg/L	—
B3	16/10/2026	25A0110SL	Parque das Águas - São Lourenço-MG	5,62	22,1	540 µS/cm	348,92 mg/L	—
C1	01/12/2025	LZ1	z. Bom Jesus - Genesis, s/nº - Rod GO-010, até Km 50, esquerda, Rod GO-404, Km 11 - Zona rural, Luziânia-GO	7,38	25,2°C	147,7 µS/cm	82,71 mg/L	—
C2	17/11/2025	LZ1	z. Bom Jesus - Genesis, s/nº - Rod GO-010, até Km 50, esquerda, Rod GO-404, Km 11 - Zona rural, Luziânia-GO	7,38	25,2°C	147,7 µS/cm	82,71 mg/L	—
C3	07/01/2026	LZ1	z. Bom Jesus - Genesis, s/nº - Rod GO-010, até Km 50, esquerda, Rod GO-404, Km 11 - Zona rural, Luziânia-GO	7,38	25,2°C	147,7 µS/cm	82,71 mg/L	—

Quadro 2 - Análise dos rótulos (Composição química)

Composição Química (mg/L)																
A m o s t r a s	B á r a n a t o	B i c a r b o n a t o	B r o m e t o	C á l i c i o	C l o r e t o	E s t r ô e n c i o	F l u o r e t o	F l u o r e t o	F l u o r e t o	L í t a t o	M a g n é s i o	N i t r a t o	P o t á s s i o	S i l í c i o t o	S ó d i o	S u l f a t o
A1	0,014	2,98	0,05	0,495	13,01	—	0,02	<0,010	—	1,291	1,37	1,556	—	7,531	2,45	
A2	—	52,05	—	6,610	0,24	—	0,06	—	—	3,754	—	1,995	—	4,092	0,06	
A3	—	52,05	—	6,610	0,24	—	0,06	—	—	3,754	—	1,995	—	4,092	0,06	
B1	0,489	365,35	—	37,399	1,83	0,058	0,15	—	0,02	17,109	2,85	42,806	—	40,790	2,98	
B2	0,486	361,79	—	36,934	0,11	0,052	0,05	—	0,041	16,657	1,68	41,934	8,903	38,839	1,93	
B3	0,489	365,35	—	37,399	1,83	0,058	0,15	—	0,02	17,109	2,85	42,806	—	40,790	2,98	
C1	—	78,51	—	21,303	0,05	—	0,06	—	—	2,210	0,11	0,855	—	1,009	0,90	
C2	—	78,51	—	21,303	0,05	—	0,06	—	—	2,210	0,11	0,855	—	1,009	0,90	
C3	—	78,51	—	21,303	0,05	—	0,06	—	—	2,210	0,11	0,855	—	1,009	0,90	

5.2. Técnica NMP

- Prova Presuntiva

Ao final da prova presuntiva, tivemos um total de 27 amostras para análise de cada uma das fabricantes de água mineral (A, B e C).

Quadro 3 - Resultado da prova presuntiva do fabricante A

Fabricante A				
Amostras	Total de Tubos Contaminados			NMP/mL do produto
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
A1	3	3	3	>1100
A2	3	3	3	>1100
A3	3	3	2	1100

*Conforme retratado na Farmacopeia Brasileira

Quadro 4 - Resultado da prova presuntiva do fabricante B

Fabricante B				
Amostras	Total de Tubos Contaminados			NMP/mL do produto
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
B1	ND	ND	ND	<3
B2	1	3	3	12
B3	ND	ND	ND	<3

* ND = Não detectada turvação indicativa de presença de microrganismos.

* Conforme retratado na Farmacopeia Brasileira.

Quadro 5 - Resultado da prova presuntiva do fabricante C

Fabricante C				
Amostras	Total de Tubos Contaminados			NMP/mL do produto
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
C1	ND	1	ND	3
C2	3	3	3	>1100
C3	ND	ND	ND	<3

* ND = Não detectada turvação indicativa de presença de microrganismos.

* Conforme retratado na Farmacopeia Brasileira.

Nenhuma das amostras de todos os fabricantes (A, B e C) teve formação de gás. Os tubos foram definidos como “Contaminados” pela formação de turvação. Foi utilizado controle negativo, utilizando somente um tubo com meio de cultura, onde permaneceu com resultado negativo.

As amostras A1 e A2 apresentaram contaminação máxima em todas as diluições testadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}), resultando em um NMP superior a 1100 NMP/mL, indicando uma elevada carga microbiana. A amostra A3 apresentou um valor um pouco inferior (1100 NMP/mL), mas ainda muito acima dos limites aceitáveis para águas destinadas ao consumo humano, segundo a Farmacopeia Brasileira.

Em contraste, as amostras do fabricante B (B1 e B3) apresentaram resultado de "ND" (Não Detectado) para turvação indicativa de presença de microrganismos em todas as diluições testadas. O NMP/mL foi inferior a 3 em todas as amostras, indicando ausência ou níveis baixos de contaminação microbiológica. Esses resultados demonstram um controle de qualidade eficiente e boas práticas de fabricação, garantindo a segurança do produto para o consumidor. Já a amostra B2 apresentou maior índice de contaminação, nesse caso foi utilizada a tabela com índice do NMP e limites de 95% de confiança para todas as combinações de resultados positivos e negativos quando são usadas 10 porções de 10 mL da amostra, pois a tabela inicial não atendia a relação de tubos positivos, com 1 tubo na primeira diluição e 3 tubos em cada uma das posteriores.

As amostras do fabricante C apresentaram resultados mistos, com bastantes variações entre eles. Enquanto C2 mostrou contaminação máxima (>1100 NMP/mL), semelhante ao fabricante A, a amostra C3 apresentou ausência de detecção de microrganismos, com NMP/mL <3. E a amostra C1 apresentou apenas um tubo positivo, apresentando um nível de contaminação.

Após a etapa presuntiva, foi selecionado um tubo de cada diluição com resultado positivo (turvação), para seguir com a prova confirmatória.

• Prova Confirmatória

Quadro 6 - Resultado da prova confirmatória do fabricante A

Fabricante A								
Amostras	Caldo Bile Verde Brilhante				Caldo EC			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	NMP	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	NMP
A1	3	3	3	>1100	3	3	3	>1100
A2	3	ND	2	64	ND	ND	1	3
A3	3	3	1	460	3	3	3	>1100

* ND = Não detectada turvação indicativa de presença de microrganismos.

* Conforme retratado na Farmacopeia Brasileira.

Quadro 7 - Resultado da prova confirmatória do fabricante B

Fabricante B								
Amostras	Caldo Bile verde Brilhante				Caldo EC			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	NMP	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	NMP
B2	ND	ND	ND	<3	3	3	3	>1100

* ND = Não detectada turvação indicativa de presença de microrganismos.

* Conforme retratado na Farmacopeia Brasileira.

Quadro 8 - Resultado da prova confirmatória do fabricante C

Fabricante C								
Amostra s	Caldo Bile verde Brilhante				Caldo EC			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	NMP	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	NMP
C1	ND	2	ND	6,2	ND	1	ND	3
C2	3	3	3	>1100	2	2	1	28

* ND = Não detectada turvação indicativa de presença de microrganismos.

* Conforme retratado na Farmacopeia Brasileira.

Nenhuma das amostras de todos os fabricantes (A, B e C) teve formação de gás, em ambas as colunas foram representadas as amostras com presença de turvação. Foi utilizado controle negativo, utilizando somente um tubo com meio de cultura, onde permaneceu com resultado negativo

As amostras do fabricante A apresentaram resultados preocupantes. Em todas as amostras (A1, A2 e A3), foi detectada turvação em praticamente todas as diluições, tanto no caldo Bile Verde Brilhante quanto no caldo EC, resultando em valores de NMP elevados, chegando a >1100 UFC/mL em algumas amostras. Esses resultados confirmam o resultado da prova presuntiva, indicando alta contaminação de coliformes totais³³, mas devido à não produção de gás, não é considerado característico de coliformes fecais.

No caso do fabricante B, observou-se um cenário oposto. Em todas as diluições analisadas (B2), não foi detectada turvação indicativa de presença de microrganismos, resultando em NMP <3 UFC/mL para o caldo Bile Verde Brilhante. Isso demonstra ausência de microrganismos do grupo de coliformes totais³³, indicando um controle de qualidade eficaz e boas práticas de fabricação. Como não houve contaminação no caldo Bile Verde Brilhante, não foi realizada a etapa de isolamento e diferenciação da amostra B2.

Os resultados do fabricante C mostraram uma situação intermediária. A amostra C1 apresentou valores baixos de NMP (6,2 UFC/mL para caldo Bile Verde Brilhante e 3 UFC/mL para caldo EC), indicando presença reduzida de contaminação. Já a amostra C2, por outro lado, apresentou valores elevados (>1100 UFC/mL para caldo Bile Verde Brilhante e 28 UFC/mL para caldo EC), evidenciando contaminação significativa. Essa variação entre as amostras do mesmo fabricante e mesmo lote sugere inconsistências no processo de produção ou falhas pontuais em etapas específicas.

De maneira geral, das 9 amostras iniciais, tivemos 6 amostras com contaminação microbiana (66,67%), e dessas que seguiram para a prova confirmatória, 5 obtiveram resultado positivo para coliformes totais (83,33%). Embora a metodologia seja diferente, os resultados se assemelham com os obtidos em um estudo realizado na Bahia sobre avaliação microbiológica da água mineral, onde 44,5% das amostras apresentaram resultado positivo para coliformes totais³⁴. Colaborando mais uma vez com o resultado positivo, temos uma análise na região do Distrito Federal com 106 amostras de água mineral, em que foi observada contaminação em cerca de 17 amostras³⁵.

- Isolamento e Diferenciação

Quadro 9 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante A -NMP

Fabricante A	
Nº Total de Placas	16
Nº de Placas sem Crescimento	9
Nº de Placas com Crescimento	7
Diluições das Placas com Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> ● A1 10⁻¹ ● A1 10⁻² ● A1 10⁻³
Morfologia das Colônias	Colônias mucoides de incolores a rosa claro com meio de cultura amarelado.

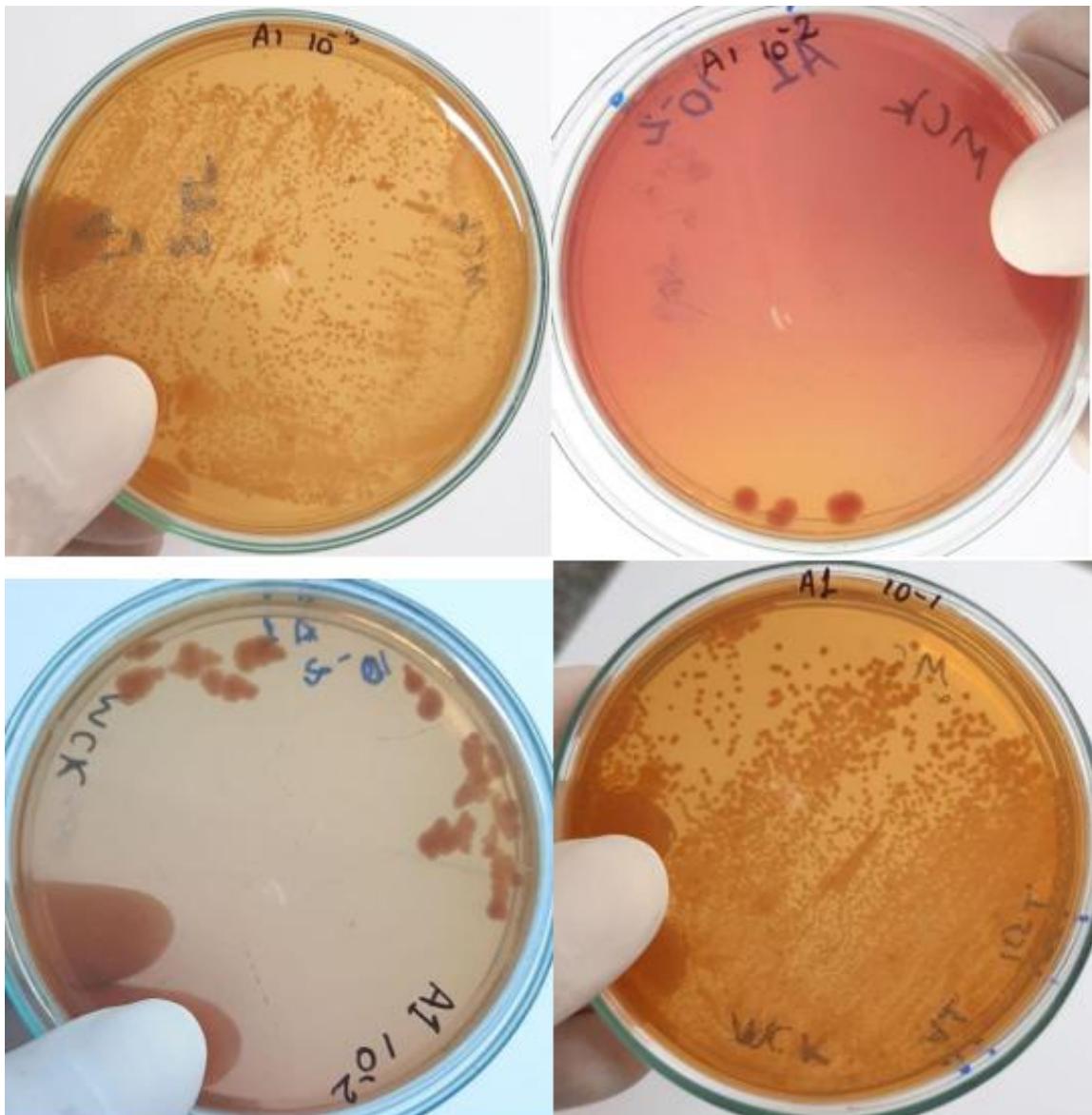


Figura 2 - Placas com ágar MacConkey da amostra A

Quadro 10 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante C - NMP

Fabricante C	
Nº Total de Placas	8
Nº de Placas sem Crescimento	2
Nº de Placas com Crescimento	6
Diluições das Placas com Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> ● C2 10⁻¹ ● C2 10⁻¹ ● C2 10⁻² ● C2 10⁻² ● C2 10⁻³ ● C2 10⁻³
Morfologia das Colônias	Colônias mucóides de incolores a rosa claro com meio de cultura amareulado

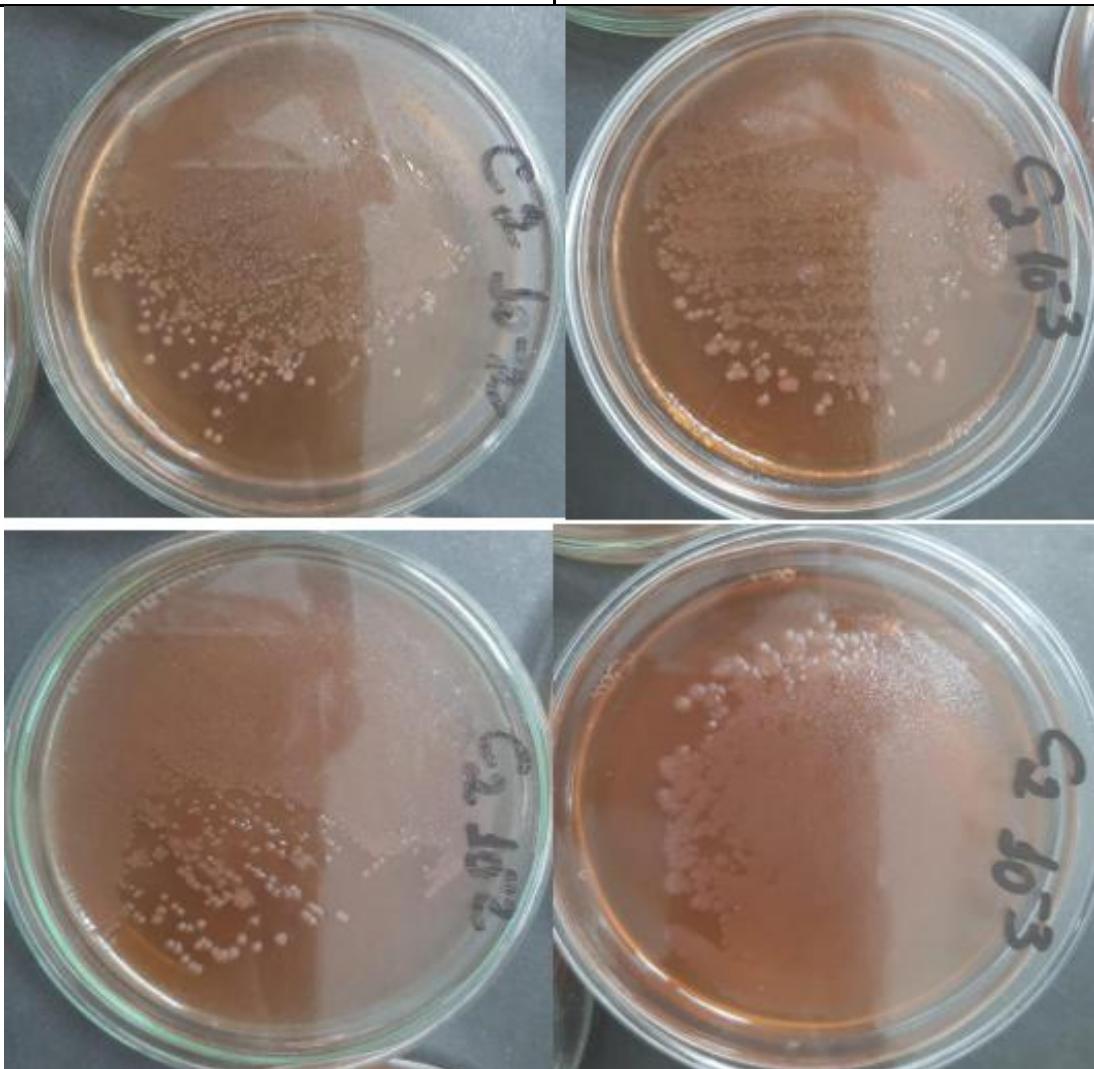


Figura 3 : Placa de ágar MacConkey da amostra C

Após o tempo de crescimento de ambas as amostras, observou-se desenvolvimento de colônias de coloração desde rosa claro até incolor, com alteração de cor do meio de cultura para amarelo nas áreas de crescimento. A presença de colônias rosa claro pode indicar microrganismos fermentadores de lactose³⁶, típicos de coliformes, que produzem ácidos que acidificam o meio, resultando na coloração característica do ágar MacConkey (rosa escuro). Já as colônias incolores correspondem a bactérias não fermentadoras de lactose, que não alteram o pH do meio, mantendo a coloração original. A variação no tamanho das colônias, com algumas grandes e a maioria pequenas, sugere diversidade na população bacteriana isolada³⁷.

5.3. Técnica Contagem em placa

Quadro 11 - Resultado médio da contagem das amostras do fabricante A

Fabricante A						
Contagem em placas						
Amostras	TSA			SDA		
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
A1	1,6 x 10 ²	1,5 x 10 ²	ND	2,5 x 10 ¹	ND	ND
Valor Médio	1,03 x 10 ² UFC/mL			0,83 x 10 ¹ UFC/mL		
<hr/>						
A2	7,55 x 10 ³	5,0 x 10 ³	0,5 x 10 ³	ND	ND	ND
Valor médio	4,35 x 10 ³ UFC/mL			—		
<hr/>						
A3	1,04 x 10 ³	7,05 x 10 ³	1,6 x 10 ⁴	ND	ND	ND
Valor médio	8,03 x 10 ³ UFC/mL			—		

* ND = Não detectado crescimento.

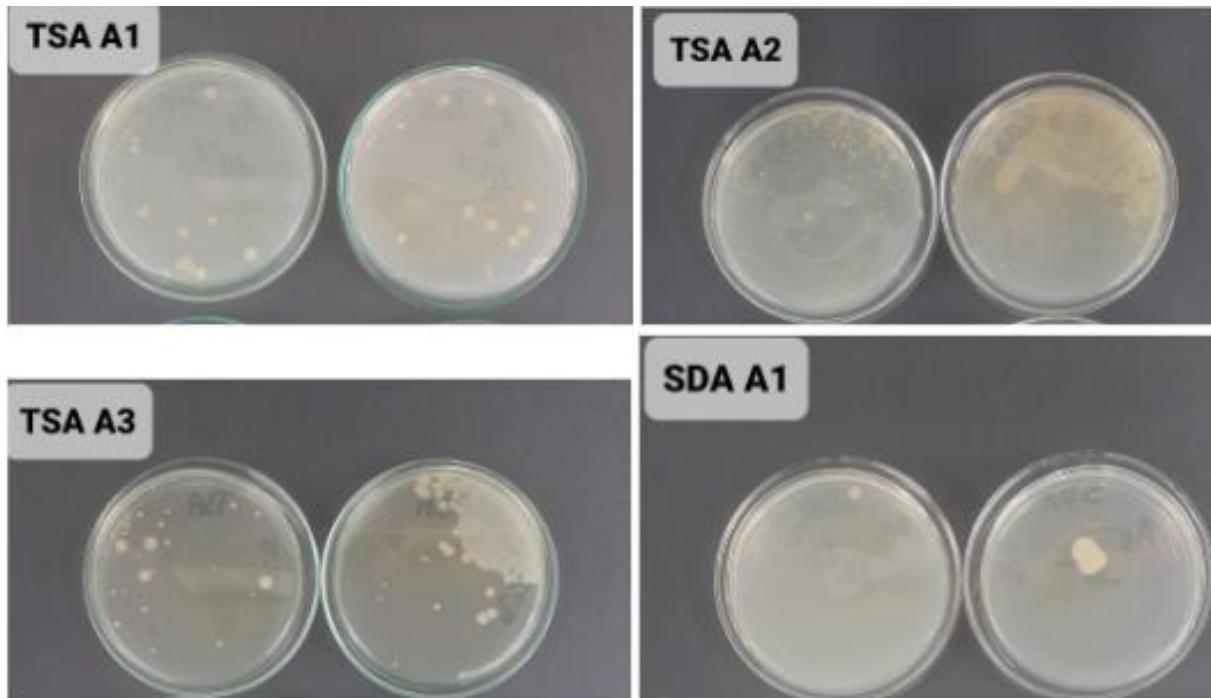


Figura 4 - Placas de TSA e SDA com crescimento microbiano da amostra A

As três amostras do fabricante A apresentaram crescimento bacteriano em TSA, com valores que variaram significativamente entre as amostras. A amostra A1 apresentou contagens moderadas, enquanto A2 e A3 exibiram valores elevados, especialmente A3, que atingiu $8,03 \times 10^3$ UFC/mL. Sabendo que as amostras A2 e A3 são do mesmo lote e consequentemente da mesma fonte, a indicação de altos níveis de contaminação podem estar relacionada à fonte, já que as duas possuem um prazo de validade até maior comparado com a amostra A1. Em relação ao crescimento em SDA, apenas A1 apresentou desenvolvimento, e em quantidade baixa. A ausência de crescimento nas demais amostras pode indicar condições menos favoráveis para esse grupo de microrganismos ou um controle parcial de contaminação. No entanto, o crescimento bacteriano expressivo, sobretudo em A2 e A3, sugere falhas em alguns dos processos da garantia da qualidade da água, comprometendo a qualidade do produto e indicando risco potencial à saúde do consumidor.

Quadro 12 - Resultado médio da contagem das amostras do Fabricante B

Fabricante B						
Contagem em placas						
Amostras	TSA			SDA		
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
B1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Valor médio	—			—		
B2	4,32 x 10 ³	2,1 x 10 ⁴	8,5 x 10 ³	ND	ND	ND
Valor médio	1,12 x 10 ⁴ UFC/mL			—		
B3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Valor médio	—			—		

* ND = Não detectado crescimento indicativo de presença de microrganismos.

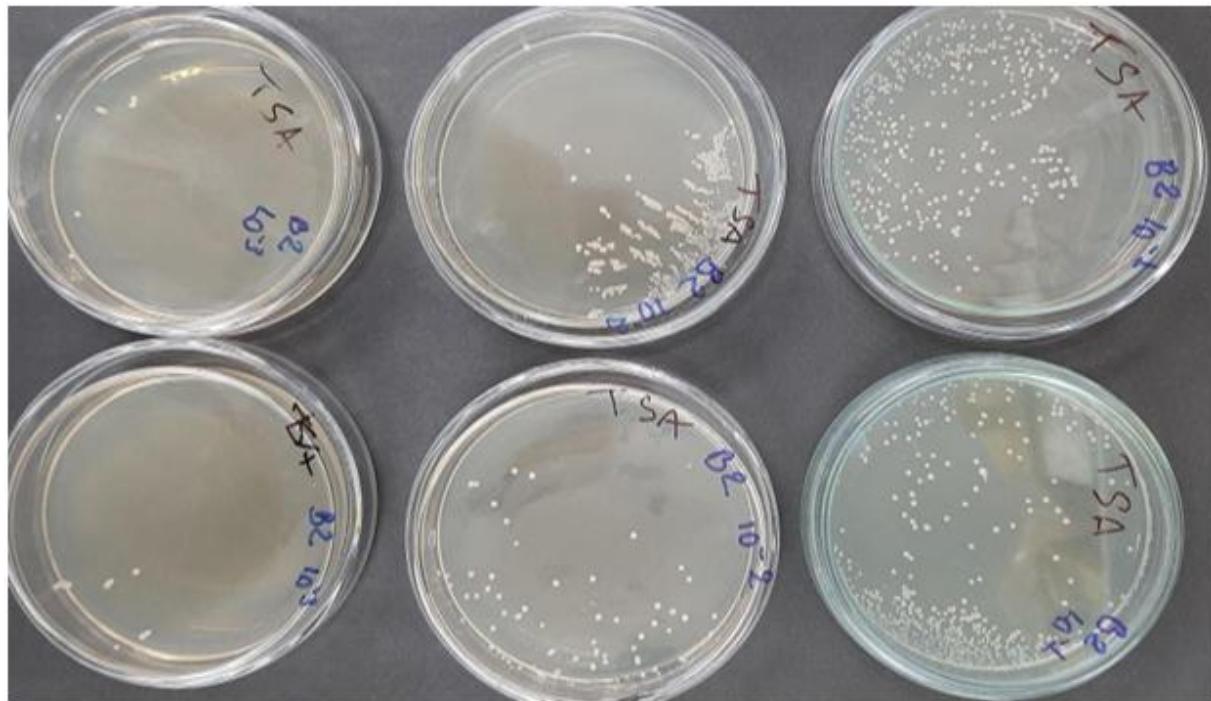


Figura 5 - Placas de TSA com crescimento microbiano da amostra B

O fabricante B apresentou um perfil distinto. Das três amostras analisadas, apenas B2 apresentou crescimento bacteriano significativo em TSA ($1,12 \times 10^4$ UFC/mL), enquanto B1 e B3 não apresentaram crescimento detectável em nenhum dos meios. Não houve crescimento em SDA em nenhuma das amostras. Este resultado evidencia uma possível contaminação pontual no lote correspondente à amostra B2, ou contaminação relacionada à etapa de envase ou armazenamento, visto que dentre as 3 amostras é a com a data de validade mais próxima de vencimento. Isso sugere que, apesar de um controle de qualidade geralmente eficaz, podem ocorrer falhas esporádicas que afetam a segurança do produto, e demonstra também que mesmo depois de todas as etapas de envase, o cuidado com a água deve ser mantido, para que não ocorram problemas durante seu tempo de vida útil.

Quadro 13 - Resultado médio da contagem das amostras do Fabricante C

Fabricante C						
Contagem em placas						
Amostras	TSA			SDA		
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
C1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Valor médio	—			—		
C2	2,1 x 10 ²	6,3 x 10 ³	6,8 x 10 ⁴	2,45 x 10 ²	3 x 10 ²	5 x 10 ²
Valor médio	2,48 x 10 ⁴ UFC/mL			3,48 x 10 ² UFC/mL		
C3	ND	6 x 10 ²	ND	ND	ND	ND
Valor médio	2 x 10 ² UFC/mL			—		

* ND = Não detectado crescimento indicativo de presença de microrganismos.

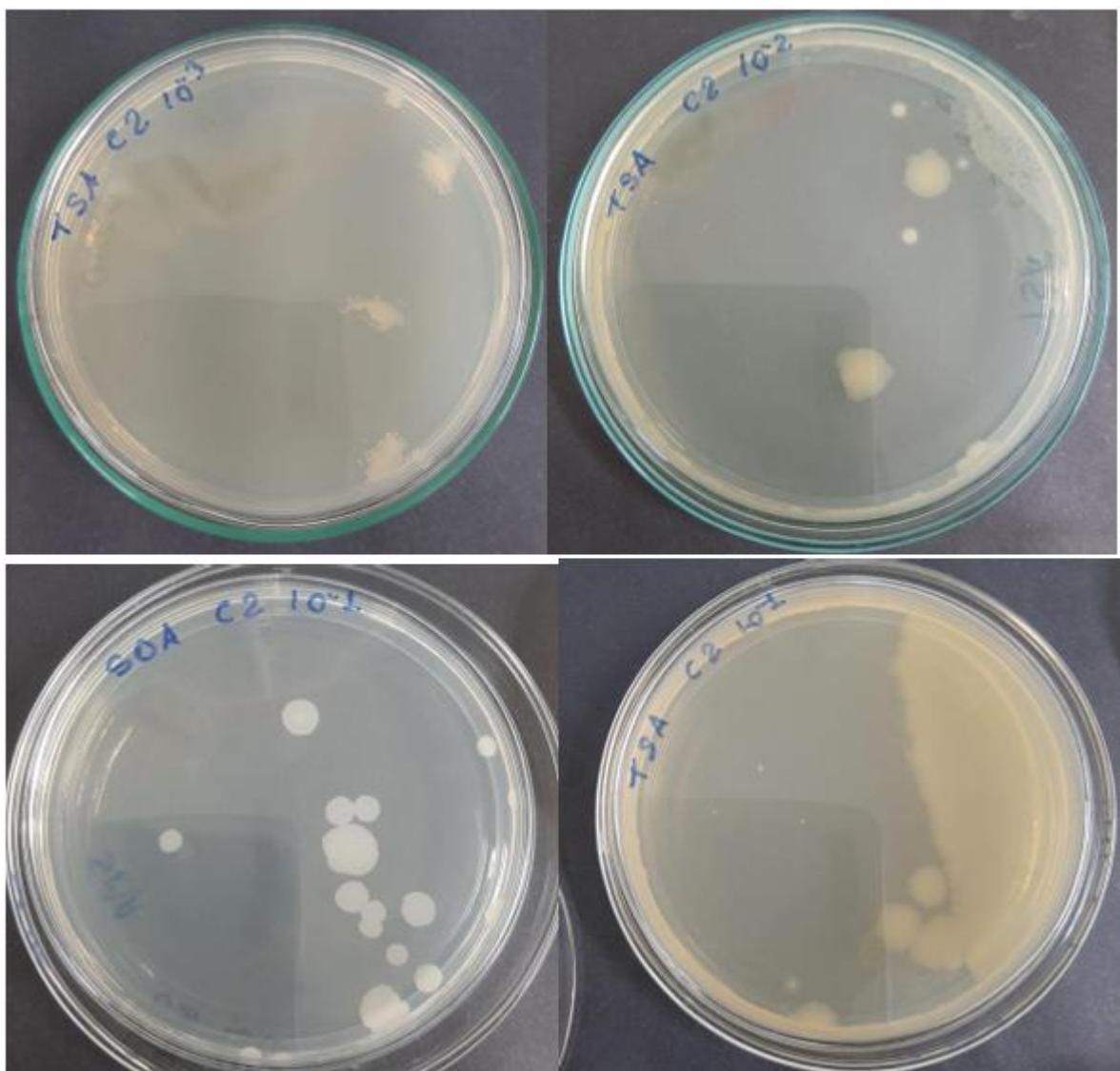


Figura 6 - Placas com TSA e SDA com crescimento microbiano da amostra C

Entre as amostras do fabricante C, observou-se grande variabilidade. C1 não apresentou crescimento detectável em nenhum dos meios, indicando boa qualidade microbiológica. C2, por outro lado, apresentou crescimento expressivo tanto em TSA ($2,48 \times 10^4$ UFC/mL) quanto em SDA ($3,48 \times 10^2$ UFC/mL), sugerindo contaminação significativa e múltipla. C3 apresentou crescimento bacteriano moderado em TSA (2×10^2 UFC/mL), mas ausência em SDA. A heterogeneidade dos resultados dentro do mesmo fabricante pode estar relacionada a diferenças nas condições de envase e armazenamento, já que as amostras são do mesmo lote, mas possuem data de validade diferente. Falhas pontuais no envase ou variações na higienização dos equipamentos, podem ter relevância nos resultados, o que evidencia a necessidade de padronização e monitoramento mais rigoroso dos processos.

Foram observados resultados bem diferentes, mesmo entre as amostras do mesmo fabricante. Com isso tivemos amostras com resultados inferiores e superiores ao limite da legislação brasileira³⁷, resultados fora do intervalo de referência são caracterizados como impróprios para o consumo, colaborando com outro estudo de análise da qualidade da água para consumo humano³⁸.

- Isolamento e Diferenciação

Quadro 14 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante A no teste de contagem por espalhamento em superfície

Fabricante A	
Nº Total de Placas	18
Nº de Placas sem Crescimento	5
Nº de Placas com Crescimento	13
Diluições das Placas com Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> • A1 10^{-1} (SDA) • A1 10^{-1} (SDA) • A1 10^{-1} (TSA) • A1 10^{-1} (TSA) • A1 10^{-2} (TSA) • A1 10^{-2} (TSA) • A2 10^{-1} (TSA) • A2 10^{-2} (TSA) • A2 10^{-2} (TSA) • A2 10^{-3} (TSA) • A2 10^{-3} (TSA) • A3 10^{-1} (TSA) • A3 10^{-1} (TSA)
Morfologia das Colônias	Colônias mucóides de incolores a rosa claro com meio de cultura amarelado.

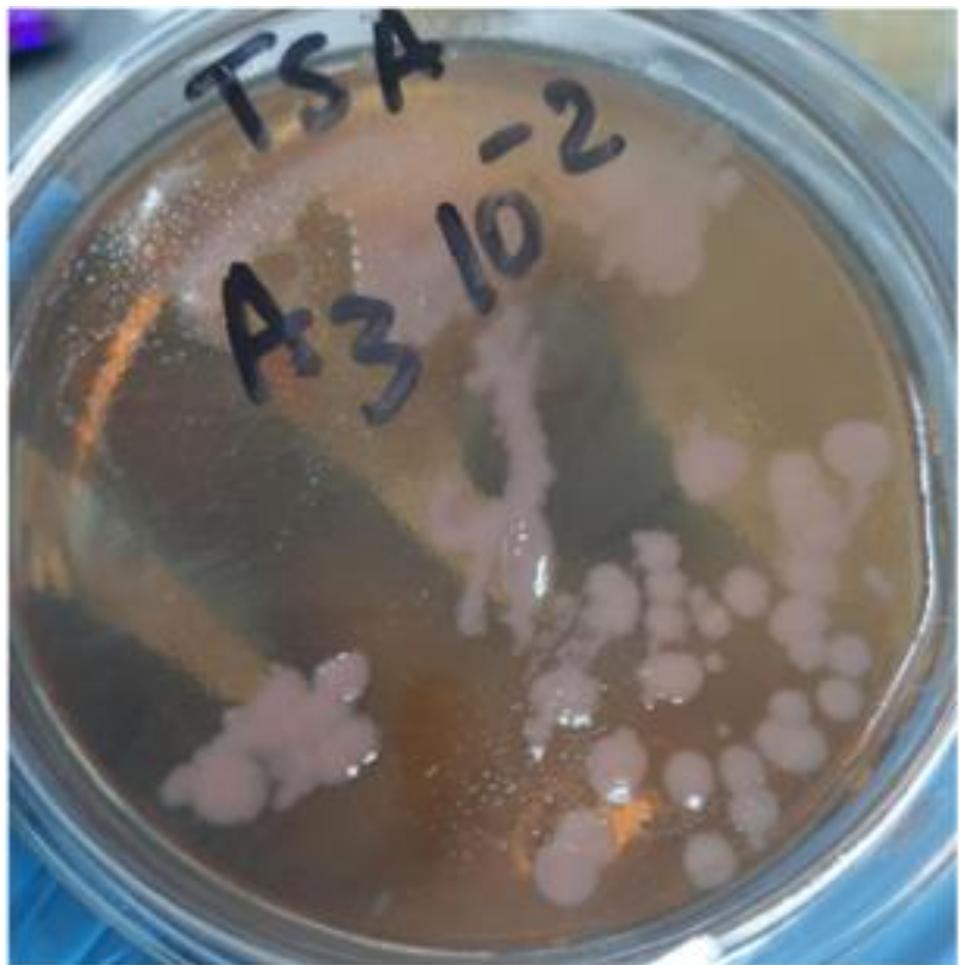


Figura 7 - Placas com ágar MacConkey da amostra A

Quadro 15 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante B no teste de contagem por espalhamento em superfície

Fabricante B	
Nº Total de Placas	6
Nº de Placas com Crescimento	6
Diluições das Placas com Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> ● B2 10^{-1} (TSA) ● B2 10^{-1} (TSA) ● B2 10^{-2} (TSA) ● B2 10^{-2} (TSA) ● B2 10^{-3} (TSA) ● B2 10^{-3} (TSA)
Morfologia das Colônias	Colônias mucóides de incolores a rosa claro com meio de cultura amarelado.

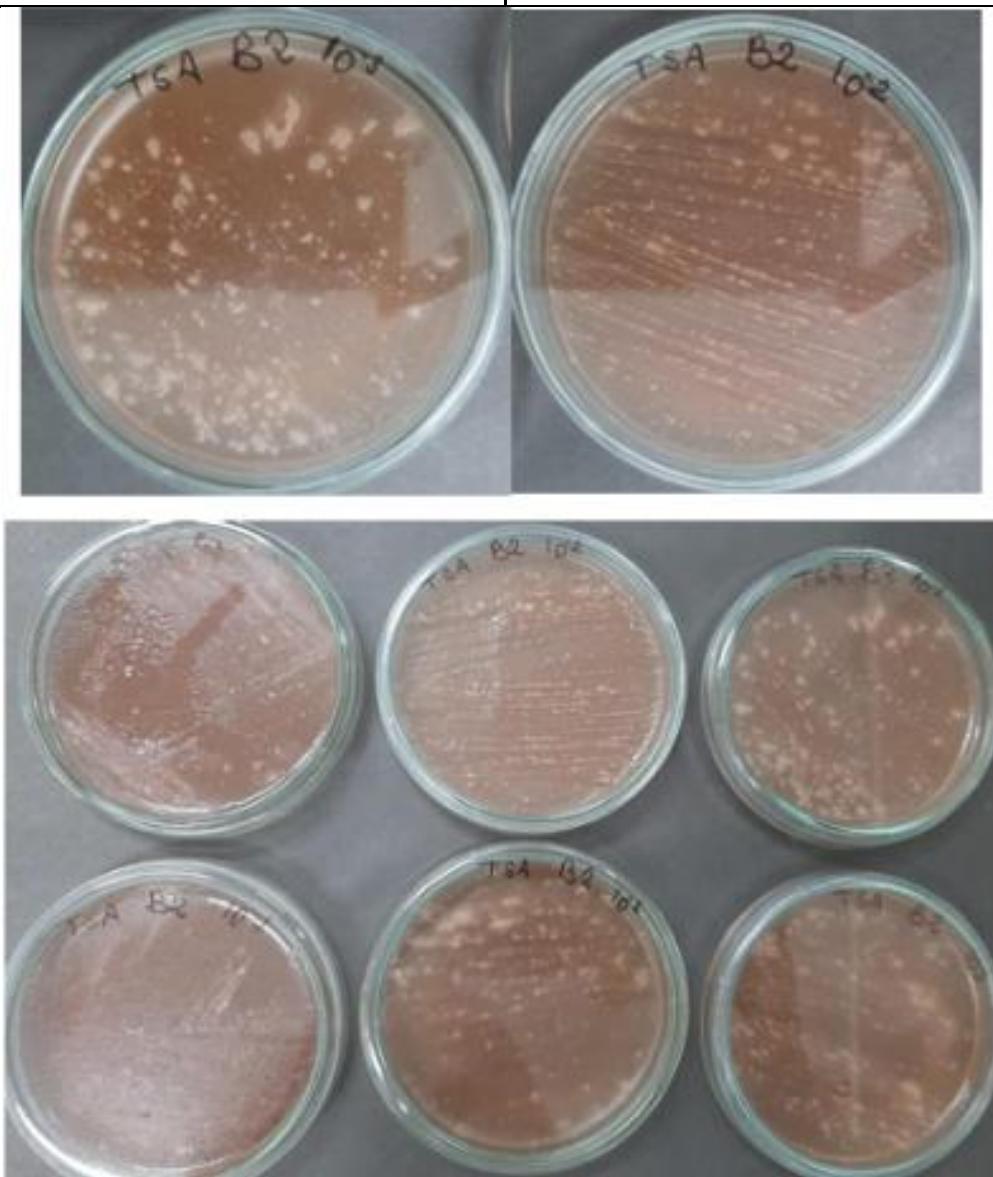


Figura 8 - Placa com ágar MacConkey da amostra B.

Quadro 16 - Resultado da análise de isolamento de contaminantes do fabricante C no teste de contagem por espalhamento em superfície

Fabricante C	
Nº Total de Placas	14
Nº de Placas sem Crescimento	8
Nº de Placas com Crescimento	6
Diluições das Placas com Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> ● C2 10⁻¹ (TSA) ● C2 10⁻¹ (TSA) ● C2 10⁻² (TSA) ● C2 10⁻² (TSA) ● C2 10⁻³ (TSA) ● C2 10⁻³ (TSA)
Morfologia das Colônias	Colônias mucóides de incolores a rosa claro com meio de cultura amarelado

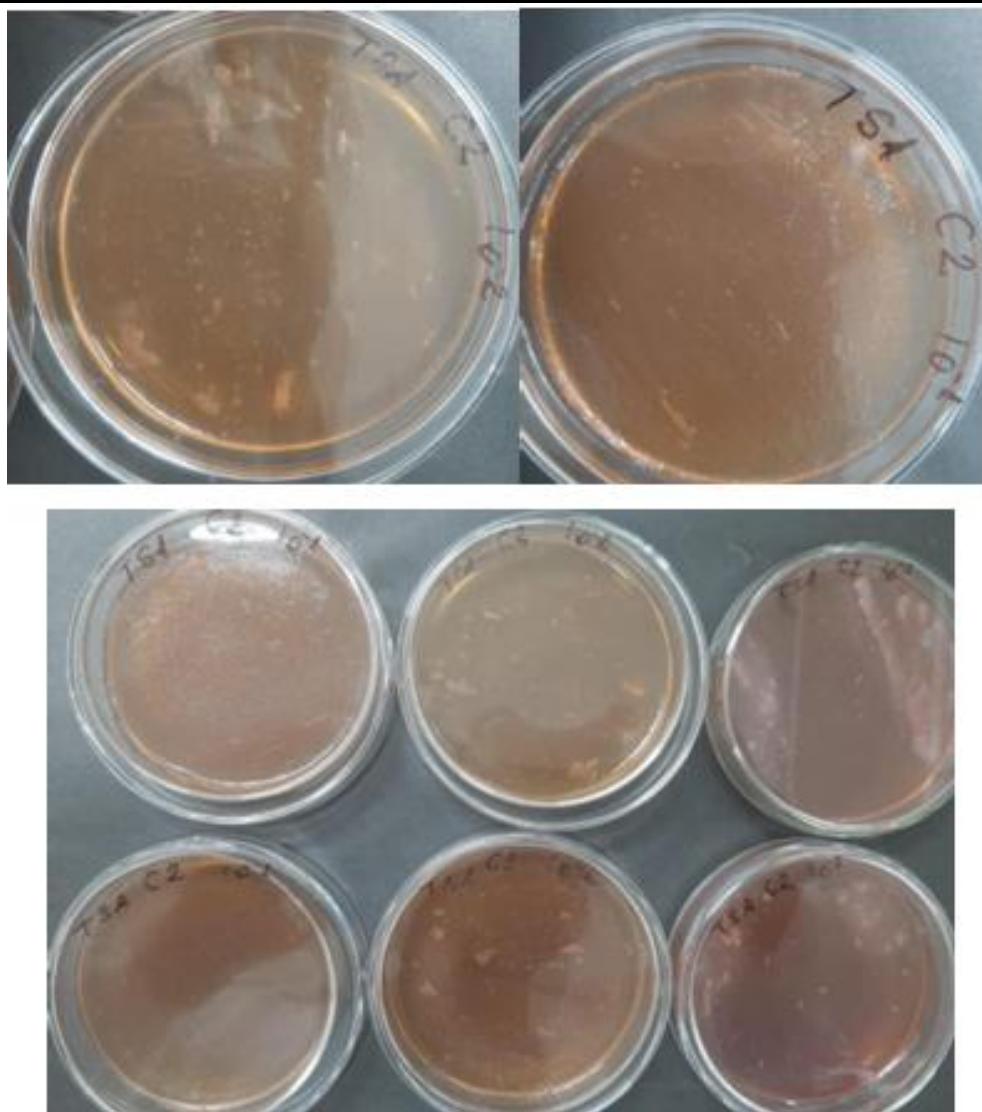


Figura 9 - Placa com ágar MacConkey da amostra C

Ao final do período de incubação de ambas as amostras, foi observado uma grande semelhança entre as amostras individualmente e semelhança com o resultado do teste de isolamento e diferenciação da técnica do NMP. Foi observado o desenvolvimento de colônias de coloração desde rosa claro até incolor, em meio de cultura que apresentou coloração amarelada nas áreas de crescimento. A presença de colônias rosa claro pode indicar microrganismos fermentadores de lactose, típicos de coliformes, que produzem ácidos que acidificam o meio, resultando na coloração característica do ágar MacConkey. Já as colônias incolores correspondem a bactérias não fermentadoras de lactose, que não alteram o pH do meio, mantendo a coloração original. Contudo, ao final de todas as etapas de isolamento e diferenciação, para confirmar com segurança a identidade da bactéria responsável pela contaminação, se faz necessário o uso de testes bioquímicos para garantir um laudo confiável.

6. Considerações Finais

Após a análise detalhada dos rótulos das embalagens de água mineral, não foram identificadas inconsistências em relação à legislação brasileira vigente. Todas as amostras atenderam de forma satisfatória aos requisitos obrigatórios de rotulagem, demonstrando conformidade com as normas regulatórias para informações ao consumidor.

Os experimentos realizados para avaliação microbiológica das amostras de água mineral envasada dos fabricantes A, B e C evidenciaram diferenças na qualidade dos produtos analisados. A análise preliminar por meio de caldos seletivos indicou a presença de coliformes totais em amostras dos fabricantes A e C, sugerindo contaminação e falhas nos processos de produção, envase ou armazenamento. Quando confirmada a contaminação por coliformes totais, as amostras já são consideradas contaminadas e impróprias para consumo, de acordo com a Resolução - RDC Nº 724, de 1º de julho de 202217, juntamente com a Instrução Normativa - IN Nº 161, DE 1º de Julho de 2022. Em contrapartida, o fabricante B apresentou resultados compatíveis com ausência de contaminação, quando comparado a técnica do NMP para coliformes totais e fecais, demonstrando controle eficaz e certamente o mais próximo de atender os requisitos da legislação brasileira.

O isolamento em ágar MacConkey reforçou a diversidade microbiana presente nas amostras contaminadas, com colônias características majoritariamente de não fermentadores de lactose, indicando a necessidade de identificação precisa para determinar os agentes contaminantes. A contagem em placa por espalhamento em TSA e SDA confirmou a presença de bactérias e possivelmente fungos e leveduras em níveis variáveis, sendo mais expressiva nas amostras dos fabricantes A e C, enquanto o fabricante B manteve níveis baixos ou ausentes.

Entretanto, o trabalho possui limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A análise concentrou-se principalmente na detecção de coliformes e na contagem microbiana por métodos convencionais, sem o uso de técnicas moleculares que poderiam permitir uma identificação mais abrangente e sensível dos microrganismos presentes, incluindo patógenos emergentes, vírus ou protozoários. Ademais, a amostragem limitada a três fabricantes e o número restrito de amostras podem não refletir toda a diversidade de água mineral da região do Distrito Federal e Entorno. As limitações metodológicas ressaltam a necessidade de estudos futuros com maior abrangência, uso de técnicas avançadas e análise de variáveis contextuais para aprimorar a avaliação da qualidade microbiológica da água mineral.

Por fim, destaca-se a relevância da vigilância microbiológica para a garantia da segurança e qualidade da água mineral comercializada, impactando positivamente fabricantes, reguladores e consumidores. Ao identificar fragilidades nos processos produtivos de alguns fabricantes, o trabalho estimula melhorias nas práticas de produção e controle. A disseminação desses achados pode contribuir para a adoção de protocolos mais rigorosos, promovendo maior proteção à saúde pública. Além disso, a incorporação de métodos complementares e o monitoramento contínuo estabelecem bases para o desenvolvimento de padrões microbiológicos mais robustos, alinhados às exigências atuais de segurança alimentar e ambiental.

7. Conclusão

Esses resultados ressaltam a importância do monitoramento microbiológico contínuo e rigoroso em todas as etapas da cadeia produtiva da água mineral, desde a captação até o envase e armazenamento. A conformidade observada nos rótulos demonstrou o comprometimento com as normas regulatórias, mas a presença de coliformes totais nas amostras dos fabricantes A e C revelou fragilidades significativas nos controles sanitários desses processos, colocando em risco a segurança do consumidor. Além disso, evidenciam a necessidade de aplicação de testes bioquímicos complementares para identificação precisa dos microrganismos isolados, permitindo o laudo mais preciso e a implementação de medidas corretivas/protetivas eficazes.

De maneira geral, enquanto o fabricante B demonstra o maior nível de conformidade com os padrões microbiológicos exigidos, os fabricantes A e C apresentaram inconsistências que podem comprometer a segurança do consumidor, exigindo revisão e aprimoramento dos processos produtivos para garantir a qualidade da água mineral comercializada. Mas não podemos caracterizar as amostras B como livre de contaminação, pois a legislação define ausência de outros microrganismos não testados, além do nível máximo de 500 UFC/mL de bactérias heterotróficas³⁷.

8. Referências Bibliográficas

1. (Dicionário McGraw-Hill de Termos Científicos e Técnicos, 4^a ed.) - Data de lançamento: 1º de janeiro de 1999 - From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68014867> - 23/04/2025.
2. John D (2024) O papel da hidrosfera no ciclo da água: uma análise aprofundada. *J Earth Sci Clim Mudança*, 15: 808.
3. Água no mundo. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>>.
4. Termo MeSH - Data de introdução: 24 de junho de 2011 - From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68060766>
5. Agua para consumo humano. Disponível em: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>. Acesso em: 14 jun. 2025.
6. Sustainable Development Goal 6: Água potável e saneamento. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>>. Acesso em: 14 jun. 2025.
7. Água Mineral. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/agua-mineral>>. Acesso em: 14 jun. 2025.
8. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Agua para consumo humano. Disponível em: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>.
9. Sant'Ana A de S, Silva SCFL, Farani IOJ, Amaral CHR, Macedo VF. Qualidade microbiológica de águas minerais. *Food Sci Technol [Internet]*. 2003Dec;23:190–4. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000400035>
10. ANDREOLI, J.; TELMA MARY KANEKO; MITSUKO TABA OHARA. Controle biológico de qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos. [s.l: s.n.].
11. Ministério da Saúde. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>.
12. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n° 717, de 01/07/2022. Disponível em: <https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=RDC&numeroAto=00000717&seqAto=002&valorAno=2022&orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=9434&cod_modulo=310&pesquisa=true>.
13. Whitman WB, Coleman DC, Wiebe WJ. Prokaryotes: the unseen majority. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1998 Jun 9;95(12):6578-83. doi: 10.1073/pnas.95.12.6578. PMID: 9618454; PMCID: PMC33863.
14. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual Prático de Análise de Água. [s.l: s.n.]. v. 4º Edição
15. TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. *Microbiologia* - 12a Edição. [s.l.] Artmed Editora, 2016.
16. Instrução Normativa - IN nº 161, de 01/07/2022? Disponível em: <https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=INM&numeroAto=00000161&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_modulo=310&cod_menu=9434>. Acesso em: 11 jul. 2025.
17. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 724, de 01/07/2022. Disponível em: <https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=detalharAto&tipo=RDC&numeroAto=00000724&seqAto=002&valorAno=2022&orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&nomeTitulo=codigos&desItem=&desItemFim=&cod_modulo=310&cod_menu=9431>. Acesso em: 11 jul. 2025.

18. MURRAY, P. R. et al. Microbiologia medica. 8. ed. Milano: Edra, 2016.
19. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Enfermedades diarreicas. Disponible em: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>>.
20. BRITTO, F. B. et al. Avaliação do risco de contaminação hídrica por agrotóxicos no Perímetro Irrigado Betume no Baixo Rio São Francisco. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 9,
21. Morais, G. F. O., Vasco, A. N. do ., Britto, F. B., Lima, J. S., & Amaral, V. S. do .. (2025). Pesticide contamination of water for human consumption in Sergipe, Brazil (2014-2022). Revista Ambiente & Água, 20, e3020. <https://doi.org/10.4136/amb-agua.3020>
22. DUFOUR, A.; WORLD HEALTH ORGANIZATION. Animal waste, water quality and human health. London: Iwa Publishing, 2012.
23. Mirlean N, Machado MI, Osinaldi GM, Demoliner A, Baisch P. O impacto industrial na composição química das águas subterrâneas com enfoque de consumo humano (Rio Grande, RS). Quím Nova [Internet]. 2005Sep;28(5):788–91. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500010>
24. GONÇALVES, Edra da Silva. Nota Técnica nº 39: poluição hídrica pela mineração: vazamento de rejeitos no Rio das Velhas. Belo Horizonte: Divisão de Consultoria Legislativa/Câmara Municipal de Belo Horizonte, maio 2023. Disponível em: <www.cmbh.mg.gov.br/ACamara/publicacoes>. Acesso em: 11. 07. 2025.
25. IBGE. PANORAMA - SENSO
2022. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 11 jul. 2025.
26. Mata MMD, Santana ABC, Martins FP, Medeiros MAT. Quality and access to water for human consumption: a look at the state of Amazonas, Brazil. Cien Saude Colet. 2024 Aug;29(8):e05442023. Portuguese, English. doi: 10.1590/1413-81232024298.05442023. Epub 2023 Aug 23. PMID: 39140536.
27. Decreto Lei 7841. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del7841.htm>.
28. Ministério da Saúde. Disponível em:<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>.
29. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 717, de 01/07/2022. Disponível em: <https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=RDC&numeroAto=00000717&seqAto=002&valorAno=2022&orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=1696&cod_modulo=134&pesquisa=true>. Acesso em: 11 jul. 2025.
30. ANM. ANMlegis - Sistema de Legislação da Agência Nacional de Mineração - ANM. Disponível em:<https://anmlegis.datalegis.net/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000193&sgl_tipo=RES&sgl_orgao=DC/ANM/MME&vlr_ano=2024&seq_ato=000&cod_tipo=&des_item=&des_item_fim=&num_linha=&cod_modulo=351&cod_menu=8731>. Acesso em: 11 jul. 2025.
31. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Farmacopeia Brasileira. 7ª ed. Brasília: ANVISA; 2024.
32. Morgano MA, Schatti AC, Enriques HA, Mantovani DMB. Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas na região de Campinas, SP. Food Sci Technol [Internet]. 2002Sep;22(3):239–43. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000300007>
33. Rizzo-Benato RT, Gallo CR. Comparação da eficiência dos caldos *Escherichia coli* e caldo verde brilhante lactose bile na enumeração de coliformes termotolerantes em leite e sorvete de massa. Rev Inst Adolfo Lutz [Internet]. 1º de janeiro de 2007 [citado 13º de julho de 2025];66(1):18-25. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32843>
34. Gomes TP, Santana J da S, Carvalho LR de. AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADA NO MUNICÍPIO DE ITABUNA-BAHIA. Rev. Eletr. Farm. [Internet]. 31º de dezembro de 2015 [citado 13º de julho de 2025];12(4). Disponível em: <https://revistas.ufg.br/REF/article/view/36762>

35. Lima AP, Rezende AJ. Qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas no Distrito Federal [monography]. Brasília: Centro de Excelência em Turismo/UnB; 2007.
36. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. MICROBIOLOGIA CLÍNICA PARA O CONTROLE DE INFECÇÃO RELACIONADA À ASSISTÊNCIA À SAÚDE. [s.l: s.n.]. v. Módulo 5: Tecnologia em Serviços de Saúde: Descrição dos Meios de Cultura Empregados nos Exames Microbiológicos
37. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n° 664, de 30/03/2022. Disponível em: <https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=RDC&numeroAto=00000664&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=RDC/DC/ANVIA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=1696&cod_modulo=134&pesquisa=true>. Acesso em: 11 jul. 2025.
38. Fernandes ACG, Oliveira Filho SF, Borges IMS, Martins MS, Firmino L de Q, Silva CL, Silva JA da, Silva MH da, Freire JGTB, Silva JA. The use of the Pour-plate technique to analyze the quality of water for human consumption. RSD [Internet]. 2023Feb.22 [cited 2025Jul.11];12(3):e6112340419. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40419>. 3, p. 158–170, 11 maio 201