

O uso da técnica Pour-plate para análise da qualidade da água para consumo humano

The use of the Pour-plate technique to analyze the quality of water for human consumption

El uso de la técnica Pour-plate para analizar la calidad del agua para consumo humano

Recebido: 03/02/2023 | Revisado: 16/02/2023 | Aceitado: 17/02/2023 | Publicado: 22/02/2023

Amanda Cristiane Gonçalves Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8462-6171>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: amandafernandestt@gmail.com

Sileno Fernandes Oliveira Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2564-6313>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: fernandessileno@gmail.com

Igo Marinho Serafim Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3662-1859>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: igomarinho27@gmail.com

Miriam Souza Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3512-4770>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: miriam2009souza@gmail.com

Lílian de Queiroz Firmino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3919-4100>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: nailiufcgcta@gmail.com

Cleibson Lima Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0663-8828>
Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil
E-mail: cleibson.cls@gmail.com

Jucianny Araújo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8199-9212>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: juciannyaraujo@gmail.com

Maria Hozana da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0174-3538>
Universidade Estadual Vale do Acaraú, Brasil
E-mail: maria.hozana@hotmail.com

João Guilherme Tejo Barros Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4496-3250>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: contatojoaofreire2@gmail.com

Jéssica Araújo Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-2137>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: jeharaujo03@gmail.com

Resumo

Em suma, a maior parte das águas minerais consumidas pelos seres humanos são captadas através das fontes naturais ou poços artesianos. O processo de industrialização das águas minerais acontece quando as mesmas são transferidas para reservatórios através de bombas com tubos de PVC (policloreto de vinila) ou aço inoxidável para que nesse processo seja impedida a contaminação das águas captadas. A produção da água mineral na Região Metropolitana de Recife vem crescendo nos últimos anos e, economicamente, é uma das principais atividades extrativistas de minério da região. O Estado de Pernambuco possui 45 complexos de água mineral em atividade, das quais 27 são encontradas na Região Metropolitana do Recife. Se faz importante investigar e analisar a qualidade da água para consumo humano, visto que, é através do consumo dessas fontes hídricas que diversas doenças são proliferadas. O objetivo do presente estudo foi realizar a contagem de bactérias heterotróficas em amostras de água mineral de diferentes marcas comercializadas na região metropolitana de Recife-PE, utilizando o método "Pour-plate". Conforme o percentual que apresenta no primeiro período 85,71% (em conformidade) e 14,28% (não estão e conformidade). No segundo período 57,14% estão (em conformidade) e 42,85% (não estão em conformidade). Ou seja, no segundo período (junho a agosto) /2015 foi detectado uma alta porcentagem de águas que tiveram suas partidas de amostras que não estão em conformidade devido à presença de bactérias microbiológicas nas amostras de águas minerais analisadas. Em relação

aos períodos, é possível observar que no período de junho a agosto as análises microbiológicas tiveram um percentual maior de rejeição em relação ao período (janeiro a abril). O trabalho justifica-se pela importância que é a água para a sobrevivência e manutenção da vida. Além de ser uma alerta para um monitoramento mais intenso da potabilidade das águas por parte do órgão responsável, torna-se de fato importante investigar a qualidade dessa água que está sendo destinada ao consumo desde seu processo de envasamento até o destino final da água (nossas residências).

Palavras-chave: Bactérias; Microbiologia; Água de consumo; Análise físico-química.

Abstract

In short, most of the mineral waters consumed by human beings are captured through natural springs or artesian wells. The mineral water industrialization process happens when they are transferred to reservoirs through pumps with PVC (polyvinyl chloride) or stainless steel tubes so that in this process contamination of the collected water is prevented. The production of mineral water in the Metropolitan Region of Recife has been growing in recent years and, economically, it is one of the main mining activities in the region. The State of Pernambuco has 45 active mineral water complexes, of which 27 are found in the Metropolitan Region of Recife. It is important to investigate and analyze the quality of water for human consumption, since it is through the consumption of these water sources that various diseases are proliferated. The aim of this study was to perform the counting of heterotrophic bacteria in samples of mineral water from different brands marketed in the metropolitan region of Recife-PE, using the "Pour-plate" method. According to the percentage that presents in the first period 85.71% (in compliance) and 14.28% (not in compliance). In the second period, 57.14% are (compliant) and 42.85% (non-compliant). That is, in the second period (June to August) /2015, a high percentage of waters were detected that had their departures from samples that are not in compliance due to the presence of microbiological bacteria in the analyzed mineral water samples. Regarding the periods, it is possible to observe that in the period from June to August the microbiological analyzes had a higher percentage of rejection in relation to the period (January to April). The work is justified by the importance of water for the survival and maintenance of life. In addition to being an alert for more intense monitoring of the potability of water by the responsible body, it is in fact important to investigate the quality of this water that is being destined for consumption from its bottling process to the final destination of the water (our residences).

Keywords: Bacteria; Microbiology; Drinking water; Chemical physical analysis.

Resumen

En definitiva, la mayor parte de las aguas minerales consumidas por el ser humano son captadas a través de manantiales naturales o pozos artesianos. El proceso de industrialización de las aguas minerales ocurre cuando son trasladadas a los embalses a través de bombas con tubos de PVC (cloruro de polivinilo) o acero inoxidable, de modo que en este proceso se evita la contaminación del agua captada. La producción de agua mineral en la Región Metropolitana de Recife viene creciendo en los últimos años y, económicamente, es una de las principales actividades mineras de la región. El Estado de Pernambuco posee 45 complejos de agua mineral activos, de los cuales 27 se encuentran en la Región Metropolitana de Recife. Es importante investigar y analizar la calidad del agua para consumo humano, ya que es a través del consumo de estas fuentes de agua que se proliferan diversas enfermedades. El objetivo de este estudio fue realizar el conteo de bacterias heterótrofas en muestras de agua mineral de diferentes marcas comercializadas en la región metropolitana de Recife-PE, utilizando el método "Pour-plate". Según el porcentaje que presenta en el primer periodo 85,71% (cumple) y 14,28% (no cumple). En el segundo período, el 57,14% son (cumplidores) y el 42,85% (incumplidores). Es decir, en el segundo período (junio a agosto)/2015, se detectó un alto porcentaje de aguas que tenían sus salidas de muestras que no cumplen por la presencia de bacterias microbiológicas en las muestras de agua mineral analizadas. En cuanto a los períodos, se puede observar que en el período de junio a agosto los análisis microbiológicos tuvieron mayor porcentaje de rechazo en relación al período (enero a abril). El trabajo se justifica por la importancia del agua para la supervivencia y mantenimiento de la vida. Además de ser una alerta para un control más intenso de la potabilidad del agua por parte del organismo responsable, de hecho es importante investigar la calidad de esta agua que está siendo destinada al consumo desde su proceso de embotellado hasta el destino final del agua (nuestras residencias).

Palabras clave: Bacterias; Microbiología; Agua potable; Análisis físico químico.

1. Introdução

Na grande maioria das vezes as águas minerais são captadas através das fontes naturais ou poços artesianos perfurados. O processo de industrialização das águas minerais acontece quando as mesmas são transferidas para reservatórios através de bombas com tubos de PVC (Policloreto de vinila) ou aço inoxidável para que nesse processo seja impedida a contaminação das águas captadas. Após a água estar em reservatório, é imprescindível o processo de filtragem de partículas suspensas, bem como a adição de dióxido de carbono para redução e prevenção dos microrganismos.

O envasamento é o processo de fechamento das águas quando já estão dentro de embalagens, através de máquinas

automáticas para que seja evitado o processo de contaminação da água, além disso, é imprescindível que após o envasamento seja rotulada as embalagens. É no processo de rotulagem que se concretiza o processo de industrialização das águas, inserindo informações referentes aos parâmetros químicos e físico-químicos, além do local da fonte e empresa. Tais informações são imprescindíveis como forma de assegurar a qualidade da água, bem como tornar acessível para os órgãos fiscalizadores e consumidores.

A produção da água mineral na Região Metropolitana de Recife vem crescendo nos últimos anos e, economicamente, é uma das principais atividades extrativistas de minério da região. O Estado de Pernambuco possui 45 complexos de água mineral em atividade, das quais 27 são encontradas na Região Metropolitana do Recife, 6 na Zona da Mata, 11 no Agreste e uma no Sertão. Dos 27 complexos da RMR, 13 são encontradas no município do Recife, 7 no município de Paulista, 4 no município de Camaragibe, um no município do Jaboatão dos Guararapes, um no município de Abreu e Lima e um no município do Cabo de Santo Agostinho (Barreto, 2011).

O objetivo do presente estudo foi realizar a contagem de bactérias heterotróficas em amostras de água mineral de diferentes marcas comercializadas na região metropolitana de Recife-PE, utilizando o método “Pour-plate”.

O trabalho é justificado pela importância que é a água para a sobrevivência e manutenção da vida. Além de ser uma alerta para um monitoramento mais intenso da potabilidade das águas por parte do órgão responsável.

2. Referencial Teórico

2.1 Norma da potabilidade da água para o consumo humano no Brasil

A norma de qualidade de água para o consumo humano, aprovada pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, define que o controle da água consiste no “conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis destinados a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição.” A Norma dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relacionadas ao controle e à vigilância da qualidade da água nos diferentes níveis de governo e gestão (Brasil, 2011).

A utilização de testes para a determinação de indicadores de contaminação fecal em água é a maneira mais sensível e específica de estimar a qualidade da água em relação à higiene e cuidados primários à saúde. Os métodos mais utilizados são: a quantificação de coliformes totais e fecais, seguida da enumeração de bactérias heterotróficas totais (Bomfim et al., 2007).

A Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde no seu Capítulo V estabelece os limites de potabilidade da água para o consumo humano. Os limites são divididos em padrões: padrão microbiológico, padrão de substâncias químicas que oferecem risco à saúde e padrão de aceitação para consumo humano.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para o consumo humano De acordo com a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme a Tabela 1 (abaixo).

Tabela 1 - Padrão Microbiológico da Água Potável para Consumo Humano.

Parâmetro	Valor máximo permitido
Escherichia coli	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Ausência em 100 ml

Fonte: Ministério da Saúde, (2011).

2.2 Potabilidade da água subterrânea

A Portaria nº 231 de 31 de julho de 1998 do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) define em todo território nacional a metodologia e estudos que deverão ser feitos para definir as áreas de proteção de fontes, balneários e

estâncias de águas minerais e potáveis de mesa. As áreas de proteção, além da caracterização hidrogeológica, climática e físico-química, deverão apresentar a identificação das fontes de poluição e grau de vulnerabilidade dos agentes poluentes (Júnior, 1998). O DNPM regulamentou esta portaria devido à necessidade de se preservar a qualidade das águas subterrâneas, sendo evitado que aconteça uma poluição pontual ou difusa (Júnior, 1997).

2.3 Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde

De acordo com a Portaria 518/2004, em junho de 2003, foi instituída a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), que assumiu as atribuições do CENEPI (Centro Nacional de Epidemiologia), até então localizado na estrutura da FUNASA (Fundação Nacional da Saúde). Em virtude desse novo ordenamento na estrutura do Ministério da Saúde, a Portaria MS n.º 1.469/2000 foi revogada, passando a vigorar a Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004.

As alterações processadas foram, apenas, relacionadas à transferência de competências da FUNASA para a SVS e à prorrogação no prazo, para que as instituições ou os órgãos aos quais a Portaria se aplica promovessem as adequações necessárias ao seu cumprimento em alguns quesitos.

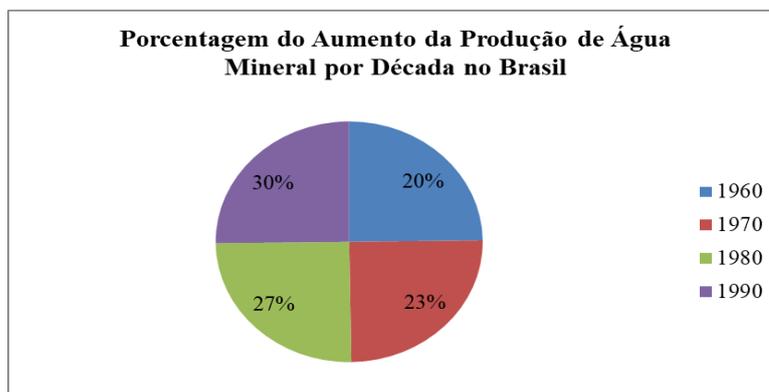
A Portaria MS n.º 518/2004 estabelece, em seus capítulos e artigos, as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe à missão de “vigilância da qualidade da água para o consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

2.4 Comercialização e produção de água mineral no Brasil

No século XX, até o ano de 1968, a produção brasileira de água mineral engarrafada foi mantida estável, a partir daí foi iniciada uma nova fase no mercado, com o lançamento do garrafão de vidro de 20 litros, que possibilitou a ampliação do mercado. Em 1970, outra novidade do envasamento e comercialização de águas minerais, que conquistou o consumidor, foi a garrafinha plástica de polietileno de baixa densidade - PEBD.

Em 1979, o crescimento do mercado aumentou ainda mais com a introdução do garrafão de 20 litros de policarbonato (Macêdo, 2001). Na Figura 1 apresenta a percentagem da produção de água engarrafada por década, demonstrando um aumento crescente no consumo de água mineral no Brasil

Figura 1 - Aumento da produção de água mineral por década no Brasil.



Fonte: Macêdo (2001).

No Brasil, as águas minerais são consideradas especiais e têm uma legislação própria, o Código de Águas Minerais, datado de 1945. A Legislação Brasileira considera a água mineral um minério, estando o Código de Águas Minerais, submetido aos princípios do Código de Mineração, datado de 1967 (Assis, 2011).

Segundo o Código de Águas Minerais, Capítulo I, Disposições Preliminares, Art. 1º: “águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa”.

A exploração de água mineral no Brasil obedece ao Código de Mineração e ao Código de Águas Minerais que constituem os instrumentos básicos legais reguladores da pesquisa e da lavra dessas águas no território nacional (DNPM, 2005). A coleta deve ser realizada sob condições que garantam a manutenção das características originais da água no poço ou fonte; essas águas devem permanecer estáveis dentro dos limites de flutuação, sem influência direta de águas superficiais (Brasil, 2006).

Além da implementação de várias medidas de higiene durante a captura e embalagem da água mineral tais como saneamento dos equipamentos e cuidados no armazenamento dos materiais de embalagem, cuidados especiais devem ser tomados durante o armazenamento e transporte do produto final. As garrafas cheias devem ser armazenadas e transportadas em condições que excluam a possibilidade de contaminação e proliferação microbiana e protejam o produto e sua embalagem de danos e de deterioração (Brasil, 2006).

Há regulamentação para tanques de captação com revestimento cerâmico em cor clara, iluminação com lâmpadas frias, não incandescentes e aberturas ou tampas de vidro para permitir observação. Outrossim, as bombas precisam ser de aço inoxidável.

3. Padronização das Águas Minerais e a Comercialização

Quanto aos padrões de identidade e características mínimas de qualidade para as águas minerais naturais e das águas naturais, são regulamentados no Brasil pela Resolução – RDC n.º 54 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de 15 de junho de 2000. Segundo a ANVISA, o termo água natural tem o mesmo significado de Água Potável de Mesa para o Decreto-Lei n.º 7.841, de 8 de agosto de 1945 do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

De acordo com o Decreto – Lei de nº 7.841, o mesmo surgiu com a necessidade de padronizar o aproveitamento das águas minerais brasileiras utilizadas em balneários ou para comercialização através do engarrafamento, o Presidente da República, Getúlio Vargas, em 8 de agosto de 1945, assinou o Decreto-Lei nº 7.841, publicado no DOU de 20 de agosto de 1945, conhecido como o "Código de Águas Minerais".

No art. 3º Serão denominadas "águas potáveis de mesa" as águas de composição normal provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que preencham tão somente as condições de potabilidade para a região.

Os limites de potabilidade de água são determinados pelos dados fornecidos do Departamento Nacional de Produção Mineral. Como a água é considerado um minério o DNPM passa a ser o órgão responsável para determinar a potabilidade conforme descrito no código de águas: “Parágrafo único. O Ministro da Agricultura, em portaria, estabelecerá os limites de potabilidade, de acordo com os dados fornecidos pelo DNPM.”

A exploração da água para os seus usos múltiplos está descrita em seu artigo 6º:

Art. 6º Por pesquisa de uma fonte de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, entendem-se todos os trabalhos necessários ao conhecimento do valor econômico da fonte e de seu valor terapêutico, quando existente, abrangendo, no mínimo:

I. O estudo geológico da emergência, compreendendo uma área cuja extensão seja suficiente para esclarecer as relações existentes entre as fontes e os acidentes geológicos locais, permitindo formar-se juízo sobre as condições de emergência no sentido de ser fixado criteriosamente o plano racional de captação.

II. O estudo analítico das águas e dos seus gases espontâneos, quando existentes, do ponto de vista de suas características químicas, físico-químicas e bacteriológicas.

Parágrafo único. O estudo das águas constará no mínimo dos seguintes dados:

I. Pressão osmótica e grau crioscópico, condutividade elétrica, concentração iônica e hidrogênio, teor em radônio e torônio da água e dos seus gases espontâneos; temperatura e vazão.

II. Análise química completa da água e dos gases dissolvidos, assim como sua classificação de acordo com as normas adotadas na presente lei.

III. Análise bacteriológica, compreendendo "testes" de suspeição, confirmatório e completo para o grupo coli-aerogêneo, assim como contagem global em 24 horas a 37° C e em 48 horas a 20° C, executado este exame de acordo com técnica a ser adotada oficialmente; será desde logo considerada poluída e imprópria para o consumo toda água que apresentar o grupo coli-aerogêneo presente em dez mil.

IV. Análise e vazão dos gases espontâneos (DECRETO-LEI Nº 7.841, 1945).

De acordo com o art.7º fica a cargo do órgão responsável DNPM a frequência das análises químicas e demais elementos que julgar necessário para assegurar a potabilidade dessa água.

Segundo a características microbiológicas para água mineral e água natural a resolução RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005 tem como objetivo fixar as características microbiológicas para água mineral natural e água natural.

4. Bactérias Heterotróficas

A contagem de bactérias heterotróficas, genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. O teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilme no sistema de distribuição. Serviram, portanto, de indicador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilme no sistema de distribuição (Guerra et al., 2006; Ministério da saúde, 2005).

A contagem de bactérias heterotróficas é amplamente utilizada como indicador da qualidade da água para consumo humano. A contagem destes microrganismos é geralmente realizada em placas contendo meios não seletivos ricos em nutrientes que permitam a multiplicação de uma ampla faixa de microrganismos (Guerra et al., 2006).

A importância da determinação da densidade de bactérias tem em vista que um aumento na população bacteriana pode comprometer a detecção de bactérias do grupo coliformes. Apesar da maioria das bactérias heterotróficas não ser patogênica, pode representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis (Funasa, 2006). A portaria nº. 518 de 2004 do Ministério da Saúde determina a contagem mensal de bactérias heterotróficas em sistemas de distribuição e limita a contagem destas em 500 UFC/mL (Brasil, 2004).

As bactérias, ditas heterotróficas, da flora natural da água, não são consideradas patogênicas, porém é importante que sua densidade seja mantida sob controle, pois uma concentração muito elevada de microrganismos na água pode causar riscos à saúde dos consumidores, tendo em vista que podem atuar como patogênicos oportunistas e causam deterioração da qualidade da mesma, ocasionando odores e sabores desagradáveis e produzindo limbo ou películas. Também podem influenciar como

inibidoras de alguns microrganismos, os quais, quando presentes em número elevado, podem impedir a detecção de coliformes (Santos, 1999).

As bactérias mesófilas aeróbias heterotróficas estão presentes em grande número e são indicativas de insalubridade. Segundo Farache Filho et al. (2008), mesmo que a maioria das bactérias heterotróficas da flora natural da água não seja considerada patogênica, é importante que sua densidade seja mantida sob controle, pois densidades muito elevadas dessas bactérias na água podem causar riscos à saúde do consumidor.

Em pesquisa realizada por Domingues et al. (2007) sobre contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano na cidade de Santa Maria, observaram que das 43 amostras analisadas, 23 resultaram em mais de 500UFC/mL.

5. Metodologia

5.1 Coleta e análises dos dados

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.

As amostras de água mineral foram adquiridas de forma aleatória, no comércio local da região metropolitana do Recife-PE, através de garrafinhas envasadas e lacradas no período de janeiro a abril de 2015 e no período de junho a agosto de 2015, estas por sua vez, sem a possibilidade de contaminação externa. Com o objetivo de quantificar, relacionar e comparar os parâmetros microbiológicos com os previstos na legislação vigente. Por se tratar de uma pesquisa sem objetivo de fiscalização foi julgado desnecessário os nomes das marcas comerciais e empresas.

Foi analisado neste trabalho um total de 70 amostras de águas minerais comercializadas em garrafas envasadas e lacradas que variam entre 300 a 500 ml para os dois períodos distintos, tendo em vista que as quantidades das amostras são consideradas pequenas para diagnosticar com precisão a qualidade da água mineral.

Para a análise microbiológica referente ao primeiro período janeiro a abril (período considerado de menor índice pluviométrico na região) foram utilizadas 35 amostras, onde estas se dividiram em 7 marcas diferentes e com partidas contendo 5 unidades cada. Para a análise referente ao segundo período junho a agosto (período considerado de maior índice pluviométrico na região) foram utilizadas 35 amostras, onde estas também se dividiram em 7 marcas diferentes e com partidas contendo com 5 unidades cada.

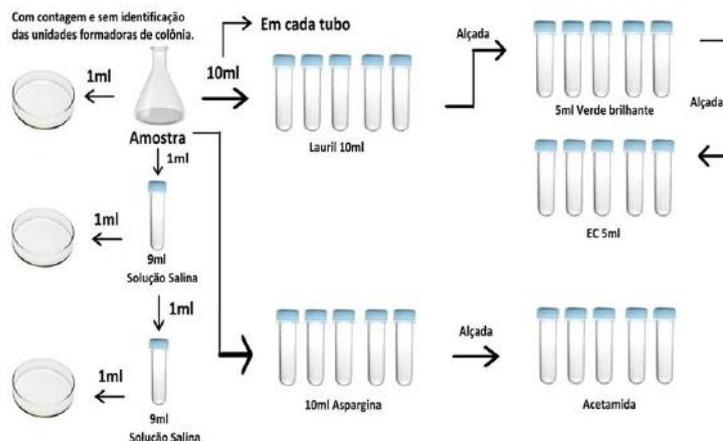
Foi adotada a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, como padrão para contagem de bactérias heterotróficas presentes nas amostras, pois esta dispõe sobre a qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade; sendo, neste caso, tomado como limite padrão de 500 (UFC/ml).

5.2 Contagem padrão de bactérias heterotróficas em placas (ufc/ml).

A contagem de bactérias heterotróficas foi determinada a partir da Técnica de Cultivo em Profundidade (Pour-plate Method), utilizando-se o meio de cultura Müeller Hinton Agar (MHA), seguindo-se as orientações determinadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

A Figura 2 (abaixo) mostra o processo das análises microbiológicas da água, bem como a determinação de bactérias do grupo de Coliforme Totais, determinação de bactérias do grupo Coliforme Termotolerantes, determinação de Pseudomonas Aeruginosas e Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas.

Figura 2 - Esquema para análise microbiológica das águas minerais e contagem de bactérias heterotróficas sem identificação.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Para a contagem, foram feitas duas diluições de cada amostra, foram utilizadas 1 ml da amostra e 9 ml de solução para diluição enriquecida com fósforo e magnésio em tubo de ensaio. Foi inoculado 1 ml em cada placa, da amostra e das diluições, foi adicionado nesta o meio de cultura Müller Hinton Agar (MHA) fundido. As placas foram homogêneas e, quando solidificado o meio, foi incubado em posição invertida em estufa regulada à 35°C +/- 1°C por 48 horas.

Transcorrido o tempo de inoculação, foi realizada a contagem das colônias formadas nas placas, expressando os resultados em unidades formadoras de colônias/ml (UFC/ml).

6. Resultados e Discussão

A análise microbiológica para águas potáveis baseou-se pela Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O padrão para Contagem de Bactérias Heterotróficas encontra-se nesta portaria no capítulo V, artigo 28, inciso 3º:

§ 3º Alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/ml (PORTARIA 2.914/2011).

Para a análise microbiológica das águas minerais referentes as sete marcas no período de (janeiro a abril de 2015) conforme a Portaria 2.914/2011 segue os resultados obtidos:

- MARCA A que corresponde as amostras (A1, A2, A3, A4 e A5) estão comprometidas e a partida será rejeitada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: A1 (4,12x10³ UFC/mL), A2 (1,45x10⁵ UFC/mL), A3 (4,56x10⁴ UFC/MI), A4 (8,69x10⁴ UFC/mL) e A5 (3,33x10⁴ UFC/mL). Foi ultrapassado os limites de contagens de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em desconformidade de acordo com a portaria.
- MARCA B que corresponde às amostras (B1, B2, B3, B4 e B5) estão aprovadas. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: B1 (2,74x10³ UFC/mL), B2 (141 UFC/mL), B3 (18UFC/MI), B4 (459 UFC/mL) e B5 (448 UFC/mL). Apenas a amostras B1 ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, foi analisada a partida que compreende as cinco amostras da marca B, a água potável para consumo humano está em conformidade com a portaria.
- MARCA C que correspondem as amostras (C1, C2, C3, C4 e C5) estão aprovadas. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: C1 (3 UFC/mL), C2 (1 UFC/mL), C3 (3 UFC/MI), C4 (2 UFC/mL) e C5 (1 UFC/mL). Nenhuma das

amostras da Marca C ultrapassa o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.

- MARCA D que correspondem as amostras (D1, D2, D3, D4 e D5) não estão comprometidas no que tange a qualidade microbiológica da água mineral e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: D1 (107 UFC/mL), D2 (128 UFC/mL), D3 (163 UFC/MI), D4 (116 UFC/mL) e D5 (159 UFC/mL). Nenhuma das amostras da Marca D ultrapassa o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.
- MARCA E que correspondem as amostras (E1, E2, E3, E4 e E5) não estão comprometidas no que tange a qualidade microbiológica da água mineral e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: E1 (1 UFC/mL), E2 (1 UFC/mL), E3 (5 UFC/MI), E4 (1 UFC/mL) e E5 (1 UFC/mL). Nenhuma das amostras da Marca E ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.
- MARCA F que correspondem as amostras (F1, F2, F3, F4 e F5) não estão comprometidas no que tange a qualidade microbiológica da água mineral e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: F1 (3 UFC/mL), E2 (4 UFC/mL), E3 (4 UFC/MI), E4 (3 UFC/mL) e E5 (4 UFC/mL). Nenhuma das amostras da Marca F ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.
- MARCA G que correspondem as amostras (G1, G2, G3, G4 e G5) não estão comprometidas no que tange a qualidade microbiológica da água mineral e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: G1 (23 UFC/mL), G2 (14 UFC/mL), G3 (30 UFC/MI), G4 (9 UFC/mL) e G5 (61 UFC/mL). Conclui-se, que nenhuma das amostras da Marca G ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.

Para melhor visualização, segue a Quadro 2 com a descrição dos resultados das amostras para as marcas analisadas no período de janeiro a abril de 2015.

Quadro 1 - Resultados das amostras no período de janeiro a abril de 2015.

MARCAS DAS AMOSTRAS	RESULTADOS
MARCA A	Partida Rejeitada
MARCA B	Partida Aprovada
MARCA C	Partida Aprovada
MARCA D	Partida Aprovada
MARCA E	Partida Aprovada
MARCA F	Partida Aprovada
MARCA G	Partida Aprovada

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Para a análise microbiológica das águas minerais referentes as sete marcas no período de (junho a agosto de 2015) conforme a Portaria 2.914/2011 segue os resultados obtidos:

- MARCA A que corresponde as amostras (A1, A2, A3, A4 e A5) estão comprometidas e a partida será rejeitada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: A1 ($4,68 \times 10^3$ UFC/mL), A2 ($6,17 \times 10^2$ UFC/mL), A3 ($10,38 \times 10^2$ UFC/MI), A4 ($4,24 \times 10^2$ UFC/mL) e A5 ($5,24 \times 10^2$ UFC/mL). Foi ultrapassado os limites de contagens de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em desconformidade de acordo com a portaria.
- MARCA B que corresponde as amostras (B1, B2, B3, B4 e B5) estão comprometidas e a partida será rejeitada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: B1 ($9,88 \times 10^3$ UFC/mL), B2 ($3,16 \times 10^4$ UFC/mL), B3 ($4,84 \times 10^3$ UFC/MI), B4 ($1,96 \times 10^4$ UFC/mL) e B5 ($2,3 \times 10^4$ UFC/mL). Foi ultrapassado os limites de contagens de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em desconformidade de acordo com a portaria.
- MARCA C que correspondem as amostras (C1, C2, C3, C4 e C5) estão comprometidas e a partida será rejeitada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: C1 ($2,8 \times 10^3$ UFC/mL), C2 ($2,7 \times 10^3$ UFC/mL), C3 ($1,25 \times 10^3$ UFC/MI), C4 ($4,28 \times 10^4$ UFC/mL) e C5 ($1,29 \times 10^4$ UFC/mL). Foi ultrapassado os limites de contagens de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em desconformidade de acordo com a portaria.
- MARCA D que correspondem as amostras (D1, D2, D3, D4 e D5) estão comprometidas e a partida será rejeitada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: D1 ($10,96 \times 10^2$ UFC/mL), D2 ($9,0 \times 10^2$ UFC/mL), D3 ($6,02 \times 10^2$ UFC/MI), D4 ($9,76 \times 10^2$ UFC/mL) e D5 ($1,29 \times 10^3$ UFC/mL). Foi ultrapassado os limites de contagens de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em desconformidade de acordo com a portaria.
- MARCA E que correspondem as amostras (E1, E2, E3, E4 e E5) não estão comprometidas e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: E1 (1 UFC/mL), E2 (3 UFC/mL), E3 (2 UFC/MI), E4 (1 UFC/mL) e E5 (2 UFC/mL). Nenhuma das amostras da Marca E ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.
- MARCA F que correspondem as amostras (F1, F2, F3, F4 e F5) não estão comprometidas no que tange a qualidade microbiológica da água mineral e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: F1 (0 UFC/mL), F2 (0 UFC/mL), F3 (0 UFC/MI), F4 (0 UFC/mL) e F5 (0 UFC/mL). Nenhuma das amostras da Marca E ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.
- MARCA G que correspondem as amostras (G1, G2, G3, G4 e G5) não estão comprometidas no que tange a qualidade microbiológica da água mineral e a partida será aprovada. Os resultados obtidos da contagem de bactérias são: G1 (146 UFC/mL), G2 (20 UFC/mL), G3 (26 UFC/MI), G4 (34 UFC/mL) e G5 (130 UFC/mL). Nenhuma das amostras da Marca E ultrapassou o limite de contagem de até 500 bactérias por amostra, portanto, como água potável para consumo humano esta água está em conformidade com a portaria.

Para melhor visualização, segue a Quadro 4 com a descrição dos resultados das amostras para as marcas analisadas no período de junho a agosto de 2015.

Quadro 2 - Resultados das amostras no período de junho a agosto de 2015.

MARCAS DAS AMOSTRAS	RESULTADOS
MARCA A	Partida Rejeitada
MARCA B	Partida Rejeitada
MARCA C	Partida Rejeitada
MARCA D	Partida Rejeitada
MARCA E	Partida Aprovada
MARCA F	Partida Aprovada
MARCA G	Partida Aprovada

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No primeiro período (janeiro a abril) /2015 foi constatada que as marcas A e B tiveram sua partida de amostras rejeitadas e as marcas C, D, E, F e G tiveram sua partida de amostras aprovadas. No Segundo Período (junho a agosto) /2015 as marcas A, B, C, D tiveram sua partida de amostras rejeitadas e as marcas E, F e G tiveram sua partida de amostras aprovadas. Conforme o percentual que apresenta no primeiro período 85,71% (em conformidade) e 14,28% (não estão em conformidade). No segundo período 57,14% estão (em conformidade) e 42,85% (não estão em conformidade). Ou seja, no segundo período (junho a agosto) /2015 foi obtida uma alta porcentagem de águas que tiveram suas partidas de amostras que não estão em conformidade devido à presença de bactérias microbiológicas nas amostras de águas minerais analisadas.

7. Considerações Finais

De acordo com a Portaria 2.914/2011 foi verificada a potabilidade das amostras de água analisadas. Em relação aos períodos é possível observar que no período de junho a agosto as análises microbiológicas tiveram um percentual maior de rejeição em relação ao período (janeiro a abril). É possível que, as chuvas que se infiltram no solo contaminado quando escoadas para as suas profundidades atinjam as águas subterrâneas e, conseqüentemente, ocasionando a poluição.

No período chuvoso, os lençóis subterrâneos aumentam seu nível, mesmo que a água da chuva escoe pelo solo, este por sua vez age como uma esponja absorvendo a carga de contaminantes, ainda assim, é possível que os níveis dos lençóis subterrâneos atinjam em partes o solo contaminado. Foi possível constatar uma relação entre os períodos e a quantidade de partidas rejeitadas. Este estudo sugere mais pesquisas que investiguem a relação dos períodos de chuva com a carga de contaminantes nas águas comercializadas.

Referências

- Assis, A. A. A. (2012). *Panorama da indústria de água mineral na região metropolitana do Recife*. Dissertação/UFPE, p.19.
- Bomfim, M. V. J. et al. (2012). Avaliação físico-química e microbiológica da água de abastecimento do laboratório de bromatologia da UERJ. São Paulo, *Revista Higiene Alimentar*, 21(152), 99-103.
- Brasil ANVS. Portaria n. 2914 – (2011). *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Brasília.
- Brasil MS. Portaria 518- (2004). Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, n. 59.
- Brasil MS Resolução n° 173 – (2006). Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural e a Lista de Verificação das Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 14.
- Buzzetti, A. R. (1998) Como montar uma empresa de água mineral. *Revista Engarrafador Moderno*, 60,32-37.

DNPM. *Departamento Nacional de Produção Mineral. Água mineral*, 2005.

Domingues, V. O. et al. (2007). Contagem de Bactérias Heterotróficas na Água Para Consumo Humano: Comparação Entre Duas Metodologias. *Revista Saúde. Santa Maria*, 33(1): 15-19.

Farache Filho, A.; & Dias, M. F. F. (2008). Qualidade microbiológica de águas minerais em galões de 20 litros. *Alimentação e Nutrição*, 19(3), 243-248.

Funasa. (2006). Fundação Nacional da Saúde. *Manual prático de análise de água*. Brasília.

Guerra, N. M. M. et al. (2006). *Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável*. Acta Sci. Biol. Sci. 28(1): 13-18

Júnior, M. N. F. (1997.) Portaria nº 222, de 28 de julho de 1997. *Publicada no Diário Oficial da União*.

Júnior, M. N. F. (1998). Áreas de proteção e fontes de águas minerais e potáveis de mesa. *Revista Engarrafador Moderno*, São Paulo, nº60, p.50-52.

Macêdo, J. A. B. (2001). *Água & Águas*. Livraria Varela, 503 p.

Ministério da saúde. (2012). Resolução - RDC nº. 54, de 15 de junho de 2012.

Ministério da saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004

Ministério da saúde. (2005). *Relatório das atividades vigiagua*. Brasília. 2005.

Santos, L. C. (1999). Laboratório Ambiental. *Cascavel: EDUNIOESTE*.