

**Qualidade das águas minerais quanto aos aspectos microbiológicos e físico-químicos analisadas no período de 2017 a 2019 na Região Metropolitana de Belém, Pa**

**Quality of mineral waters as to the microbiological and physical-chemical aspects analyzed from 2017 to 2019 in the Metropolitan Region of Belém, Pa**

**Calidad de las aguas minerales en cuanto a los aspectos microbiológicos y físico-químicos analizados de 2017 a 2019 en la Región Metropolitana de Belém, Pa**

Recebido: 16/07/2020 | Revisado: 04/08/2020 | Aceito: 07/08/2020 | Publicado: 14/08/2020

**Danielle Nazaré Salgado Mamede Pantoja**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9795-2726>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [danielle.salgado@hotmail.com](mailto:danielle.salgado@hotmail.com)

**Gysele Maria Morais Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3801-4312>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [gyselemorais@hotmail.com](mailto:gyselemorais@hotmail.com)

**Marcus Victor Almeida Campos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-5825>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [marcusvictor.campos@gmail.com](mailto:marcusvictor.campos@gmail.com)

**Nailda Gomes Pantoja**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8276-2337>

Laboratório Central do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [naildago@yahoo.com.br](mailto:naildago@yahoo.com.br)

**Gleice dos Santos Cabral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5097-5020>

Laboratório Central do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [gleicescabral@hotmail.com](mailto:gleicescabral@hotmail.com)

**Altem Nascimento Pontes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9001-4603>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [altempontes@hotmail.com](mailto:altempontes@hotmail.com)

**Hebe Morganne Campos Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7154-9947>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [hebemcr@gmail.com](mailto:hebemcr@gmail.com)

## **Resumo**

O incremento da poluição dos recursos hídricos por inúmeros efluentes gera insegurança junto à sociedade e ainda ocasiona em uma diminuição na qualidade da água mineral envasada e no seu objetivo principal de consumo que é a proteção à saúde. No entanto, a isenção ao risco a saúde humana só pode ser garantida quando os parâmetros microbiológicos, substâncias químicas e propriedades físicas estão de acordo com os padrões pré-estabelecidos em resoluções como a RDC 274 e 275 ANVISA/2005. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade de 10 marcas de água mineral comercializadas na Região Metropolitana de Belém em garrafão de 20L quanto aos parâmetros microbiológicos e físico-químicos frente às legislações vigentes. Das 60 amostras analisadas, apenas três marcas obtiveram 100 % de satisfatoriedade quanto aos ensaios microbiológicos, e entre as demais marcas observou-se 25% com presença de Clostrídio sulfito redutor, *Chromobacterium violaceum* e com maior frequência de coliformes totais. Quanto às análises físico-químicas pôde-se concluir que apesar do atendimento ao padrão estabelecido na legislação, é possível apontar a fragilidade do recurso hídrico, cuja qualidade da água pode estar estreitamente associada à profundidade do poço para captação da água, vulnerabilidade ambiental local, infiltração, lixiviação e manuseio no procedimento de envase.

**Palavras-chave:** Água mineral; Microbiologia; Físico-químico; Qualidade; Belém.

## **Abstract**

The increase in pollution of water resources by countless effluents generates insecurity with society and causes a decrease in the quality of bottled mineral water and in its main consumption objective, which is health protection. However, the risk exemption for human health is only guaranteed when the microbiological parameters, chemical substances and physical properties those are in accordance with the pre-established standards in resolutions such as RDC 274 and 275 ANVISA / 2005. In this sense, this work aimed to analyze the quality of 10 brands of mineral water marketed in the Metropolitan Region of Belém in a 20L bottle as to the microbiological and physical-chemical parameters according to the current legislation. Of the 60 samples analyzed, only three marks obtained 100% satisfaction with

regard to microbiological tests, and among the other brands, 25% were found with the presence of reducing sulfite Clostridium, Chromobacterium violaceum and with a higher frequency of total coliforms. Regarding the physical-chemical analyzes, it was concluded that despite the compliance with the standard established in the legislation, it is possible to point out the fragility of the water resource, whose water quality may be closely associated with the depth of the well to collect water, local environmental vulnerability, infiltration, leaching and handling in the filling procedure.

**Keywords:** Mineral water; Microbiology; Physicochemical; Quality; Belém.

### **Resumen**

El aumento de la contaminación de los recursos hídricos por la cantidad de efluentes genera inseguridad con la sociedad y también provoca una caída en la calidad del agua mineral embotellada y ningún objetivo principal de consumo, que es la protección de la salud. Sin embargo, la exención de riesgos para la salud humana solo está garantizada cuando los parámetros microbiológicos, las sustancias químicas y las propiedades físicas que están de acuerdo con los estándares preestablecidos en resoluciones como RDC 274 y 275 ANVISA / 2005. En este sentido, este trabajo tuvo como objetivo analizar la calidad de 10 marcas de agua mineral comercializadas en la Región Metropolitana de Belém en una botella de 20L en cuanto a los parámetros microbiológicos y físico-químicos de acuerdo con la legislación vigente. De las 60 muestras analizadas, solo tres marcas obtuvieron un 100% de satisfacción con respecto a las pruebas microbiológicas, y entre las otras marcas, el 25% se encontraron con la presencia de sulfito reductor Clostridium, Chromobacterium violaceum y con una mayor frecuencia de coliformes totales. Con respecto a los análisis físico-químicos, se concluyó que a pesar del cumplimiento del estándar establecido en la legislación, es posible señalar la fragilidad del recurso hídrico, cuya calidad del agua puede estar estrechamente asociada con la profundidad del pozo para recoger agua, la vulnerabilidad ambiental local, infiltración, lixiviación y manipulación en el procedimiento de llenado.

**Palabras clave:** Agua mineral; Microbiología; Físicoquímico; Calidad; Belém.

### **1. Introdução**

A degradação dos recursos hídricos proveniente da poluição por inúmeros efluentes gera insegurança pela sociedade para os usos essenciais. Nesse sentido, recorre-se a água mineral por considera-la saudável, por isso ela deve seguir as boas práticas de higiene na

captação, processamento e envase (Farache Filho & Dias, 2008). Além disso, outros fatores como custo, comodidade, proteção à saúde e características organolépticas, podem influenciar a percepção da população sobre a qualidade da água mineral envasada.

De acordo com a empresa de consultoria internacional *Beverage Marketing Corporation* (BMC), o Brasil é o quinto maior mercado de água engarrafada no mundo no ano de 2017 com um aumento de 5.2% em relação ao ano anterior (Brasil, 2018). No ano de 2016 o Estado do Pará foi responsável por comercializar cerca de 472.365 10<sup>3</sup> L de água mineral, segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (Brasil, 2017). Estes dados apontam que a procura por água mineral é considerável e seu consumo pode ser associada a precariedade da água fornecida pelo abastecimento público. No entanto, a isenção ao risco a saúde humana só é garantida quando os parâmetros microbiológicos, substâncias químicas e propriedades físicas estão de acordo com os padrões pré-estabelecidos em resoluções (Brasil, 2005).

O Código de Águas Minerais estabelecida no Decreto-Lei nº 7.841 de 08 de agosto de 1945 define como água mineral originária de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas que possuem composição química e física distintas das águas comuns (Brasil, 1945). Ainda, para estabelecer a qualidade da água mineral são instituídas as RDC nº 274 e 275 de 25 de setembro de 2005, onde a primeira descreve os limites para substâncias químicas e a última para ensaios microbiológicos (Brasil, 2005).

A Região Metropolitana de Belém (RMB) no Pará é composta por sete municípios onde quatro delas, Belém, Ananindeua, Benevides e Santa Isabel, estão instaladas as fábricas de envase de água mineral (Ipea, 2016). Estes concentram 1/3 da população paraense e possuem particularidades econômicas modernas e tradicionais (Pereira & Vieira, 2016). Nesse contexto, o rápido crescimento urbano aflorou os impactos ambientais, como supressão da vegetação, conflito pela demanda por abastecimento, poluição de rios e propagação de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado.

Tendo o consumo de água mineral se intensificado a cada ano com o propósito, por parte dos consumidores, de ter acesso à água de boa qualidade e que não traga malefícios à sua saúde, este trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade microbiológica e físico-química de águas minerais comercializadas na RMB no período de 2017 a 2019.

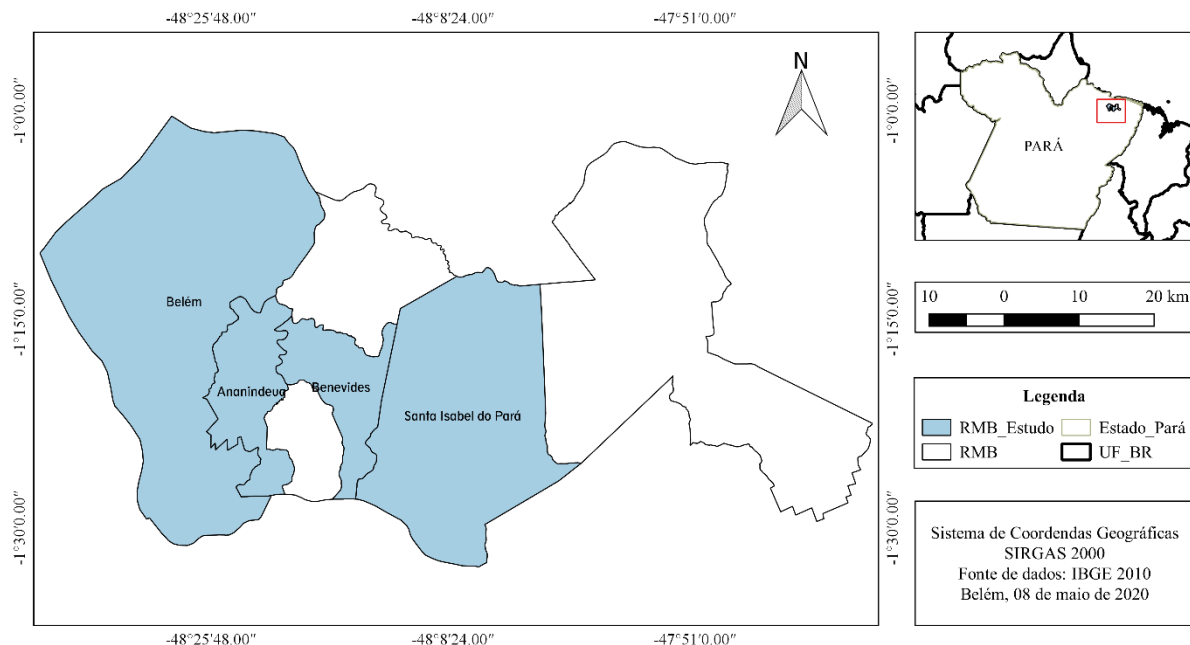
## 2. Metodologia

### 2.1. Área de estudo

A Região Metropolitana de Belém (RMB), segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, tem como censo demográfico 2,275 milhões de habitantes (IBGE, 2010). O clima da região é quente e úmido de acordo com a classificação Af de Köppen. É uma região chuvosa com maior índice no período de dezembro a maio e com menor índice entre os meses de junho a novembro e está situada na foz do rio Pará as margens do rio Guamá e da baía do Guajará (Ipea, 2016).

Os locais das amostras estão presentes na RMB que é composta por sete municípios, particularmente Belém, Ananindeua, Benevides e Santa Isabel do Pará, apresentada na Figura 1. Estes municípios apresentam características do aquífero do grupo barreiras, principal aquífero costeiro no país, considerados no nível eustático raso podendo acarretar na contaminação por efluentes (Oliveira Filho, Toro & Silva, 2018).

**Figura 1** – Mapa dos municípios das amostras de água mineral coletadas.



Fonte: Autores (2020).

## 2.2. Amostragem

Foram analisados lotes de dez marcas distintas de água mineral em galão de 20L identificadas como m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9 e m10. Elas foram recebidas no setor de gerenciamento de amostras do Laboratório Central do Estado do Pará e encaminhadas para os setores de análises microbiológicas e físico-químicas onde foram realizados os ensaios.

Avaliaram-se 60 amostras de conveniência, onde o número amostral representa o total de pedidos recebidos no período de março de 2017 a junho de 2019 através da demanda espontânea requeridas pela Vigilância Sanitária do Estado do Pará, conforme apresentado na Tabela 1. Foram usados como parâmetros bem como valores de referências, aqueles citados na Resolução RDC nº 275, ANVISA, de 22 de setembro de 2005 para águas minerais para os ensaios microbiológicos e Resolução RDC nº 274, ANVISA, de 22 de setembro de 2005 para os parâmetros físico-químicos.

**Tabela 1** – Quantidade de amostras analisadas para cada marca no período de 2017 a 2019.

Marcas	Quantidade de amostras coletadas nos referentes anos		
	2017	2018	2019
m1	0	3	4
m2	2	3	3
m3	5	5	0
m4	1	4	0
m5	2	3	3
m6	0	1	0
m7	0	0	2
m8	3	4	3
m9	2	0	0
m10	1	3	3

Fonte: Autores.

## 2.3. Análise laboratorial

No momento da abertura do galão, realizou-se assepsia na tampa com álcool 70% e o lacre era cortado com lâmina flambada.

A determinação dos Coliformes totais e *Escherichia coli* foi realizada pelo método do substrato definido (cromogênico-fluorogênico) com meio Colilert® (Idexx Laboratories Inc., US).

A determinação de Enterococos foi realizada pelo método de tubos múltiplos (cromogênico fluorogênico) com os meios Enterolert® (Idexx Laboratories Inc., US).

Os resultados foram expressos como presença ou ausência de microorganismo em 100 mL da amostra analisada, seguindo orientações da American Public Health Association (APHA). Alíquotas de 100 mL de água eram vertidas assepticamente em saco Nasco estéril para pesquisa de cada variável microbiológica. As alíquotas coletadas eram, então, misturadas aos respectivos meios e agitadas para completa dissolução dos reagentes. Em seguida, incubadas conforme recomendação do fabricante para cada meio: Colilert®: 24 horas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ; Enterolert ®: 24 horas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Após o tempo de incubação era realizada a leitura. No caso dos coliformes totais, a positividade da amostra era verificada, em luz ambiente, mediante a presença de coloração amarela. Para determinação de *E. coli* e Enterococos as amostras eram expostas à luz UV 365 nm; em caso de fluorescência, o resultado era considerado positivo.

Para *Pseudomonas aeruginosa* foi retirado um volume de 100 mL das amostras e filtradas em membrana de acetato de celulose (Millipore) de  $0,45\ \mu\text{m}$  de porosidade. A seguir as membranas foram colocadas em placas contendo o meio de cultura ágar Centrimide e incubadas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}/48$  horas em câmara úmida com as placas invertidas. Após a incubação, foi considerada as colônias com coloração esverdeada e fluorescentes à exposição de luz ultravioleta. As colônias eram então repicadas para meio de cultura ágar Leite e incubadas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}/48$  horas. Após incubação, a leitura era realizada considerando como colônias típicas as que hidrolisaram a caseína e produziram pigmento verde. Os resultados eram expressados em UFC/100 mL.

A fim de determinar o *Chomobacterium violaceum* foi filtrado um volume de 100 mL em membrana de acetato celulose (Millipore) de  $0,45\ \mu\text{m}$  de porosidade. Após a membrana foi transferida para caldo TSB e incubada por  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}/24$  horas, do frasco procedeu-se à semeadura em superfície em placas de ágar nutriente, as quais foram incubadas a  $35 \pm 1^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ . Colônias isoladas características, de cor roxa ou violeta contendo o pigmento violaceína, foram retiradas da placa e procedeu-se a realização de triagem bioquímica para confirmação de isolados.

Com intuito de identificar e quantificar o Clostridio Sulfito Redutor foi usado o ensaio dos tubos múltiplos em meio de cultura Caldo DRCM concentração dupla. Para este ensaio,

100 mL da amostra era aquecida em banho maria à 75°C por 10 minutos. Para cada amostra 10 tubos do meio eram aquecidos em água em ebulição (100°C) por 10 minutos e posteriormente este meio era submetido a um choque térmico em banho de água gelada. Aos tubos eram adicionados 0,4 mL da solução constituída de sulfito de sódio a 4% e citrato férrico a 7%(50%/50%). Após, 10 mL de amostra eram adicionada aos tubos e incubada a 35°C ± 0,5°C por 48 horas em jarra de anaerobiose.

As amostras que desenvolviam turvação densa enegrecidas eram confirmadas com semeio em meio de cultura caldo leite tornassolado, os quais eram aquecidos em água em ebulição por 5 minutos e resfriados seguindo em água gelada, semelhante ao semeio em caldo DRCM para que haja a remoção do ar. As amostras em caldo leite tornassolado eram incubadas a 35°C ± 0,5°C por 48 horas em jarra de anaerobiose e procedia-se a leitura considerando como positivos os tubos que apresentavam formação de coágulos e acidificação. Os resultados eram expressos em NMP/100 mL.

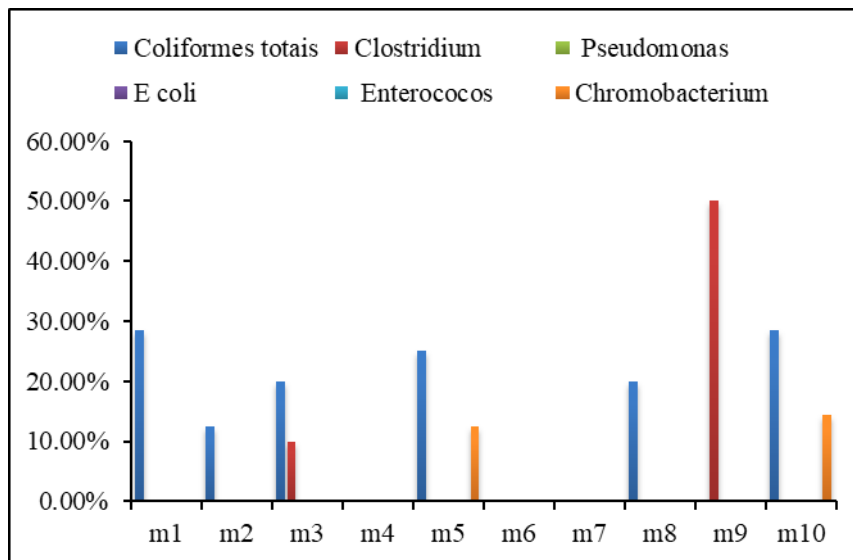
Após a liberação dos ensaios microbiológicos a amostra era encaminhada para realização dos ensaios físico-químicos. Para o parâmetro pH utilizou-se o método potenciométrico e para condutividade usou-se um condutímetro de bancada. As concentrações das frações de nitrogênio em nitrato e nitrito foram determinadas por reação colorimétrica e com leituras da intensidade de cor realizada no espectrofotômetro da HACH DR 3900. Para cloreto utilizou-se o método de titulometria seguindo as recomendações de American Public Health Association (APHA, 2017).

### 3. Resultados e Discussão

As análises microbiológicas foram definidas como ausência ou presença para 100 mL de amostra. O resultado adquirido, de acordo com a RDC 275/2005, apontam que as marcas M4, M6 e M7 atenderam o padrão de ausência estabelecida na legislação, portanto, caracterizada satisfatória para consumo. Por outro lado, as marcas M1, M2, M3, M5, M8, M9 e M10 das amostras totais apresentaram 25% com presença de Clostrídio sulfito redutor, *Chromobacterium violaceum* e com maior frequência de coliformes totais. A porcentagem de presença de microorganismos está descrita na Figura 2.



**Figura 2** – Gráfico da porcentagem de presença de microrganismo nas amostras de água mineral.



Fonte: Autores (2020).

A presença de *Chromobacterium violaceum* em amostras de água mineral pode estar relacionada com o próprio ambiente onde é encontrada naturalmente, sendo que as infecções em animais são mais frequentes, sendo relatados casos em porcos, cães e raras em humanos, embora, quando ocorra, provoque quadros septicêmicos graves que normalmente levam ao óbito, sendo assim não é tolerável sua presença em águas destinadas a consumo humano, podendo trazer risco a indivíduos imunocomprometidos (Dias *et al.*, 2005).

A contaminação por coliformes totais não é um parâmetro concreto de infecção por contaminação fecal, pois este grupo pode incluir patógenos não entéricos, sendo um indicador do não atendimento as condições sanitárias no processo de envase, portanto, considerado ainda assim um parâmetro de contaminação (Pinto, 2017).

Estudos de Galvão *et al.* (2013) em Marabá, região sudeste paraense, não detectaram em suas amostras de água mineral a presença de coliformes totais, bem como, na pesquisa de Cunha *et al.* (2012) em Macapá, capital do Amapá. Por outro lado, as regiões litorâneas que possuem características do aquífero Barreiras, poços rasos e com maior vulnerabilidade, tiveram infiltração de matérias orgânicas carregadas no período de chuvas e apresentaram a presença de coliformes totais descrito na pesquisa dos autores Almeida *et al.* (2019) no Estado do Ceará onde descreve que 52% de suas amostras de água mineral contém contaminação por coliformes totais.

Segundo Merino (1976), Clostrídios sulfito redutores são indicadores de contaminações remotas porque seus esporos possuem resistência considerável em águas minerais naturais. Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com os achados de Fewtrell *et al.* (1997), onde foram analisadas 1082 unidades de 17 marcas de águas engarrafadas vendidas na Inglaterra e encontradas 4 contendo coliformes totais, 1 contendo clostrídios sulfito redutores e 13 contendo *P. aeruginosa* em amostras correspondendo a 11 marcas. Esse fato foi atribuído à deficiência na extração e engarrafamento das águas. Estes resultados mostram um déficit na qualidade dessas águas quando comparadas com o estudo realizado por Warburton (1993) que não constataram a presença de clostrídios sulfito redutores em 267 amostras de águas engarrafadas consumidas no Canadá.

As amostras de água mineral para os parâmetros nitrato e nitrito atenderam a RDC 274/2005. O parâmetro pH e condutividade não estão descritos na resolução, por outro lado, estão presentes na Portaria de Consolidação nº 5/2017 destinada ao consumo humano e seu padrão de potabilidade. No entanto, essa portaria não se aplica à água mineral após envasamento, por isso ela não será parâmetro para os dados que serão discutidos. Ademais, foi realizada a estatística descritiva, média e desvio padrão para as dez marcas. Para M6 e M7 não houve dispersão dos dados amostrais, por isso o valor do desvio padrão igual a zero. Usou-se a média para descrever um único valor das amostras, apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2** – Média, desvio padrão e o valor máximo permitido (VMP) pela RDC 274/2005 dos parâmetros de cada marca analisada.

Marca	Condutividade	pH	Nitrato	Nitrito
M1	33.06 ± 9.98	4.98 ± 0.167	0.82 ± 0.60	0.002 ± 0.003
M2	33.10 ± 10.17	5.05 ± 0.35	1.30 ± 0.51	0.005 ± 0.003
M3	38.53 ± 8.80	5.06 ± 0.53	0.95 ± 0.55	0.005 ± 0.004
M4	35.54 ± 2.61	4.58 ± 0.23	1.48 ± 1.10	0.008 ± 0.007
M5	27.47 ± 6.94	4.94 ± 0.38	1.22 ± 0.68	0.006 ± 0.004
M6	127.5 ± 0.00	4.36 ± 0.00	5.6 ± 0.00	0.013 ± 0.00
M7	26.49 ± 3.61	5.43 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
M8	50.40 ± 18.30	5.01 ± 0.32	1.65 ± 0.47	0.005 ± 0.004
M9	33.82 ± 0.84	5.08 ± 0.19	1.80 ± 0.70	0.011 ± 0.004
M10	33.52 ± 6.46	4.92 ± 0.17	1.14 ± 0.83	0.004 ± 0.002
VMP	-	-	50 mg.L <sup>-1</sup>	0.02 mg.L <sup>-1</sup>

Fonte: Autores (2020).

Para pH a pesquisa buscou associar as características do aquífero barreiras predominante na RMB. O pH está ligado a concentração do íons hidrogênio  $H^+$  que indicam acidez, neutralidade ou alcalinidade. Em relação a este parâmetro as médias se mantiveram entre 4.36 a 5.43 considerada levemente ácida, apresentada na tabela 1. Segundo Bertolo, Hirata e Fernandes (2007) este aquífero de captação da água mineral apresenta baixa mineralização e podem ser influenciadas pelo índice pluviométrico através da lixiviação de minerais. Nos estudos de Freddo Filho (2018) no aquífero barreiras no município de Benevides, não apresentou diferença significativa de pH entre o período chuvoso, que variou entre 4.33 a 5.84 e pouco chuvoso, variando de 4.48 a 5.96. Para Tavares *et al.* (2020) ao avaliar a qualidade da água mineral em Pernambuco descreveu que 67% do total das amostras coletas apresentaram pH ácido contribuindo para a associação da captação da água mineral de aquífero barreiras.

Para calcular a capacidade da água em conduzir corrente elétrica é utilizado o parâmetro de condutividade elétrica. Isto indica que quanto maior a quantidade de íons dissolvidos e concentração de sais minerais na água, maior o valor numérico da condutividade. Uma pesquisa referente ao aquífero barreiras no município de Belém e Benevides indicam uma variação na média de 35,53  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 39.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo o menor valor referente ao período mais chuvoso, corroborando com a maioria dos dados obtidos (Oliveira Filho, Toro & Silva, 2018). Por outro lado, em uma pesquisa realizada na Região Metropolitana de Recife a condutividade para água mineral para duas marcas foi de 76.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 126.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Tavares *et al.*, 2020). Particularmente a M6, visto na tabela 1, foi coletada no período mais chuvoso e apresentou o maior valor de condutividade, pH e nitrato  $\text{NO}_3^-$ , permitindo inferir que possivelmente há interferência por atividades antropogênicas e influência da lixiviação que desloca partículas minerais.

Para nitrato  $\text{NO}_3^-$  e nitrito  $\text{NO}_2^-$  as amostras das águas minerais mantiveram-se no padrão estabelecido pela RDC 274/2005. Os compostos de nitrogênio em diferente número de oxidação são essenciais para estabelecer a qualidade da água, pois eles são estão associados a efeitos adversos para a saúde humana. Um exemplo da preocupação de presença de nitrato em água ocorreu na Alemanha, cujo custo da água se elevou devido ao excesso de nitrato, consequência do uso de fertilizantes químicos, dificultando o tratamento da água, além de expor a saúde da população germânica (Gomes, 2017).

No Brasil, nitrato e nitrito são os contaminantes de maior incidência em aquíferos, oriundos de atividades agrícolas, disposição de resíduos sólidos e a falta de infraestrutura no

saneamento básico. Segundo Freddo Filho (2018) no aquífero barreiras o parâmetro nitrito variou 0,024 a 0,16 mg/L e o nitrato apresentou maiores valores no período chuvoso quando o volume do lençol freático aumenta, o valor variou de 0,7 a 38,5 mg/L e no período menos chuvoso variou de 0,4 a 18,6 mg/L. Para as águas minerais comercializadas na RMB com cinco marcas diferentes obteve-se o maior valor de nitrato de 5,39 mg/L (Rodrigues *et al.*,2019).

O nitrato presente na M6, tabela 2, se assemelha a forte ocupação urbana da cidade de São Paulo, caracterizada por um aumento aproximado de 4 vezes no intervalo de dez anos de monitoramento (Bertolo, Hirata & Fernandes, 2007). Além disso, essa marca também apresentou maior acidez, corroborando com uma poluição sanitária de um aquífero raso que é suscetível a circulação de nitrato atestando a vulnerabilidade à contaminação. Dessa forma, a ocorrência de nitrato em água mineral se deve mais ao fato da proximidade da fonte a possíveis contaminantes (Oliveira Filho, Toro & Silva, 2018).

Portanto, apesar do atendimento ao padrão estabelecido nessa pesquisa, estudos apontam a fragilidade do recurso hídrico, cuja qualidade da água pode estar estreitamente associada à profundidade do poço para captação da água, vulnerabilidade ambiental local, infiltração, lixiviação e manuseio no procedimento de envase.

#### **4. Considerações Finais**

As dez marcas de águas minerais analisadas para nitrato e nitrito estão dentro do padrão da RDC 274/2005. Importante a atenção para esses parâmetros, pois avalia possíveis fontes de contaminação próxima a captação da água combinado a fatores ambientais e climáticos da região. Para pH e condutividade a RDC não as cita, tampouco pode-se utilizar a Portaria de Consolidação nº 5/2017, já que ela esclarece em seu parágrafo único a não aplicação para água mineral envasada. Portanto, esses parâmetros supracitados corroboram com os estudos referentes aos poços de captação do tipo aquífero barreiras para o envasamento de água mineral.

Entretanto, diante dos resultados microbiológicos obtidos, concluiu-se que existem falhas nos procedimentos de desinfecção e manipulação para água mineral natural, pois das 10 marcas analisadas, sete marcas apresentaram insatisfatoriedade para algum microorganismo presente acima do valor máximo permitido pelas resoluções sanitárias vigentes, impactando diretamente na qualidade microbiológica destas águas. Por esse motivo, destaca-se a necessidade de rotina adicional de monitoramento dessas amostras para

realização de testes microbiológicos que visem garantir a segurança alimentar do consumidor destas águas envasadas comercializadas na região Metropolitana de Belém.

## Referências

Almeida, L. C., Burgoa, M. I. R., Araújo, V. A., Cabral, L. A., Costa, M. T. P., Melo, C. B., Fraga, A. C. A. (2019). Um olhar analítico sobre as águas envasadas no Estado do Ceará. *Revista Científica da Escola de Saúde Pública do Ceará*. (2) 13: 24-27.

Bertolo, R., Hirata, R., & Fernandes, A. (2007). Hidrogeoquímica das águas minerais envasadas do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. (3) 37, 515-529.

Brasil (2017). Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Estadual - Pará / Coord. Marina Marques Dalla Costa et al.; Equipe Técnica por Maria do Rosário Miranda Costa et al. – Brasília: DNPM, 2017. 20 p.: il.

Brasil (2018). Departamento Nacional de Produção Mineral. *Sumário Brasileiro Mineral*. Série estatística e economia mineral. Recuperado de <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/pasta-sumario-brasileiro-mineral-2018/agua-mineral>.

Brasil (1945). *Decreto-Lei n.º 7.841, de 08 de agosto de 1945*. Código de Águas Minerais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 ago. 1945. Seção 1.

Brasil (2005). *Resolução RDC n.º 274 de 22 de setembro de 2005*. Regulamento técnico para águas envasadas e gelo (físico-químico).

Brasil (2005). *Resolução RDC n.º 275 de 22 de setembro de 2005*. Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural.

Cunha, H. F. A., Lima, D. C. I, Brito, P. N. F., Cunha, A. C., Silveira Junior, A. M., Brito, D. C. (2012). Qualidade físico química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente & Água*. (7) 3, 155-165.

Dias, J. P., Silvany, C., Saraiva, M. M., Ruf, H. R., Guzmán, J. D., Carmo, E. H. Chromobacteriosis in Ilhéus, Bahia: epidemiologic, clinical and laboratorial investigation. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* (38) 6.

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

Fewtrell, L., Kay, D., Wyer, G. A., & O’neill, G (1997). Microbiological quality of bottled water. *Water Science and Technology*, (35) 11-2, 47-53.

Freddo Filho, V. J. (2018). *Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero barreiras: Estudo de caso em Benevides*. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Recursos Hídricos (PPRH), Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

Galvão, M. F., Silva, P. A. S., Figueiredo, E. L.(2013) Perfil físico-químico e microbiológico de águas minerais comercializadas no município de Marabá – Pará. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial.* (7) 2, 1088-1097.

Gomes, K. *Alemanices: beber água da torneira à vontade*. Recuperado de <https://www.dw.com/pt-br/alemanices-beber-%C3%A1gua-da-torneira-%C3%A0-vontade/a-40412009>.

Ipea (2016). *Caracterização e quadros de análise comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: Análise comparativa das funções públicas de interesse comum (componente 2)*. Relatório de Pesquisa Região Metropolitana de Belém.

Midani, S., & Rathore, M. (1998) Chromobacterium violaceum infection. *Southern Medical Journal*; 91(5), 464-466.

Merino, J. R (1976). Méthodes microbiologiques d’analyse des eaux minerales. *Ann. Inst. Super. Sanità*, (12), 142-69

Oliveira Filho, O. B. Q, Toro, M. A. G., Silva, W. C. M. (2018). Caracterização hidrogeoquímica dos sistemas aquíferos barreiras e pirabas da região metropolitana de belém (RMB) e investigação de possíveis misturas entre as águas. *Cadernos de Geociências*. (14) 1-2: 8-23.

Pereira, F. S., & Vieira, I. C. G. Expansão urbana da Região Metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. *Revista Ambiente & Água*. (11) 3, 731-744.

Pinto, U (2017). *Microorganismos indicadores*. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental FCF/USP.

Rodrigues, D. C., Cordeiro, A. L. M., Martins, R. S., Sousa, L. P. A., Santana, L. R. (2019). *Características físico-químicas de cinco marcas de água mineral comercializadas em Belém-PA. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 30.

Tavares, R. G, Gusmão, A. C. S., Silva, R. S. O., Silva, G. F. M, Andrade, P. K. B., Rocha, E. A. (2020). Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. *Revista GEAMA*, 6 (1), 58-63.

Warburton, D. W (1993). A review of the microbiological quality of bottled water sold in Canada. Part 2. The need for more stringent standards and regulations. *Canadian Journal of Microbiology*, (39), 158-168

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Danielle Nazaré Salgado Mamede Pantoja – 20%

Gysele Maria Morais da Costa – 20%

Marcus Victor Almeida Campos – 15%

Nailda Gomes Pantoja – 10%

Gleice dos Santos Cabral – 10%

Altem Nascimento Pontes – 10%

Hebe Morganne Campos Ribeiro – 15%