



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**ESTUDO COMPARATIVO DA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DAS ÁGUAS
ADICIONADAS DE SAIS NO ALTO SERTÃO DA PARAÍBA**

WINÍCIO DE ABREU ALVES

CAJAZEIRAS, PB

2021

WINÍCIO DE ABREU ALVES

**ESTUDO COMPARATIVO DA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DAS ÁGUAS
ADICIONADAS DE SAIS NO ALTO SERTÃO DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, do Centro de Formação de Professores, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Cajazeiras, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva

CAJAZEIRAS, PB

2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação -(CIP)

A474e	<p>Alves, Winício de Abreu. Estudo comparativo da eficiência no tratamento das águas adicionadas de sais no Alto Sertão da Paraíba / Winício de Abreu Alves. - Cajazeiras, 2021. 23f. : il. Bibliografia.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva. Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2024.</p> <p>1. Análise da água. 2. Água envasada. 3. Tratamento da água. 4. Água adicionada de sais. 5. Padrões de potabilidade. I. Silva, Everton Vieira da. II. Título.</p>
UFCG/CFP/BS	CDU – 543.3

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Denize Santos Saraiva Lourenço CRB/15-046

**ESTUDO COMPARATIVO DA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DAS ÁGUAS
ADICIONADAS DE SAIS NO ALTO SERTÃO DA PARAÍBA**

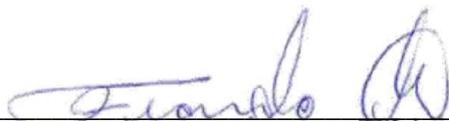
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Química, do Centro de Formação de
Professores da Universidade Federal de
Campina Grande, Campus de Cajazeiras,
como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química.

APROVADO EM: 14/10/2021

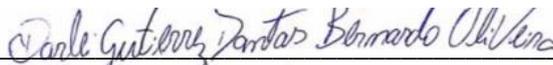
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Everton Vieira da Silva
(UACEN/CFP/UFCG - Orientador)



Prof. Dr. Fernando Antônio Portela da Cunha
(UACEN/CFP/UFCG - Examinador 1)



Prof. Especialista Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira
(Mestrando em Química/PPGQ UEPB - Examinador 2)

RESUMO

Ultimamente, devido à baixa disponibilidade e qualidade de água doce para a sociedade, as águas envasadas se tornaram uma alternativa viável para quem procura um produto seguro e de qualidade, com aumento no consumo mundial. Um dos tipos de águas envasadas que se destacam com essa finalidade é a Água Adicionada de Sais (AAS). O presente estudo teve como objetivo realizar um comparativo de diferentes amostras de AAS, antes e depois do tratamento, verificando se as amostras estão de acordo com os padrões de potabilidade de água para consumo humano dentro dos aspectos físico-químicos e microbiológicos. A pesquisa foi conduzida através da análise documental de laudos fornecidos por três diferentes empresas de AAS localizadas no Alto Sertão da Paraíba. Nos laudos foram observados os dados de Cloretos, Condutividade Elétrica, Dureza Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitratos, Nitritos, pH, STD, Turbidez, Coliformes Totais e *Escherichia coli*, além dos teores de Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio e Sal Adicionado, e comparados com base na Portaria do Ministério da Saúde N° 888, de 04 de maio de 2021, e na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 274, de 22 de setembro de 2005. Observaram-se resultados satisfatórios, mostrando uma efetiva melhoria na sua composição, principalmente quanto à redução do teor de sais, além de preservar sua qualidade microbiológica. Logo, o consumo de água adicionada de sais pode ser considerado uma alternativa viável para quem procura uma água segura, de qualidade e com preço menor que águas minerais.

Palavras-chave: Água envasada; Tratamento; Padrões de Potabilidade.

ABSTRACT

Lately, due to the low availability and quality of fresh water for society, bottled water has become a viable alternative for those looking for a safe and quality product, with an increase in world consumption. One of the types of bottled water that stand out for this purpose is Water Added with Salts (AAS). The present study aimed to carry out a comparison of different ASA samples, before and after treatment, verifying if the samples are in accordance with the drinking water standards for human consumption within the physicochemical and microbiological aspects. The research was conducted through document analysis of reports provided by three different AAS companies located in Alto Sertão da Paraíba. In the reports, data on Chlorides, Electrical Conductivity, Total Hardness, Ammoniacal Nitrogen, Nitrates, Nitrites, pH, STD, Turbidity, Total Coliforms and Escherichia coli were observed, in addition to the contents of Calcium, Magnesium, Potassium, Sodium and Added Salt, and compared based on Ministry of Health Ordinance No. 888, of May 4, 2021, and Collegiate Board Resolution (RDC) No. 274, of September 22, 2005. Satisfactory results were observed, showing an effective improvement in its composition, mainly regarding the reduction of the salt content, in addition to preserving its microbiological quality. Therefore, the consumption of water added with salts can be considered a viable alternative for those looking for safe, quality water at a lower price than mineral water..

Keywords: Bottled water; Treatment; Potability Standards.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de análises para água bruta 13

Tabela 2 - Resultados de análises para água adicionada de sais..... 14

Tabela 3 - Variação nos valores na caracterização físico-química após tratamento 16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
3 METODOLOGIA.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com a baixa disponibilidade e qualidade de água doce para a sociedade, devido a longos períodos de estiagem ou à alta carga de poluição nos corpos hídricos, as águas envasadas se tornaram uma alternativa viável, sendo o seu consumo uma tendência mundial. Como benefício, apresentam maior pureza e conseqüentemente, mais segurança do ponto de vista sanitário, remetendo ainda a um estilo de vida saudável (CORREIA et al., 2004).

É comum generalizar águas envasadas pelo termo “água mineral”, no entanto, essa denominação designa apenas um tipo específico de água envasada. Com relação às outras designações, tem-se a água adicionada de sais, considerada como própria para o consumo humano, na qual recebe a adição de no mínimo 30 mg.L⁻¹ de sais minerais, sendo eles os Bicarbonatos, Carbonatos, Citratos, Cloretos ou Sulfatos, provenientes de quatro tipos de metais, o Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio. Outro aspecto importante a ser mencionado sobre as água adicionada de sais é que são livres de açúcares, aromas ou outros ingredientes, como descrito na Resolução de Diretoria Colegiada nº 274/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005).

Águas envasadas destinadas à comercialização para o consumo humano são consideradas, em termos legais, como alimento, ficando assim sujeitas a legislação, controle e fiscalização sanitária de alimentos (QUEIROZ, 2011). Por apresentar características de segurança alimentar, como sugere o nome, ou pelo preço mais baixo em relação ao da água mineral, a água adicionada de sais é consumida pelas mais diferentes classes sociais. A qualidade é assegurada por análises de monitoramento e pela fiscalização competente do setor, a fim de garantir que o produto esteja adequado para o consumo humano.

Para garantir a qualidade de seus produtos, a empresa tem diversas etapas de tratamento no seu processo produtivo. Após a captação em poços profundos por meio de bombas, a água bruta é filtrada antes de passar pelo processo de osmose reversa, que reduz em aproximadamente 95% os teores de sais (por isso conhecido como dessalinização). Só então, os sais minerais de grau alimentício são adicionados à água tratada, tornando-se assim água adicionada de sais (ISMAEL, 2019). Com esse processo, pode-se observar a melhora nas suas características iniciais, quando se compara resultados de análises antes e depois destes tratamentos, ficando evidente que é

um alimento seguro, principalmente em substituição ao consumo da água consumida diretamente de poços, sem tratamento prévio.

Deste modo, o presente trabalho apresenta como objetivo realizar um comparativo de laudos de análises de diferentes amostras de águas adicionadas de sais, verificando diversos padrões físico-químicos e microbiológicos antes e depois do tratamento a que são submetidas, de acordo com os padrões de potabilidade de água para consumo humano, avaliando possíveis melhoras nas suas características iniciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos principais desafios encontrados pela humanidade nesse século está na disponibilidade de recursos naturais existentes, principalmente, quanto à água, seja para abastecimento e consumo humano, ou para indústria, lazer, agricultura e/ou comércio. A escassez de água é considerada um fenômeno natural, que também pode ser piorada pela ação do homem. Segundo a UNESCO (2016), existem reservas de água doce suficientes para atender às necessidades da população mundial, mas sua distribuição não é equitativa e, em muitos casos, o recurso é desperdiçado, contaminado ou afetado por uma inadequada gestão. Questões climáticas, poluição, urbanização descontrolada, além do próprio crescimento populacional, diminuem a disponibilidade deste recurso essencial para vida.

Com isso, a distribuição equivalente para toda humanidade acaba sendo impactada, na qual em uma população mundial de quase 7,8 bilhões de habitantes, cerca de 785 milhões não têm acesso à água potável (MACHADO et al., 2021). Com essa ausência, diversas pessoas acabam se submetendo a consumir água contaminada por não receber um tratamento necessário pelas redes de abastecimento (PONTARA et al., 2011; OMS, 2019).

As questões climáticas também afetam a disponibilidade de água para o consumo humano. O Brasil (que possui cerca de 12% das reservas de água doce no mundo), apresenta por exemplo, na região Nordeste, o clima Semiárido predominante, dificultando uma distribuição homogênea neste território. Essa problemática de indisponibilidade hídrica acaba proporcionando situações de fome, miséria, problemas de saúde e sofrimento para a população local (ALMEIDA et al., 2019).

Deste modo, novas alternativas para disponibilização de água com qualidade para o consumo humano foram surgindo, como a comercialização de águas envasadas (PORTUGAL et al., 2019; ALMEIDA et al., 2019). Além do fornecimento do recurso hídrico com qualidade, a comercialização de águas envasadas pode gerar empregos e renda para diversas pessoas, contribuindo para um melhor desenvolvimento social (MORAIS et al., 2019), fazendo o dinheiro circular na própria região, tendo em vista que o mercado das águas envasadas (geralmente) tem um raio pequeno de alcance.

Em 2014 o consumo global de água envasada foi de 283 bilhões de litros, estimou a consultoria internacional Beverage Marketing Corporation (BMC), 6,2% a mais do que no ano anterior. Entre 2009 e 2014 a consultoria também mostrou que

houve um aumento de 6,9% na taxa anual no mercado mundial deste produto, onde a China apresentou taxa média de 15%, os Estados Unidos de 5,2% e o Brasil de 39% (BRASIL, 2015 apud RODWAN, 2015). Ainda em 2014, no Brasil foram consumidos 19,5 bilhões de litros de água envasada, figurando como 5º maior mercado do mundo, apresentando consumo per capita de 96,2 litros por ano (BRASIL, 2015).

Água envasada é aquela que passa pelo processo de envase, isto é, encher um recipiente e vedá-lo. No Brasil, o produto envasado (a água) passa a ser regulamentado pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) para controle de qualidade. Com isso, pode-se então classificar as águas envasadas em água mineral natural (AMN), água natural ou potável de mesa (AN), e água adicionada de sais (AAS), conforme está descrito na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 274/2005 (REIS; BEVILACQUA; CARMO, 2014; MORAIS et al., 2019).

Desta forma, a RDC nº 274/2005 classifica como água mineral natural aquela adquirida de fontes naturais ou extraída de fontes subterrâneas. Ela poderá ser caracterizada pela composição presente de sais minerais, oligoelementos, entre outros constituintes, que mudará de acordo com o tipo de água mineral natural. Já a água natural (ou potável de mesa), que de acordo com a respectiva resolução, também pode ser obtida de fontes naturais, assim como pode ser extraída de reservatórios subterrâneos, porém será caracterizada pelos níveis inferiores dos seus constituintes em relação aos estabelecidos para as águas minerais naturais (BRASIL, 2005; ALMEIDA et al., 2019).

Com relação à água envasada classificada como adicionada de sais, ela é caracterizada pela adição de um ou mais compostos determinados pela resolução. Como a própria definição sugere, adicionam-se sais na água para o consumo humano que posteriormente será envasada. Os sais que podem ser adicionados na água são Bicarbonatos, Carbonatos, Cloretos, Sulfatos e Citratos de Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio (BRASIL, 2005).

A adição de sais na água tratada deve seguir padrões estabelecidos por legislações específicas. A própria resolução nº 274, de 22 de setembro de 2005 determina que a AAS seja preparada a partir de água cujos parâmetros microbiológicos, químicos e radioativos estejam dentro das normas de potabilidade, isto é, atendendo à Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano. Além disso, é estabelecido para AAS um teor mínimo de 30 mg.L⁻¹ de sais adicionados, não devendo exceder, em 100 mL, os limites máximos estabelecidos para cálcio, magnésio, potássio e sódio – 25 mg,

6,5 mg, 50 mg e 60 mg respectivamente (BRASIL, 2005; REIS; BEVILACQUA; CARMO, 2014).

Em 2017, foi aprovada a RDC 182 da ANVISA/MS, dispondo sobre as boas práticas para industrialização, distribuição e comercialização da água adicionada de sais, a fim de garantir sua qualidade higiênico-sanitária, em todo o território nacional.

Nesse contexto, uma portaria mais recente, a GM/MS N° 888, de 04 de maio de 2021 dispõe sobre procedimentos de análises para controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano. Deste modo, entre os parâmetros de qualidade da água que podem ser utilizados para avaliar a AAS, tem-se: pH, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Condutividade Elétrica (CE), Cloretos totais, Alcalinidade Total, Dureza Total, Turbidez, sais adicionados à AAS, além da verificação de ausência ou presença de Coliformes Totais e *Escherichia coli* (BRASIL, 2021).

A água bruta (oriunda de poço) passa por diversas etapas antes de se tornar água adicionada de sais, atravessando um sistema de múltiplas barreiras que podem incluir, opcionalmente, etapas como tratamento por coagulação/floculação, desinfecção, filtração, osmose reversa, passagem por carvão ativado e deionização (GORINI, 2000). Entre elas, destacam-se:

Desinfecção, que se refere à aplicação de um agente químico ou físico para eliminar organismos patogênicos que eventualmente possam existir na água (bactérias, protozoários e vírus). Segundo Heller e Pádua (2010), os agentes físicos podem ser o calor e a radiação ultravioleta, já os agentes químicos normalmente usados são cloro ou ozônio (oxidantes), sendo este último o mais utilizado graças ao fato de praticamente não deixar resíduos na água.

Osmose reversa, que é um processo para remover solutos de baixa massa molar de um solvente (no caso, a água), através de uma membrana semipermeável, onde a água passa preferencialmente em relação aos solutos (BETTIOL, 2004). Neste caso, a membrana atua como uma barreira seletiva que permite apenas a passagem da água pura, restando todos os sais dissolvidos, moléculas orgânicas e inorgânicas (ORISTANIO; PEIG; LOPES, 2006).

Adicionamento de sais, que é uma operação realizada por meio de bombas dosadoras automáticas, que injetam solução salina concentrada na água (permeado) proveniente do processo de osmose reversa, de forma que atinja o teor mínimo de 30 mg.L⁻¹ dos sais no produto final.

3 METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de um estudo quantitativo-descritivo, através dos laudos de análises laboratoriais fornecidos por 03 (três) indústrias de água adicionada de sais, destacando aspectos físico-químicos e microbiológicos, mediante análise documental. Segundo Gil (2008), a pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

Foram selecionadas 3 empresas de AAS situadas no Alto Sertão da Paraíba, que forneceram laudos de análises de suas águas brutas (antes do tratamento) e produto final (após tratamento), para utilização no estudo. As marcas foram identificadas como A, B, e C, como forma de resguardar seus respectivos nomes.

Os laudos são referentes às análises das águas brutas e AAS, realizadas no período de 2020 a 2021. A partir destes foram coletados dados referentes aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, a fim de comparar a qualidade das águas antes e após o tratamento.

A comparação foi realizada com base nos padrões exigidos pela legislação específica para água de consumo humano e água adicionada de sais (RDC nº 274/2005 e Portaria GM/MS Nº 888/2021). Para isso, os dados foram agrupados e esquematizados em tabelas, seguido de discussões com a literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise realizada nos laudos, foi verificado que os procedimentos analíticos adotados para determinação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, seguem a metodologia de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (FEDERATION, 2005), Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias (SILVA, 2001) e do Manual de Métodos de Análises Microbiológicas da Água (SILVA, 2005).

Após reunir os laudos de análises de água bruta e de produto final fornecidos pelas empresas, foram organizados os dados em tabelas, sendo uma para as amostras de água bruta e outra para as amostras de água adicionada de sais. Os resultados dos parâmetros de qualidade analisados a respeito das amostras de água sem tratamento estão dispostos na Tabela 01.

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas brutas contidas nos laudos.

PARÂMETRO	A	B	C	LIMITES/UNIDADES
Cloreto	16,00	63,90	9,60	$\leq 250,00 \text{ mg.L}^{-1} *$
Condutividade Elétrica	46,00	273,00	8,60	$\mu\text{S.cm}^{-1} **$
Dureza Total	8,67	51,30	1,50	$\leq 500,00 \text{ mg.L}^{-1} *$
Nitrogênio Amoniacal	0,00	1,80	0,00	$\leq 1,50 \text{ mg.L}^{-1} *$
Nitrato	0,43	1,10	0,06	$\leq 10,00 \text{ mg.L}^{-1} *$
Nitrito	0,00	0,02	0,00	$\leq 1,00 \text{ mg.L}^{-1} *$
pH	7,08	8,20	6,20	6,00-9,50 *
STD	70,00	136,50	23,60	$\leq 1000,00 \text{ mg.L}^{-1} *$
Turbidez	0,02	0,10	0,40	$\leq 5,00 \text{ UNT} *$
Coliformes Totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL *
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL *

Fonte: Laudos de análises fornecidos pelas empresas (2021).

*Segundo Portaria de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28/09/2017 - Anexo XX, alterado pela Portaria GM/MS Nº 888, de 04/05/2021.

**Este parâmetro não é regulamentado pela Portaria de Consolidação GM/MS Nº 5. / Nº 888.

Ao observar os dados da Tabela 01, verifica-se que apesar das amostras de águas analisadas serem de água bruta, isto é, águas que não passaram por um tratamento antes da adição de sais, todos os parâmetros encontram-se com valores dentro dos limites estabelecidos. Com isso, constata-se que as fontes na qual essas águas são coletadas

para posterior tratamento e adição de sais são consideravelmente preservadas, justificando a segurança sanitária e a confiança que muitos consumidores têm a respeito desse tipo de água. Apesar disso, todas as empresas utilizam o tratamento de osmose reversa em suas águas, visando padronizar os teores de sais, além de oferecer mais segurança para o produto.

No entanto, comparando os valores entre as diferentes marcas de água adicionadas de sais, verifica-se que a marca B apresenta os maiores resultados para o conjunto de parâmetros analisados. Entre esses, pode-se destacar a CE com um valor de 273,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a Dureza Total que atingiu 51,30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, o pH que ficou próximo do limite máximo permitido, atingindo um valor de 8,20, e STD com 136,50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Todos estes, apesar de um pouco mais elevados em relação às marcas A e C, ainda se encontram dentro dos limites legais.

Apesar da boa qualidade atestada para a água bruta, essas águas podem apresentar dados ainda melhores, quando são adicionados determinados sais. Os resultados dos parâmetros de qualidade avaliados após adição de sais nas respectivas amostras podem ser observados na Tabela 02.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas adicionadas de sais contidas nos laudos.

PARÂMETRO	A	B	C	LIMITES/UNIDADES
Cloretos	14,50	7,10	8,70	$\leq 250,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ *
Condutividade Elétrica	14,46	150,00	28,26	- $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ***
Dureza Total	3,21	16,50	1,40	$\leq 500,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ *
Nitrogênio Amoniacal	0,00	0,17	0,00	$\leq 1,50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ *
Nitratos	0,00	0,10	0,06	$\leq 10,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ *
Nitritos	0,00	0,00	0,00	$\leq 1,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ *
pH	7,23	7,80	8,10	6,00-9,50 *
STD	22,00	61,50	43,00	$\leq 1000,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ *
Turbidez	0,02	n.r.****	0,06	$\leq 5,00 \text{ UNT}$ *
Coliformes Totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL *
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL *
Cálcio	2,00	2,00	0,00	$\leq 25,00 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ **
Magnésio	1,21	0,48	0,30	$\leq 6,50 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ **
Potássio	0,60	0,80	0,00	$\leq 50,00 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ **
Sódio	26,40	30,70	25,90	$\leq 60,00 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ **

Sal Adicionado	71,6	112,12	43,00	$\geq 30 \text{ mg.L}^{-1}$ **
----------------	------	--------	-------	--------------------------------

Fonte: Laudos de análises fornecidos pelas empresas (2021).

*Segundo Portaria de Consolidação GM/MS N° 5, de 28/09/2017 - Anexo XX, alterado pela Portaria GM/MS N° 888, de 04/05/2021.

** Segundo Portaria de Resolução RDC N° 274, de 22/09/2005.

*** Este parâmetro não é regulamentado pela Portaria de Consolidação GM/MS N° 5 / N° 888.

**** n.r.: análise não realizada para o laudo em questão

Na Tabela 02, observa-se que após adição do sal Bicarbonato de Sódio, verificou-se que o produto final apresentou baixos teores de outros sais (de Cálcio, Magnésio e Potássio), que pode estar relacionado a uma pequena quantidade que não foi retirado no processo de osmose reversa. Após essa adição às águas brutas, verificou-se uma melhora nos parâmetros físico-químicos para as marcas A, B e C. Logo, a adição dos sais torna o processo ainda mais qualificado, evidenciando que o mesmo contribui para inocuidade, credibilidade, preço mais baixo e facilidade no acesso à água com boa qualidade para a população com um todo (LORENZO, 2016).

Com isso, é importante avaliar a quantidade de sais adicionados, pois essa melhoria pode estar relacionada diretamente com esse aspecto. Nota-se que entre a marca com uma maior adição sal, a empresa B com $112,12 \text{ mg.L}^{-1}$, apresentou diminuição considerável nos parâmetros de condutividade ($150,00 \mu\text{S.cm}^{-1}$), Cloretos ($7,10 \text{ mg.L}^{-1}$), Dureza ($16,50 \text{ mg.L}^{-1}$) e STD ($61,40 \text{ mg.L}^{-1}$). Por outro lado, as empresas A com uma adição de sal total de $71,6 \text{ mg.L}^{-1}$ e C com uma adição de sal total de $43,00 \text{ mg.L}^{-1}$ não apresentaram diminuições tão significativas quanto a B na maioria dos parâmetros.

Apesar disso, verifica-se que todas as empresas atendem aos parâmetros determinados pela RDC 274/2005, que estabelece uma adição de sal mínima de 30 mg.L^{-1} . Além dessa conformidade, todas as amostras estiveram com os valores máximos do sal adicionado dentro dos limites estabelecidos, como evidenciado na Tabela 02 e estando em acordo com a Portaria GM/MS N° 888, de 04 de maio de 2021.

Deve-se atentar para o fato de que as amostras da Tabela 2 referem-se ao produto final, ou seja, o permeado proveniente da osmose reversa que recebeu adição de sais. Isso quer dizer que seria o ideal que fossem feitas análises também para o permeado antes de adicionar os sais, para fim de controle da eficiência da operação de dessalinização. Assim, uma tabela intermediária apresentaria valores mais baixos na sua composição físico-química.

Para compreender o quanto cada adição de sais influenciou nos valores de cada parâmetro analisado, verificou-se a variação do pH e o percentual de cada parâmetro físico-químico (Tabela 03), mostrando a diferença dos valores antes e depois do tratamento empregado para cada marca analisada.

Tabela 3 - Variação nos valores na caracterização físico-química após tratamento

PARÂMETRO	A	B	C
Cloretos	-9,37%	-88,89%	-9,37%
Condutividade Elétrica	-68,57%	-45,05%	+69,57%
Dureza Total	-62,97%	-67,84%	-6,67%
Nitrogênio Amoniacal	0	-90,55%	0
Nitratos	-100,00%	-90,91%	0
Nitritos	0	-100,00%	0
pH	+0,15	-0,40	+1,90
STD	-68,57%	-54,94%	-45,11%
Turbidez	0	-	-85,00%

Fonte: Próprio autor (2021)

Ao observar Tabela 03, verificam-se reduções significativas na maioria dos parâmetros de qualidade e em todas as marcas de água adicionada de sais analisadas. Com isso, é evidente que as variações na composição físico-química da água proporcionaram uma melhor qualidade (apesar de que a água bruta já se encontra dentro dos padrões legais).

Em alguns parâmetros, como o Nitrogênio Amoniacal, a redução só foi observada na amostra B (90,55%), pois na amostra bruta de A e C não havia a presença do composto. Apesar de ser naturalmente presente nas águas superficiais ou subterrâneas, a ausência de Nitrogênio Amoniacal nas amostras A e C pode ser justificada devido a ser facilmente adsorvido por partículas do solo, ou pela oxidação a nitrito e nitrato (ALABURDA; NISHIHARA 1998). Com isso, a adição de sais também pode provocar uma redução no teor de Nitrogênio Amoniacal.

Os Nitritos foram outros compostos nitrogenados ausentes nas amostras A e C. Além disso, teve-se uma redução significativa no teor das amostras de água B após adição de sais, sendo essa redução de 100%, isto é, ausentando-se de 0,02mg/L para zero. Esse baixo valor também pode ser observado em outros trabalhos, como no caso de Nagashima et. al. (2010) que avaliaram a qualidade da água dos poços localizados

nos municípios de Maringá, Paranavaí e Santa Fé, obtendo níveis de nitritos de 0,007mg/L, 0,034 mg/L e 0,045 mg/L, respectivamente, cujos os valores estavam dentro do estabelecido pela legislação vigente.

Já em relação aos valores de Nitratos a redução foi de 95,45% entre A e B, tendo em vista que em C não havia presença inicialmente. Teores de nitrato similares são observados no trabalho de Neres (2010), ao avaliar a água de abastecimento consumida no município de Parnamirim - RN, que observou que a concentração de nitrato variava entre 0,04 mg.L⁻¹ e 17,19 mg.L⁻¹.

De forma geral, o pH não seguiu a respectiva lógica de redução. Na variação dos valores de pH, as amostras A e C apresentaram um aumento de 0,15 e 1,95 respectivamente. Por outro lado, a amostra B teve o valor de pH diminuído em 0,40. Essas variações não provocaram alterações que impactassem na qualidade da água, permanecendo assim o parâmetro dentro dos limites estabelecidos.

Para que se tenha uma característica desejável de consumo, Boavida (2016) destaca que a água precisa ser alcalina (pH superior a 7,0). Essa condição contribui para níveis altos de bicarbonatos, cálcio, magnésio, sódio e potássio, minerais alcalinizantes que facilitam a eliminação e a neutralização dos ácidos em excesso no organismo. Em conformidade com o trabalho em tela Almeida (2005), que em seu estudo sobre a qualidade de águas purificadas adicionadas de sais, avaliou três empresas produtoras e constatou que o pH em 100% das amostras de água de poço estavam abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, oscilando entre 6,9 a 7,7, com média de 7,4. Nas águas envasadas, o pH das 03 amostras oscilava entre 6,5 a 6,9, com média de 6,7.

Para turbidez, não houve variação em A, e em B não foi realizada análise para produto final. Já em C, a redução nos níveis deste parâmetro foi de 85,00%, caindo de 0,40 para 0,06 UNT, valores baixos, em comparação ao trabalho de Fard (2007), que encontrou valores de turbidez com média de 0,29 UNT para amostras de água mineral.

4 CONCLUSÃO

Com relação ao controle de qualidade das águas foi possível observar que os laudos dos produtos fornecidos pelas empresas seguem os padrões estabelecidos pelas normas vigentes. Todas as análises atenderam as características fixadas pela legislação específica para água de consumo humano, assegurando assim a boa qualidade da água.

Verificou-se pelas análises físico-químicas que os teores de sais foram reduzidos pela adoção de métodos seguros de tratamento, o que também pode levar a uma melhora nas suas características organolépticas. Através de análises microbiológicas, as águas mantiveram-se sem a presença de microrganismos para os parâmetros investigados (Coliformes Totais e *E. coli*), tornando o produto seguro para o consumo, tanto pela manipulação higiênica quanto pela correta higienização de equipamentos, reservatórios e tubulações.

A importância do consumo de água de qualidade é das mais notáveis e, a implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água traz como resultado uma rápida e sensível melhoria na saúde e nas condições de vida de uma comunidade, principalmente através do controle e prevenção de doenças e da promoção de hábitos higiênicos saudáveis.

Assim, conclui-se que o tratamento a que a água proveniente da captação em poços (água bruta) tem uma melhora significativa na sua qualidade, principalmente na sua composição química, levando ao entendimento da eficiência do tratamento a que é empregada. Dessa forma, pelos aspectos analisados percebe-se que as águas envasadas adicionadas de sais apresentaram qualidade superior à água bruta, no que se refere aos aspectos físico-químicos, e manutenção de suas características microbiológicas.

REFERÊNCIAS

ALABURDA, J; NISHIHARA, L. **Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços**. Revista de Saúde Pública, v. 32, p. 160-165, 1998.

ALMEIDA, L. C. **Controle de Qualidade de Águas Purificadas Adicionadas de Sais**. 2005.37f. Monografia (Graduação em Química Industrial) - Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

ALMEIDA, L. C. et al. **Um Olhar Analítico sobre as Águas Envasadas no Estado do Ceará**. Cadernos ESP-Revista Científica da Escola de Saúde Pública do Ceará, v. 13, n. 2, p. 24-37, 2019.

BETTIOL, R. V. **Estudo da Influência do ClO₂ sobre Membranas de Poliamida para osmose inversa**. 2002. 154f Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre, 2004.

BOAVIDA, R. **O Fator pH**. 1. Ed. Lisboa, 2016. Manuscrito.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral**. Sumário Mineral. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2015>>. Acesso em: 11 set. 2021

_____. **Ministério da Saúde. Vigilância e Controle de Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 07 ago. 2021.

_____. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CORREIA, L. A. S.; et al. **Processo de Extração de Água Mineral: uma comparação de três empresas alagoanas**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 14, 2004, Resende, RJ. Anais... Resende, RJ: Associação Educacional Dom Bosco - EADB, 2004. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1384_Artigo_Seget.pdf> Acesso em: 14 set. 2021.

FARD, E. M. G. P. **Avaliação da Qualidade da Água Mineral e do Processo de Envase em duas Fontes Comerciais**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Setor de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, 2007.

FEDERATION, Water Environmental et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA, 2005.

GIL, A. C. **Como Elaborar um Projeto de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORINI, A. P. F. **Mercado de Água (Envasada) no Brasil e no Mundo**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 11, p. 123-152, mar. 2000.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. 2. Ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2010. 2 v

ISMAEL, L. L. **Análise de Riscos Ocupacionais em Uma Indústria de Produção de Água Adicionada de Sais na Paraíba**. 20 f. TCC (Especialização em Higiene Ocupacional) Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos 2019.

MACHADO, R. H. L. et al. **Água Mineral Comercializada no Brasil: caracterização, consumo e qualidade**. Arquivos do Mudi, v. 25, n. 1, p. 12-25, 2021.

MACHADO, T. T. V. **Qualidade da Água da Chuva Armazenada em Cisternas de Placas e de Polietileno no Seminário do Estado da Paraíba**. 2017, 126 F. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, 2017.

MORAIS, E. P. et al. **Água Adicionada de Sais**. Cadernos ESP-Revista Científica da Escola de Saúde Pública do Ceará, v. 13, n. 2, p. 120-130, 2019.

NAGASHIMA, L. A. et al. **Avaliação da Qualidade da Água de Poços Cachimba em Solos Derivados do Arenito e do Basalto**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESPONSABILIDADE E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL, 2010, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: CIRSS, 2010.

NERES, L. B. R. **Avaliação físico-química básica da água consumida pela população urbana do município de Parnamirim/RN**. Holos, Vol. 5, n. 1, p.145-153, 2010.

OLIVEIRA, R. et al. **Relação entre Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos em Amostras de Esgoto Bruto e de Lagoas de Estabilização**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental, 3. ABES, 1999. p. 1-6

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Water, Sanitation and Hygiene (WASH)**. Disponível em: <https://www.who.int/healthtopics/water-sanitation-and-hygiene-wash>. 2019.

ORISTANIO, B. S.; PEIG, D. B.; LOPES, M. A. S. **Desenvolvimento de um Sistema de Pré-tratamento para Osmose Reversa**. São Paulo: 2006. Disponível em: <http://www.brookepeig.com/downloads/Pre-Tratamento-OR.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2021.

PONTARA, A. V. et. al. **Microbiological Monitoring of Mineral Water Commercialized in Brazil**. Braz. J. Microbiol., v. 42, n. 2, p. 554-559, 2011.

PORTUGAL, D. S. et al. **Evaluation of the Quality of Drinking Mineral Waters Commercialized in Niterói Municipality-RJ**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 42, n. 2, p. 299-308, 2019.

QUEIROZ, J. T. M. **O campo das águas Envasadas: Determinantes, Políticas Públicas, Consequências Socioambientais, Qualidade das Águas e Percepções.** Doutorado (Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 256 p, 2011.

REIS, L. R.; BEVILACQUA, P. D.; CARMO, R. F.. **Água Envasada: Qualidade Microbiológica e Percepção dos Consumidores no Município de Viçosa (MG).** Cadernos Saúde Coletiva, v. 22, n. 3, p. 224-232, 2014.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica da água.** In: Manual de métodos de análise microbiológica da água. 2005. p. 165-165.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. de. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias.** Campina Grande: DEC/CCT/UFCG, 2001.

UNESCO - UN WATER – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – Água e emprego: fatos e números,** Paris – França, 2016.