



Universidade Federal
de Campina Grande

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS POMBAL

**ÁGUA ADITIVADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
ARGILAS**

ALINE RODRIGUES SILVA

Pombal – PB

Março/2022

ALINE RODRIGUES DA SILVA

ÁGUA ADITIVADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ARGILAS

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentando à Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal-PB como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: PROF.^a DSc. ALFREDINA DOS SANTOS ARAÚJO

Pombal – PB

Março/2022

S586a Silva, Aline Rodrigues.

Água aditivada com diferentes concentrações de argilas / Aline Rodrigues Silva. – Pombal, 2022.
42 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Alfredina dos Santos Araújo”.

Referências.

1 Água mineral; 2. Bentonita sódica. 3. Bentonita cálcica. 4. Água - Consumo humano - Legislação brasileira. I. Araújo, Alfredina dos Santos. II. Título.

CDU 556(043)

DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

ALINE RODRIGUES SILVA

ÁGUA ADITIVADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ARGILAS

Esse trabalho de conclusão de curso foi julgado visando à obtenção do grau de graduação e aprovado de forma formal pela Banca Examinadora designada pela Coordenação da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência e tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – PB, Campus Pombal/PB.

Aprovado em 11 de Março de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Orientadora: Prof^ª. D.Sc. Alfredina dos Santos Araújo

CCTA/UATA – UFCG



1º Examinador: Prof. D.Sc. Jocielys Joselino Rodrigues

CCTA/UATA – UFCG



2º Examinador: M.Sc. Elaine Juliane da Costa Silva

Engenheira de Alimentos



3º Examinador: Prof^ª D.Sc. Maria Do Socorro Araújo Rodrigues

CCTAI-IFAL

POMBAL – PB

2022

À Deus, por ter me dado forças e perseverança para chegar até aqui, a minha família por ter me apoiado e confiado em mim, sempre. A meu noivo, por ter me incentivado, ser meu pilar em todos os momentos e nunca ter me deixado desistir, meu muitíssimo obrigado.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por está presente em todos os momentos da minha vida e principalmente durante a graduação, pois nos momentos difíceis sempre foi minha força para continuar.

A minha mãe Maria Gilvanira, meu pai Eronildo, minha irmã Amanda, meu sobrinho José Tomás, obrigada por existirem em minha vida e ser minha base. Por toda confiança e por nunca terem desistido de mim. Eu sou eternamente grata a vocês.

A meu noivo, amigo e companheiro, Tasso José, obrigado por me incentivar todos os dias, por toda compreensão, dedicação e pelo apoio incondicional. Sem você nada disso seria possível.

A minha orientadora, D.Sc Alfredina dos Santos Araújo por todo acolhimento, paciência, ensinamentos, compreensão durante o período de pandemia e por toda contribuição na minha vida acadêmica, meu muitíssimo obrigado.

A contribuição dos meus colegas de laboratório, Elaine, Bruno, Glória, Yanara, Kenia, Tamires, Graça e aos que fizeram parte de alguma forma para o êxito desse trabalho, obrigada.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das análises microbiológicas para Coliforme a 35° e 45°C, Bolores e Leveduras, Escherichia Coli. e Salmonella SP realizadas nas águas aditivadas e na água mineral.....23

Tabela 2 - Resultados médios das análises pH e condutividade realizada nas formulações das águas aditivadas com a bentonita cálcica e sódica nas concentrações 30, 50 e 100mg/L e da água mineral.....24

Tabela 3 - Resultados médios das análises alcalinidade e cloretos realizada nas formulações das águas aditivadas com a bentonita cálcica e sódica nas concentrações 30, 50 e 100mg/L e da água mineral.....26

Tabela 4 - Resultados médios da análise de dureza total realizada nas formulações das águas aditivadas com a bentonita cálcica e sódica nas concentrações 30, 50 e 100mg/L e da água mineral.....27

Tabela 5 - Resultados médios das análises de turbidez e ferro realizada nas formulações das águas aditivadas com a bentonita cálcica e sódica nas concentrações 30, 50 e 100mg/L e da água mineral.....28

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|---|----|
| Equação 1 – Cálculo para Alcalinidade total..... | 20 |
| Equação 2 – Cálculo para Cloretos | 20 |
| Equação 3 – Cálculo para Dureza total | 21 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. OBJETIVO | 12 |
| 2.1. Geral..... | 12 |
| 2.2. Especifico | 12 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA | 13 |
| 3.1. Águas para consumo humano | 13 |
| 3.2. Água Mineral | 13 |
| 3.3. Legislação Brasileira..... | 16 |
| 3.4. Bentonita..... | 19 |
| 3.5. Bentonita em Alimentos | 21 |
| 3.6. Viabilidade | 22 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 24 |
| 4.1. Análise Microbiológica | 24 |
| 4.1.1 Teste presuntivo..... | 24 |
| 4.1.2 Coliforme 35°C..... | 24 |
| 4.1.3 Coliforme 45°C..... | 25 |
| 4.1.4 Fungos filamentosos e leveduras..... | 25 |
| 4.1.5 <i>Salmonella sp.</i> | 25 |
| 4.1.6 <i>Escherichia Coli.</i> | 25 |
| 4.2 Análise Físico-Química | 25 |
| 4.2.1 pH | 26 |
| 4.2.2 Condutividade | 26 |
| 4.2.3 Alcalinidade..... | 26 |
| 4.2.4 Cloretos..... | 26 |
| 4.2.5 Dureza | 27 |
| 4.2.6 Ferro | 27 |
| 4.2.7 Turbidez | 27 |
| 4.3 Análise Estatística..... | 28 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 6 CONCLUSÃO | 37 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |

SILVA, Aline Rodrigues. **ÁGUA ADITIVADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ARGILAS** 2021. f42 Monografia. (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal 2022.

RESUMO

Água potável é toda água destinada para consumo humano que não ofereça riscos ou danos à saúde, destinada à ingestão, preparação, produção e à higiene pessoal. Cerca de 30% de toda água doce do mundo são águas minerais, que são de fontes subterrâneas, poços ou aquíferos. O Brasil é o 5º maior consumidor de águas envasadas, com perspectiva de crescimento de 4% ao ano. O crescimento da demanda por águas envasadas se deu devido ao Brasil possuir uma das maiores reservas de água doce do mundo e à procura por água que supra as exigências dos padrões de potabilidade. A bentonita tem sua origem natural, possui características heterogêneas, podendo ser encontrada com características e gramatura diferentes, podem ser classificadas como Sódica ou Cálcica. A incorporação da Bentonita sódica e cálcica na água tem por objetivo a elaboração de uma água aditivada com o intuito de enriquecer o devido produto. A água mineral foi aditivada com a incorporação das concentrações de 30, 50 e 100mg/L das bentonitas sódica e cálcica respectivamente. Os resultados apontam que as formulações estão dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente. Evidenciaram uma redução do pH nas formulações na proporção do acréscimo da argila. Os resultados obtidos se mantiveram dentro do permitido pela legislação para cloretos, alcalinidade, ferro e turbidez. A turbidez apresentou aumento conforme o aumento nas concentrações da bentonita. A dureza total da água aditiva apresentaram teores elevados. Dentre todas as formulações avaliadas a água aditivada com 50mg/L bentonita cálcica foi a formulação que apresentou melhores resultados em comparação a água mineral sem adição e as demais formulações.

Palavras-chaves: Água Mineral; Bentonita Sódica e Cálcica; Legislação; Consumo humano.

SILVA, Aline Rodrigues. **Water Additive With Different Of Clay** 2021. 42f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal 2022.

ABSTRACT

Potable water it's all water destined for human consumption that does not offer risks or damage to health, intended for ingestion, preparation, production and the personal hygiene. About 30% of all water sweet of the world are mineral waters that are from underground sources, wells or aquifers. Brazil is the 5th largest consumer of bottled water, with growth perspective of 4% per year. The growth in demand by bottled water is due to Brazil has one of the largest freshwater reserves of the world and to looking for water that meets the requeriments of potability standards. Bentonite has its natural origin, has heterogeneous characteristics, can be found with characteristics and different grammage, can without classified such as sodium or calcium. The incorporation of sodium bentonite sodium and calcium in the water aims the elaboration of an additive water with the aim of enriching the due product. The mineral water was added with the incorporation of concentrations of 30, 50 and 100mg/L of sodium and calcium bentonites, respectively. The results indicate that the formulations are within the microbiological standards established by current legislation. They showed a reduction in pH in the formulations in proportion to the addition of clay. The results obtained remained within the limits allowed by the legislation for chlorides, alkalinity, iron and turbidity. Turbidity increased with increasing bentonite concentrations. The total hardness of the additive water showed high levels. Among all the formulations evaluated, water added with 50mg/L calcium bentonite was the formulation that presented better results compared to mineral water without addition and the other formulations.

Keywords: Mineral water, Sodium and calcium bentonite, Legislation, Human consumption.

1. INTRODUÇÃO

Água potável é toda água destinada ao consumo humano, que não cause riscos ou danos à saúde, destinados à preparação de alimentos e a higiene pessoal. Tem como definição toda água destinada a ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, de acordo de como é descrito no Art. 5º da Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde, reconhecida como a portaria da água para consumo humano (BRASIL, 2011). Dentre as formas de obtenção dessa água destaca-se a captação no ambiente e o tratamento dado, para garantir a segurança para atender as necessidades humanas.

A água para se tornar apta para o consumo humano passa por etapas de processos, cujos, principais são a captação da água da sua fonte de origem e a forma adequada que será tratada para se tornar apropriada para distribuição para o consumo. Esses processos garantem que o consumo da água supra as necessidades básicas do homem, protegendo sua saúde. (GOIS *et al.*, 2013). A segurança de uma água de abastecimento livre de riscos é dever dos órgãos competentes para proteger a saúde da população.

Além da água potável para consumo humano, existe outros tipos de literatura de águas envasadas, tais como Água Adicionada de Sais (AAS), Água Mineral Natural (AMN), Água Natural (AN) ou Água Potável de Mesa (APM). Devido essa variedade de águas ocorre a ampliação de um mercado interessado na comercialização de água envasada destinada para consumo. (MORAIS, *et. al.*, 2019)

As águas minerais, são ricas em nutrientes, sais necessários para o fortalecimento e manutenção da saúde dos seres vivos. Ricas em cálcio, magnésio, sulfatos, sua composição vai ser influenciada por seu local de origem. A água mineral pode ser encontrada em aquíferos, poços, solos, subsolos, sem que passe por qualquer processo de tratamento que altere suas características de origem. (MORAIS, *et. al.*, 2019)

Bentonita é nome designado a uma rocha com propriedades argilomineral montmorilonita (esmetítico), que passou por alterações químicas, desvitrificando-se. (MENENZES *et al.*, 2009). A argila por ter sua origem natural, possui características

heterogêneas, podendo ser encontrada com características e gramaturas diferentes. Diferenciada por suas características, a bentonita pode ser cálcica ou sódica (LUZ *et. al*, 2008).

São classificadas como bentonita sódica ou cálcica, diferenciando-se pelas suas características específicas. Bentonita sódica possui a capacidade de fácil diluição em meios líquidos, capaz de absorver água e aumentam seu volume, causando o inchamento. Enquanto que a bentonita cálcica diferentemente da sódica possui a capacidade limitada de adsorção em suas partículas, logo em meios aquosos ocorre rapidamente a precipitação. (SILVA, 2018). Esses mineral argiloso possuem uma ampla aplicação na indústria, devido uma suas propriedades físico-químicas.

O presente trabalho objetivou a elaboração de água aditivada com bentonita sódica e cálcica para avaliar se o produto final foi enriquecido por esses sais minerais e se está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação em vigor para o consumo humano.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo deste trabalho é a elaboração de água aditivada com a bentonita cálcica e sódica, própria para consumo humano que atenda os padrões requeridos. Avaliar a influencia desse mineral na água com o intuito de enriquecer o devido produto, resultando numa água com nutrientes, qualidade satisfatória e dentro dos parâmetros de potabilidade.

2.2 Objetivos Específicos:

- Avaliar microbiologicamente e fisicoquimicamente a água mineral comercializada na cidade de Pombal-PB;
- Adicionar as argilas sódica e cálcica na água mineral nas proporções de 30, 50 e 100mg por litro;
- Avaliar microbiologicamente e fisicoquimicamente as águas aditivadas com as argilas sódica e cálcica;
- Analisar a influencia da adição das argilas sódica e cálcica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Águas Para Consumo Humano:

Estima-se que de toda água do mundo, cerca de 2,5% é de água doce, 30% dessa água, são encontradas em fontes subterrâneas, poços, aquíferos e 1% em rios. No Brasil, a maior concentração de águas doces é localizada nas Bacias Amazônica (ANA, 2022).

A água é definida por sua composição física, química e bacteriológica, deve ser livre de qualquer fonte de contaminação que possa trazer prejuízos a saúde da população, como microrganismos patogênicos. Sem o tratamento adequado, é considerado um veículo de microrganismos patogênicos, tais como *Salmonella sp.* *Escherichia Coli*. (MACEDO, et. al., 2018)

O crescimento populacional e da indústria ocasiona um aumento dos agentes poluidores, que fazem com que ocorra uma redução de recursos hídricos de qualidade, resultando da necessidade de fontes seguras (SANTOS, et. al. 2013).

A água para consumo humano obedece a PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 de Maio de 2021 que estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Segundo Santos (2013), sem o controle adequado na qualidade das águas pode ocasionar danos à saúde da população, como surgimento de doenças como cólera, salmonelose, hepatite infecciosa, poliomielite. Os recursos hídricos de fontes naturais, como aquíferos e poços, por sua ampla disponibilidade, apresenta-se como uma alternativa eficaz para consumo humano.

3.2 Água Mineral

As águas minerais podem surgir em nascentes, aquíferos, ambientes subterrâneos, fontes naturais logo, sua origem é comum, tendo uma relação direta com ciclo hidrológico. Nesse processo de origem, passa por um tempo de perlocação em ambientes rochosos ou porosos, sofrendo um processo de filtração

natural e enriquecimento mineral. Sua composição química difere das águas comuns, caracterizando por seus sais minerais, oligoelementos. (NUNES, 2022).

A água mineral natural deve ser levada em consideração, sua qualidade, garantindo que não causar nenhum tipo de risco à saúde do consumidor, devendo ser captada, processada e envasada conforme as condições higiênico-sanitárias e as Boas Práticas de Fabricação (BPF). As operações de captação, decantação, adução (canalização), elevação mecânica, armazenamento, filtração, envase, adição de dióxido de carbono, transporte e manuseio não devem alterar os elementos de sua composição original (BRASIL, 2006).

As águas minerais são classificadas quanto à sua composição química, conforme o elemento predominante e sua composição variam de acordo com as rochas e terrenos pelos quais a mesma percorre enquanto infiltrasse no solo, podendo, também, apresentar alterações em sua composição devidas às águas meteóricas o clima e a biota. (BRASIL, 2009).

A utilização de águas minerais industrializadas está relacionada à crescente poluição de fontes de abastecimento, como rios, que fornecem água para consumo humano. No entanto, as fontes de abastecimento podem conter agentes contaminantes como excrementos, substâncias químicas e por componentes do meio influenciar na cor e sabor da água, tornando-a menos atrativa para o consumo. Logo, devido à acessibilidade e segurança alimentar que as águas minerais tem despertado o interesse do consumidor. (ALENCAR, et al. 2020)

A exploração de fontes de água mineral, no Brasil, representa uma das atividades que apresenta maior iniciativa de empresas, devido rapidez na realização das campanhas de exploração e de pesquisa mineral, ainda mais, baixos investimentos requeridos, a posterior, para a implantação do complexo industrial, que envolve todo o sistema de captação e de envasamento da água (BRASIL, 1997). Segundo o estudo realizado por KOCHHANN, (2018), em média, a cada ano cresce 10% o consumo de água mineral no Brasil.

Segundo o Código de Águas Minerais do Brasil, Decreto-Lei nº 7.841/1945:

As Águas minerais são provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuem composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas de águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa.

Ainda conforme a Resolução nº 247/2005 da ANVISA, água mineral é a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes considerando as flutuações naturais.

O regulamento de Águas Minerais Decreto-Lei nº 7.841, 8 de agosto de 1945, estabelece as características de água mineral por sua composição e propriedades descritas no Art. 35:

I - Oligominerais, quando, apesar de não atingirem os limites estabelecidos neste artigo, forem classificadas como minerais pelo disposto nos parágrafos 2º e 3º, do art. 1º da presente lei. II - Radíferas, quando contiverem substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuam radioatividade permanente. III - Alcalino-bicarbonatadas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos equivalente, no mínimo, a 0,200 g de bicarbonato de sódio. IV - Alcalino-terrosas as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalino-terrosos equivalente no mínimo a 0,120 g de carbonato de cálcio, distinguindo-se: a) alcalino-terrosas cálcicas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,048 g de cátion Ca, sob a forma do bicarbonato de cálcio; b) alcalino-terrosas magnesianas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,030 g de cátion Mg, sob a forma de bicarbonato de magnésio. V - Sulfatadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100 g do anion SO combinado aos cátions Na, K e Mg. VI - Sulfurosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,001 do anion S. VII - Nitratadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100 g do anion NO de origem mineral. VIII - Cloretadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,500 g do Cl Na (cloreto de sódio).

As fontes de água mineral, além de suas propriedades químicas, também podem ser classificadas como minerais quanto aos gases, temperatura da fonte, que são características que podem se alterar após sua retirada do local de origem. As características que determinam uma água como mineral não pode ter sua composição alterada por tratamento, não passando por nenhum tipo de tratamento além das descritas pelas resoluções do Ministério Da Saúde, diferentemente das Águas Purificadas Adicionadas De Sais. (BORGES, 2017)

A Resolução de Nº 309, DE 16 DE JULHO DE 1999 (ANVISA), define água purificada adicionada de sais como sendo as águas preparadas artificialmente a partir de qualquer captação; tratamento e adicionada de sais de uso permitido, podendo ser gaseificada com dióxido de carbono de padrão alimentício.

São delimitadas como as provenientes de água de surgência ou poço tubular, tratadas e adicionadas de sais de grau alimentício (Resolução da ANVISA nº 274/2005). As águas adicionadas de sais podem passar por etapas de tratamento, como coagulação/flocação, desinfecção, filtração.

Para consumo humano, as águas purificadas adicionadas de sais devem ser preparadas com, pelo menos, um componente de sais, tais como carbonato de Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, devendo ser descrito na rotulagem da embalagem em ordem decrescente de concentração (BRASIL, 2005).

As empresas devem seguir protocolos que obedeçam ao processo de produção por osmose reversa para o envasamento de água adicionada de sais: captação da água na fonte de origem, filtração que consiste na retirada de partículas suspensas, osmose reversa (dessalinização da água), adição de sais (solução de sais), armazenamento da água adicionada de sais, envasamento, rotulagem e controle de qualidade (BRASIL, 2005).

3.3 Legislação Brasileira

Do que diz a respeito da legislação vigente, que devem atender às características microbiológicas estabelecidas em Regulamento Técnico específico. Não devem conter concentrações acima dos limites máximos permitidos das substâncias químicas que representam risco à saúde.

A RESOLUÇÃO – RDC Nº 182, DE 13 DE OUTUBRO DE 2017, que predispõe como devem ser exercidas as boas praticas para industrialização, distribuição e comercialização de água adicionada de sais, que relata na seção 2, art.º 3, as seguintes definições dos tipos de águas:

- I. **Água mineral natural:** é a água adquirida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, e é descrita pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, tendo em vista as flutuações naturais;
- II. **Água natural:** é a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, e é determinada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, em níveis inferiores aos mínimos estabelecidos para água mineral natural, do qual o conteúdo dos constituintes pode ter flutuações naturais;
- III. **Água para consumo humano:** água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, sem depender da sua origem;
- IV. **Água adicionada de sais:** água para consumo humano, preparada e envasada, abrangendo um ou mais compostos previstos por meio da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005, que aprova o Regulamento Técnico para águas envasadas e gelo, e suas alterações, sem adição de açúcares, adoçantes, aromas ou outros ingredientes.

E segundo a RESOLUÇÃO – RDC Nº 91, DE 30 DE JUNHO DE 2016, que retrata sobre as Boas Práticas para o Sistema de Abastecimento de Água ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água em Portos, Aeroportos e Passagens de Fronteiras, na seção IV e art. 5, descrevem:

- I. **Água para consumo humano:** água potável designada à ingestão, preparação e produção de alimentos, higiene pessoal, sem depender da sua origem;
- II. **Água potável:** água que cumpra ao padrão de potabilidade exercido em legislação específica e que não seja meio de risco a saúde do consumidor.
Deve ser submetido a vigilância da qualidade da água toda água destinada ao consumo humano, distribuída em sistema de abastecimento.

Faz parte dos bens da União todo recurso natural, logo os recursos de mineração, as águas minerais para serem pesquisados e lavrados deve ser autorizado ou concedido pela 24ª União, que pode ser conferida a empresas nacionais ou internacionais, que se submetam as leis brasileiras, garantindo a propriedade do produto da lavra e da recuperação do meio ambiente degradado. (BORGES, 2017).

A resolução RDC 275/2002 da ANVISA, é baseada nos programas CODEX ALIMENTARIUS, essa resolução determina os Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) que devem abordar as operações relativas ao controle da potabilidade da água, destacando, o local de coleta das amostras, a frequência de sua execução, as análises microbiológicas e físico-químicas e os responsáveis.

A RDC nº 274/2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), tem o objetivo de fixar parâmetros e as características de qualidade para Água Mineral Natural, a Água Natural, a Água Adicionada de Sais envasadas e o gelo para consumo humano.

A portaria nº 2.914, 12 de dezembro de 2011 determina padrões de potabilidade descrita no Capítulo V, Art. 27, da qual a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico estabelecido na portaria e quando não estiverem em conformidade ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras coletadas e analisadas. Procedimentos de controle de substâncias químicas são descritas no Capítulo V, Art. 30 da portaria em questão. A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade, descrito no Art. 39, que estabelece parâmetros para pH, cloro residual, ferro e manganês.

Os processos impostos à Água Mineral Natural e a Água Natural não devem influenciar ou adicionar substâncias físicas, químicas ou biológicas que possa causar risco a saúde da população ou altere a composição de origem devendo ser obedecida a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação. (BRASIL, 2005)

Por ser classificada como minério, é submetida a Agência Nacional de Mineração – ANM, que substituiu o extinto Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. A ANM é responsável pela regulação, fiscalização sobre exploração dos recursos naturais, é o órgão responsável pelos interesses de minas do solo.

A água mineral por ser extraída de aquíferos, solos e subsolos no território nacional, é controlando todas as práticas relacionadas à exploração mineral pelo ANM. Determina que todas as indústrias de águas minerais devem submeter amostras do produto final a análises físico-químicas e microbiológicas completas nos

laboratórios credenciados pelo DNPM. Portanto, nenhum estudo de área ou trabalhos subterrâneos poderá ser praticado sem autorização prévia do ANM. (NUNES, 2021)

A RDC N° 182, De 13 De Outubro De 2017, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Dispõe sobre boas práticas para industrialização, distribuição e comercialização de água adicionada de sais destinada ao consumo humano, a fim de garantir sua qualidade higiênico-sanitária, em todo o território nacional, nos termos desta Resolução.

A aplicação das boas práticas é responsabilidade do fabricante, para garantir a qualidade sanitária das matérias-primas, dos ingredientes e de outros materiais, embalagens e equipamentos utilizados na fabricação de alimentos.

A água adicionada de sais deve ser preparada a partir da água para consumo humano, com a introdução de pelo menos um saís, após sua formulação, devesa apresentar concentração de sais que atenda a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 274, de 2005, e suas alterações, não excedendo os valores máximos permitidos (BRASIL, 2005).

São utilizados os seguintes sais de grau alimentício: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, bicarbonato de potássio, bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, carbonato de potássio, carbonato de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, cloreto de potássio, cloreto de sódio, sulfato de cálcio, sulfato de magnésio, sulfato de potássio, sulfato de sódio, citrato de cálcio, citrato de magnésio, citrato de potássio e citrato de sódio. (BRASIL, 2005)

Não deve exceder, em 100 ml, os limites máximos estabelecidos para: Cálcio: 25 mg; Magnésio: 6,5 mg; Potássio: 50 mg; Sódio: 60 mg. A água adicionada de sais devesa conter no mínimo 30 mg/L dos sais adicionados, permitidos. (BRASIL, 2005).

3.4 Bentonita

Bentonita é nome designado a uma rocha com propriedades argilomineral montmorilonita (esmeclítico), que passou por alterações químicas, desvitrificando-se.

(MENENZES et al., 2009). A argila por ter sua origem natural, possui características heterogêneas, podendo ser encontrada com características e gramaturas diferentes. Diferenciada por suas características, a bentonita pode ser cálcica ou sódica. (LUZ, et. al, 2008).

Segundo (FARACE, 2015), esse argilo mineral possui características que permitem controlar os níveis de absorção de água devido sua permeabilidade, capacidade de expansão, aumentando seu volume e afastamento do espaço e resistência a desagregação. A composição das argilas vão depender da localização de sua extração, a formação geológica.

Esse mineral possui uma ampla aplicação no mercado devido suas propriedades, da qual se destaca na indústria petroquímica, na indústria farmacêutica, em dermocosmético como em protetores solares. (FARACE, 2015). Destacam-se na área de aplicação comercial, desde comercio da beleza, como cosméticos e fármacos; área civil, em tintas, vernizes; na agricultura como fertilizante de solo (AMORIM, 2006).

A bentonita pode ser cálcica ou sódica, e possui uma característica física muito particular: expande várias vezes o seu volume, quando em contato com a água, formando géis tixotrópicos. Alguns cátions provocam uma expansão tão intensa que as camadas dos cristais podem se separar até a sua célula unitária. O sódio provoca a expansão mais notável.

A bentonita sódica (esmectita sódica) é caracterizada propriedade de inchamento quando em meio aquoso, aumentando seu volume em comparação seu tamanho inicial. Essa característica se deve à presença da molécula de sódio (Na^+) que possui a capacidade de adsorção, fazendo com que as partículas de argilas presente no meio aquoso mantenham-se separadas uma das outras. (LUZ, 2008)

Segundo os últimos dados divulgados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, a Paraíba é hoje a maior fonte de argilas bentoníticas, estando seus jazimentos localizados principalmente no Município de Boa Vista. Suas

reservas totalizam cerca de 16 milhões de toneladas de argila e a quantidade de bentonita bruta e beneficiada (bentonita sódica) (DNPM, 2015).

Bentonita cálcica, esta substância tem sido usada pela humanidade desde a antiguidade para a fabricação de objetos cerâmicos e, mais recentemente, em diversas aplicações tecnológicas como adsorção em processo de clareamento na indústria têxtil e de alimentos (NETO 2009). No caso das argilas cálcicas ou policatiônicas, a quantidade de água adsorvida é limitada e as partículas continuam unidas umas às outras por interações elétricas e de massa.

Com o tempo, a troca de íons acontecerá e água será removida do cálcio. Algumas propriedades, como a viscosidade e a suspensão de íons, podem não ser totalmente equivalentes daquelas da bentonita sódica natural. Por exemplo, carbonetos de cálcio residuais (formados se a troca de cátions for insuficiente removida) podem acarretar em desempenho inferior em revestimentos geossintéticos (NETO, 2009).

Em um estudo realizado por (FARACE, *et al.* 2015) sobre as Bentonitas como impermeabilizantes, descreve as bentonitas sódicas como um mineral capaz de absorver água continuamente, inchando e aumentando seu volume, enquanto as bentonitas cálcicas possuem um inchamento limitado e inferior, não se esfoliando em suspensão aquosa, com um inchamento pequeno de suas partículas causando precipitação, desse modo, através da introdução de carbonato de sódio, faz uma ativação da argila cálcica para sódica, que possibilita que mesmo não possuindo as características naturais da sódica, esse método possibilita uma melhor atuação no meio aquoso, aumentando sua capacidade de inchamento.

3.5 Bentonita em Alimentos

No estudo realizado por SILVA, 2018, na Elaboração de doce de leite pastoso enriquecido nas concentrações de 3 e 5% de bentonita constatou-se que a argila adicionada ao doce de leite obteve pH 5,73 e 5,73 respectivamente, levemente ácido, uma baixa acidez e melhorou as características físicas do produto, como o aumento do teor de proteína presente. A argila não influenciou no teor lipídico do

doce elaborado. O estudo concluiu que a adição dessa argila agregou valor ao produto e melhorou sua vida de prateleira devido a influencia no pH e acidez.

ALIXANDRE, 2018, na pesquisa realizada sob titulo Bentonita Cálcica Utilizada na Fabricação de Doce de Banana em Massa – Avaliação de Qualidade, avaliou físico-quimicamente e microbiologicamente a elaboração do doce com a introdução do argilo-mineral. Introduzindo na formulação do doce 1 e 2% da bentonita Cálcica. Dos dados analisados, constatou-se leve acidez, obtendo resultado médio de pH de 5,0; o teor proteico quase dobrou em relação a formulação sem a argila. ALIXANDRE, concluiu que a introdução da bentonita cálcica agregou valor nutricional ao produto e manteve-se dentro dos padrões microbiológicos.

3.6 Viabilidade

A água envasada está dentre as bebidas mais comercializadas do mundo, com crescimento constante. Entre 1992 e 1997, a água envasada obteve um aumento superior a 100%, 65% sendo água mineral. Esse crescimento é associado à busca por hábitos mais saudáveis e segurança alimentar. (BORGES, 2017)

A crescente demanda por águas envasadas se da devido à procura por uma água que atenda padrões organolépticos, a elevada disponibilidade de fontes naturais, aliado ao crescimento populacional. O Brasil possui também uma das maiores reservas de água doce do mundo, principalmente subterrânea, capaz de atender a futuras demandas por águas envasadas. (BORGES, 2017)

Segundo o DNPM, São Paulo lidera o ranking com 21% da produção nacional de águas envasadas, seguido por Pernambuco com 10%, Bahia 9%, Ceará 6% e Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rio grande do norte com 5%.

O Brasil é o 5º maior mercado consumidor de água engarrafada do mundo, em 2013 tendo consumido 18,2 bilhões em 2013 (DNPM, 2014). O Brasil apresenta uma comercialização de águas envasadas inferior a países desenvolvidos, Segundo, BORGES 2017, a expectativa é que o Brasil se torne um dos maiores consumidos de água per capita do mundo, com uma perspectiva de crescimento de 4% ao ano.

Em 2017, o consumo cresceu 5,3% em relação ao ano anterior, com dados declarados de consumo de 82,2 bilhões de litros de água mineral se mantendo em 5º lugar, atrás de China, Indonésia, Índia e Estados Unidos. A exportação para países de destino Guiana com 57% da exportação, Estados Unidos (12%), Porto Rico (10%), Paraguai (9%) e Chile (7%), declarando 658 mil litros exportados (ANM).

A bentonita produzida no Brasil em 2010 alcançou 531.696 toneladas no ano de 2010, um crescimento de mais de 100% em relação a 2009. Em 2016, Segundo ANM (2019), foram produzidos 16.200.000 toneladas de bentonita bruta no mundo.

Os maiores países produtores de bentonita, estão Estados Unidos produzindo 24%, chegando a produzir em 2016 3.800.00 toneladas, seguido pela China 23%, Índia, Grécia e Turquia 7%, e Brasil com 2% da produção mundial.

A produção interna de bentonita bruta no Brasil por estados é: Paraíba 64,9% e Bahia 35,1%, de bentonita beneficiada (ativada + moída seca), aproximadamente 352.920 t em 2016, uma redução de 12,2% em relação à produção do ano de 2015 (ANM, 2019).

As exportações da bentonita bruta e beneficiada totalizaram 16.461 toneladas, cerca de US\$10.656.000.

A comercialização da bentonita sendo ANM (2019) foram empregado nas seguintes áreas: ração animal, extração e beneficiamento de minerais, extração de petróleo e gás, fundição, filtros, refino e petróleo, pelotização, siderurgia, metalurgia dos não-ferrosos, construção civil, cosméticos, corretivo de solos, refratários, cerâmica branca e produtos químicos.

4. MATERIAIS E METODOS

Este trabalho foi realizado no Centro Vocacional Tecnológico (CVT) da Universidade Federal de Campina Grande campus Pombal.

Para as formulações da água aditivada de bentonita, primeiramente foram esterilizadas as argilas utilizadas foram fornecidas pelo Centro Vocacional Tecnológico (CVT), da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos (UATA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal-PB e a água mineral proveniente do comercio local Pombal-PB, na autoclave a 121°C/15 min.

Posteriormente foram realizadas as formulações. Para elaborar as formulações foram medido 1L de água mineral em uma proveta e pesado a bentonita sódica e cálcica na proporção de 30, 50 e 100mg para cada litro. Logo, após foram realizadas as análises microbiológicas e análises fisio-químicas nas formulações de água aditivada e na água mineral.

Após a realização das análises, será feito uma comparação das águas e averiguação das vantagens e benefícios da adição das argilas na água aditivada.

4.1 Análise Microbiológica

O produto foi submetido à pesquisa de teste presuntivo, coliformes totais 35° C e 45°C, *Salmonella SP.* e fungos e leveduras, segundo as metodologias.

4.1.1 Teste presuntivo

Técnica de tubos múltiplos, na qual se homogeneizou 10 mL da amostra em cinco tubos contendo Caldo lauryl concentrado, 1 mL para cinco tubos contendo Caldo Lauryl na concentração normal e 0,1 mL para cinco tubos contendo Caldo Lauryl normal, com tubos de Duhran invertidos e incubados a 35°C/24-48h. (SILVA, 2017)

4.1.2 Coliformes 35°C

A partir dos tubos com leitura positiva do teste presuntivo, será transferida uma alçada da cultura para o teste confirmatório no Caldo Verde Bile Brilhante, com período de incubação a 35°C/24-48h, conforme a metodologia SILVA (2017).

4.1.3 Coliformes 45°C

Para quantificação de coliformes totais a 45°C foi utilizada a técnica do Número mais Provável (NMP), incubados em banho-maria a 45°C /48h, conforme a metodologia SILVA (2017).

4.1.4 Bolores e leveduras

Na determinação de Bolores e leveduras foi utilizado o método de plaqueamento direto em superfície, em meio Agar Batata Dextrose (BDA), fundido e acidificado com ácido tartarico a 10%, posteriormente as placas serão incubadas a 35°C por 5 dias, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2017).

4.1.5 *Salmonella sp*

Para determinação de *salmonella spp.* Será utilizado o método em superfície no meio de cultura Salmonella Diferencial Ágar, incubando-se a temperatura de 36°C/ 48h, segundo a metodologia recomendada (SILVA, 2017).

4.1.6 *Escherichia coli*

Para determinação de *Escherichia coli*, foi utilizado o método de Contagem Padrão em Placas (CPP), As placas foram incubadas em temperatura de 37°C /48horas seguindo a metodologia recomendada (SILVA, 2017).

4.2 Análises Físico-Químicas

Os padrões físico-químicos das águas foram determinados seguindo as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz adaptado para cada análise, da 4ª versão, do Capítulo VIII – Águas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os resultados encontrados foram avaliados conforme as recomendações da portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

4.2.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado através do método potenciométrico, com pHmetro de bancada da marca Lucadema e modelo mPA, previamente calibrado com solução tampão de pH 4,00 e 7,00.

4.2.2 Condutividade

A condutividade da água foi avaliada através do condutivímetro de bancada da marca Lucadema e modelo mCA150 previamente calibrado, segundo a metodologia recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.2.3 Alcalinidade

Foi adicionado a uma alíquota da água, 2 gotas da solução alcoólica do indicador ácido-base fenolftaleína. Em seguida, a mesma foi titulada com HCl 0,02 mol/L até o desaparecimento da cor rósea. Anotou-se o volume de ácido gasto (P), em mL. Logo após, na mesma solução, adicionou-se 4 gotas do indicador misto (Solução mista de verde de bromocresol e vermelho de metila) e titulou-se com o ácido clorídrico até a viragem de azul para amarelo. Anotou-se o volume total gasto (T), em mL. O procedimento da análise foi feito em triplicata.

Sua base de cálculo é expressa na Equação 01:

$$\text{Alcalinidade total de CaCo}_3 = V \times 20$$

Alcalinidade total: mg/L;

V_{mL} : Volume utilizado na titulação de H_2SO_4

4.2.4 Cloretos

Cloretos foram realizados pelo método de Mohr, em mg/L de Cl, após a adição de 100 mL da amostra de água com 1 mL do indicador de cromato de potássio (K_2CrO_4) a 5%, cuja cor é amarelo-esverdeada, titular inicialmente com a solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3) a 0,00141N e, em seguida, para tornar o precipitado colorido. Expressa na Equação 02:

$$\text{Cloreto} = \frac{\text{Nitrato de Prata (AgNO}_3) \times 35,5 \times \text{normalidade do AgNO}_3}{V}$$

Cloreto: mg/L;

Nitrato de Prata (AgNO₃): Volume utilizado na titulação em mL;

Normalidade (AgNO₃): 0,014N;

V: Volume utilizado da amostra em L.

4.2.5 Dureza

A dureza é determinada pelas somas das concentrações de cálcio e magnésio, expressas como carbonato de cálcio em mg/L. Foram realizados diluições 2:200. Foi adicionado 2 mL da amostra a um erlenmeyer, 200 mL de água destilada e 1 mL de solução tampão de pH (10,0±0,1), logo foi adicionado uma pequena quantidade do indicador negro de eriocromo T, tornando-se da cor púrpura. Titulou-se essa solução com EDTA, cálcio e magnésio serão quelados e uma viragem de cor púrpura à azul indicará o ponto final. Equação 03:

$$\text{Dureza total (CaCo}_3) = \frac{\text{EDTA} \times \text{Molaridade do EDTA} \times 50.000}{V}$$

Dureza Total (CaCO₃): mg/L;

EDTA: Volume gasto na titulação em mL;

Molaridade do EDTA: 0,01M

V: Volume utilizado da amostra em L

4.2.6 Ferro

O teor de Ferro presente nas amostras foi analisado através do instrumento analítico de colorimetria da marca Del Lab. Foi adicionada uma de 10mL em uma cubeta e analisado sua coloração. Os complexos formadores de íons de Fe³⁺ apresentam uma coloração vermelho, que varia de intensidade de acordo com a concentração de íons de Fe³⁺.

4.2.7 Turbidez

A turbidez foi determinada através do Turbidímetro AP2000, instrumento analítico de bancada, da marca PoliControl, previamente calibrado com uma amostra de água destilada. Esse equipamento determina a presença de materiais suspensos, tais como areia, poeira, matéria orgânica e inorgânica, plâncton e organismos microscópicos. Logo, para a realização da análise, foi aferida uma quantidade de 20 mL da amostra e transferido para uma cubeta e em seguida realizado a leitura no turbidímetro.

4.3 Análise Estatística

Para os resultados obtidos a partir das análises das águas aditivas, foi realizada utilizando software Sisvar para Análises Estatísticas. Onde foi utilizado nos experimentos o delineamento inteiramente casualizado e as médias dos tratamentos foram comparados através da Análise de Variância (ANOVA), seguindo da aplicação do teste Tukey ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados nas análises microbiológicas da água mineral e das amostras de água aditivada. .

Tabela 1: Resultado das análises microbiológicas das águas adicionadas de bentonita sódica e cálcica, esterilizados na autoclave a 121°C/15min.

| Análises | Amostras | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | AM | BS1 | BS2 | BS3 | BC1 | BC2 | BC3 |
| Coliforme a 35°C (NMP/mL) | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Coliforme a 45°C (NMP/mL) | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Bolores e Leveduras (UFC/mL) | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Escherichia coli | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Salmonella Sp. | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |

AM=Água Mineral; BS1= Bentonita sódica 30mg/L; BS2= Bentonita sódica 50mg/L; BS3= Bentonita sódica 100mg/L; BC1= Bentonita calcica 30mg/L; BC2= Bentonita calcica 50mg/L; BC3= Bentonita calcica 100mg/L.

Obedecendo Portaria GM/MG nº 888, de 4 de maio de 2021, a partir da observação das análises para a presença do grupo coliforme a 35°C e 45 °C apresentou ausência para todas as amostras analisadas de águas aditivadas com bentônita, resultando em águas apropriadas para consumo humano.

Na Tabela 1, em 100% das amostras analisadas observou-se ausência de contaminação do grupo Escherichia Coli, bolores e leveduras e *Salmonella sp.*, a legislação brasileira, não estabelece esses parâmetros microbiológicos para água mineral, no entanto, esses microrganismos podem estar presente tanto na água mineral, quanto nas argilas adicionadas. Verificou-se que as amostras estavam todas ausentes da presença de patógeno, logo, não apresentam nenhuma contaminação, indicando que essa água está apta para o consumo humano, segundo os padrões microbiológicos.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises pH e Condutividade realizada na água mineral e na água aditivada:

Tabela 2. pH e condutividade

| Formulações | pH | Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$) |
|--------------------|-------------------------------|---|
| AM | 5,12 ^{ab} \pm 0,16 | 66,10 ^c \pm 0,77 |
| BS1 | 6.56 ^c \pm 0,36 | 59,72 ^{ab} \pm 0,91 |
| BS2 | 5,72 ^b \pm 0,27 | 58,39 ^a \pm 0,53 |
| BS3 | 5,75 ^b \pm 0,28 | 58.75 ^a \pm 0,96 |
| BC1 | 5.28 ^{ab} \pm 0,50 | 61,85 ^b \pm 0,02 |
| BC2 | 4.76 ^a \pm 0,03 | 65,03 ^c \pm 0,49 |
| BC3 | 4.81 ^a \pm 0,08 | 65,66 ^c \pm 0,46 |

AM=Água Mineral; BS1= Bentonita sódica 30mg/L; BS2= Bentonita sódica 50mg/L; BS3= Bentonita sódica 100mg/L; BC1= Bentonita calcica 30mg/L; BC2= Bentonita calcica 50mg/L; BC3= Bentonita calcica 100mg/L. Média \pm desvio padrão. Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A partir da Tabela 2, constatou-se que o pH ficou levemente ácido na proporção em que ocorreu o aumento da concentração da argila. Conforme podemos observar BS3 apresentou diferença significativa à ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, de BS1. As formulações com a bentonita cálcica também apresentaram um aumento na acidez, apresentando valores inferiores ao da água sem adição de bentonita.

Segundo, Alencar, et. al. (2020), o teor de sais minerais presentes nas águas e a afinidade de cátions e ânions influenciam no pH de águas minerais. Logo, Esse aumento da acidez pode ser justificado devido à adição de um novo mineral a essa água.

Segundo a Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022) o pH de águas subterrâneas variam geralmente entre 5,0 a 8,5. No estudo sobre águas minerais por Dias et al (2010) sobre quatro marcas de águas minerais em Teresina-PI, ocorreu uma variação do pH de 5,07 à 7,92, aproximando-se dos resultados encontrados nesse estudo, que variaram de 4,76 à 6,56.

O pH representa a concentração de íons hidrogênio, H^+ , dando uma sugestão das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água. A resolução para águas do Ministério da Saúde, não estabelece uma faixa de parâmetro pH ideal para

águas minerais, porém, na literatura EMBRAPA (2011), cita que para águas de fontes naturais, o pH pode variar de 4,0 à 9,0.

A condutividade elétrica é determinada pela competência de conduzir correntes elétricas em meios que tenham presentes materiais orgânicos e inorgânicos diluídos, como sais que se diluam em ânions e cátions, (MACEDO, 2018). Dessa forma, é proporcional a condutividade elétrica na água ao número de partículas condutoras. Compostos orgânicos e inorgânicos presentes no meio provocam alteração na condutividade elétrica dependendo da sua concentração (SILVA FILHO et al 2016).

Podemos observar na tabela 02, as formulações que continham a adição da bentônica sódica não apresentaram entre si diferenças significativas para condutividade no teste de Tukey nas concentrações formuladas, no entanto, diferiram das formulações que foram adicionadas a bentonita cálcica, tal fato pode ser explicado pelas características das propriedades das bentonitas, onde a sódica é composta pela molécula de sódio (Na^+) que se diluem e incham e a cálcica é composta por molécula de cálcio (Ca^+) que permanecem unidas por interações elétricas. Segundo (SILVA FILHO et al 2016), a condutividade elétrica está associada à quantidade de sais minerais e outros íons dissolvidos, ou seja, partículas carregadas eletricamente.

As formulações com a adição da bentonita sódica apresentaram diferença significativa em comparação a água mineral sem adição de argila, acredita-se que esse resultado seja devido a capacidade de inchamento, conseqüentemente afastando partículas uma das outras.

No estudo realizado por (SILVA FILHO et al 2016) de Caracterização De Cinco Tipos de Águas Minerais Comercializadas em Campina Grande-PB, o estudo apresentou condutividade elétrica entre 59,09 à 480,0 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$, com valores associados aos encontrados nesse estudo.

A resolução para águas do Ministério da Saúde, não dispõe de um valor máximo permitido (VMP) para condutividade elétrica para águas minerais.

A tabela 3 apresenta média dos resultados das análises Alcalinidade e Cloretos realizados na água mineral e na água aditivada.

Tabela 3. Alcalinidade e cloretos.

| Formulações | Alcalinidade (mg/L) | Cloretos (mg/L) |
|--------------------|----------------------------|------------------------|
| AM | 8,33 ^c ±0,58 | 2.27 a ±0,40 |
| BS1 | 6,33 ^{ab} ±0,58 | 2.09 a ±0,00 |
| BS2 | 6,33 ^{ab} ±0,58 | 1.97 a ±0,03 |
| BS3 | 5,67 ^a ±0,58 | 2.12 a ±0,03 |
| BC1 | 6,33 ^{ab} ±0,58 | 2.00 a ±0,06 |
| BC2 | 8,00 ^c ±0,58 | 2.25 a ±0,06 |
| BC3 | 7,67 ^{bc} ±0,58 | 2.05 a ±0,03 |

AM=Água Mineral; BS1= Bentonita sódica 30mg/L; BS2= Bentonita sódica 50mg/L; BS3= Bentonita sódica 100mg/L; BC1= Bentonita calcica 30mg/L; BC2= Bentonita calcica 50mg/L; BC3= Bentonita calcica 100mg/L. Média ± desvio padrão. Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A alcalinidade tem como base todos os compostos alcalinos no meio presente, como Hidróxidos, Carbonatos e Bicarbonatos. Tem uma relação inversa com a acidez, uma vez que a alcalinidade consegue neutralizar os ácidos presentes. A alcalinidade serve como um padrão importante para o controle de potabilidade de água, pois, determina qual deverá ser o tratamento apropriado. (FUNASA, 2004)

Segundo a tabela 03 as com menor concentração das bentonitas, BC1 E BS1, não apresentaram entre si, diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), mas diferiram da água sem a bentonita. A formulação BS3 apresentou diferença significativa com AM, resultando na formulação com menor alcalinidade. No estudo Controle de qualidade de Águas Minerais, por ALENCAR, et al (2020), encontrou valores aproximados para alcalinidade, variando de 2,5 a 21mg/L.

De acordo com a Portaria GM/MG nº 888, de 4 de maio de 2021, a alcalinidade encontra-se dentro do Valor Máximo Permitido (VMP), que estabelece 10 a 400 mg/L. De acordo com os dados obtidos, a alcalinidade presente nas amostras apresentou-se abaixo do estabelecido pelo Ministério da Saúde, no entanto, pode-se justificar devido o pH das amostra ter mostrado-se ácido, o que confirma a literatura.

Os cloretos, que estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Estão presentes em todas as águas, desde pequenas concentrações, até em concentrações muito altas, como a água do mar. Os cloretos presentes

influenciam principalmente no sabor das águas, fazendo com que fiquem impróprias para o consumo. (FUNASA, 2004).

A Portaria GM/MG nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece para cloretos o Valor Máximo Permitido (VMP), de 250 mg/L.

Os resultados obtidos expressos na tabela 03 se mantiveram dentro do permitido pela legislação, ficando entre 1,97 a 2,27. O que configura uma água com baixo teor de cloretos, uma vez que a legislação permite até 250 mg/L. As águas aditivadas com as argilas sódicas e cálcicas não apresentaram diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$) entre si e nem com a água mineral analisada, ou seja, as concentrações utilizadas para as formulações não foram suficiente para causar uma diferença relevante nas concentrações de cloretos.

A tabela 4 apresenta os resultados da análise de Dureza realizada na água mineral e na água aditivada.

Tabela 4. Dureza total.

| Formulações | Dureza (mg/L) |
|--------------------|-----------------------------|
| AM | 1125,33 ^a ±0,58 |
| BS1 | 2276.33 ^b ±0,58 |
| BS2 | 8625.33 ^e ±0,58 |
| BS3 | 21031.33 ^g ±0,58 |
| BC1 | 3624.66 ^c ±0,58 |
| BC2 | 6224.66 ^d ±0,58 |
| BC3 | 11400.33 ^f ±0,58 |

AM=Água Mineral; BS1= Bentonita sódica 30mg/L; BS2= Bentonita sódica 50mg/L; BS3= Bentonita sódica 100mg/L; BC1= Bentonita calcica 30mg/L; BC2= Bentonita calcica 50mg/L; BC3= Bentonita calcica 100mg/L. Média ± desvio padrão. Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A soma de íons e magnésio presentes na água determinam a dureza total, que pode ser classificada como carbonatos e não carbonatos. Os carbonatos estão presentes nas águas com dureza temporária, que através da ação do calor, se decompõem em: gás carbônico, água e carbonatos insolúveis, que se precipitam e causam incrustação. Dureza de não carbonatos ou Dureza Permanente, não produzem incrustações por conter sais solúveis, tais sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio. (FUNASA, 2004).

Logo, os aditivos utilizados, por se tratar de argilas ricas em sódio e cálcio são classificados como não carbonatos, pois não se decompõem através da ação do calor e diluindo-se ao meio aquoso.

A dureza total expressa na Tabela 4 apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre si, diferindo entre si conforme o aumento da concentração utilizada para cada formulação das bentonitas. BS1, obteve o melhor resultado entre as águas aditivadas, obtendo 2.276,33mg/L, enquanto o maior valor de dureza foi obtido na formulação de BS3 com 21.031,33 mg/L. A água mineral sem a adição da argila também apresentou um índice de dureza maior do que o permitido, porém, menor do que as águas com a adição da argila.

O aumento da dureza total nas formulações era esperado, pois as bentonitas são uma rocha, tendo características de um mineral, que está sendo agregado ao meio líquido. No entanto, A Portaria GM/MG nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece para dureza o Valor Máximo Permitido (VMP), de 300mg/L.

Os índices obtidos nas formulações para dureza estão muito acima do valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde, tornando inviável o uso dessa água para fins de consumo humano.

Segundo SANTOS, et al. (2013), águas com maior teor de dureza na água influencia na redução de doenças cardíacas. Águas com elevada concentração de dureza produzem um sabor desagradável, podem ocasionar efeitos laxativos.

A tabela 5 apresenta os resultados das análises de Turbidez e Ferro realizados na água mineral e na água aditivada.

Tabela 5. Turbidez e ferro.

| Formulações | Turbidez | Ferro |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| AM | 0,00 ^a ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |
| BS1 | 1,00 ^b ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |
| BS2 | 2,00 ^c ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |
| BS3 | 3,00 ^d ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |
| BC1 | 1,00 ^b ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |
| BC2 | 1,33 ^b ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |
| BC3 | 3,00 ^d ±0,00 | 0,10 ^a ±0,00 |

AM=Água Mineral; BS1= Bentonita sódica 30mg/L; BS2= Bentonita sódica 50mg/L; BS3= Bentonita sódica 100mg/L; BC1= Bentonita calcica 30mg/L; BC2= Bentonita calcica 50mg/L; BC3= Bentonita calcica 100mg/L. Média ± desvio padrão. Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Percebe-se na tabela 5 que na análise a amostra AM diferiu das demais formulações para o parâmetro turbidez, apresentando o melhor resultado. As formulações BS1 E BC1 que continham 30mg/L de bentonita sódica e cálcica, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre si. Nas formulações com 50mg/L, BS2 diferiu de BC2, logo, a formulação contendo bentonita sódica obteve um resultado mais elevado na turbidez que a bentonita cálcica. Para as amostras contendo 100 mg/L das argilas, não obtiveram diferenças significativas entre si, mas diferiram da AM, que não continham as argilas.

Logo, podemos concluir que a formulação que apresentou melhores resultados foi a água mineral aditivada com bentonita cálcica a 50mg/L no parâmetro turbidez, pois mesmo elevando a concentração, BS2 não teve diferença significativa de BS1.

O aumento da turbidez de BS1, BS2 E BS3 se deve a introdução desse argilo-mineral, pois a bentonita sódica, possui maior capacidade de diluição e inchamento, logo apresentou uma maior dispersão na água e adsorção da luz, gerando uma aparência mais turva que a água aditivada com a bentonita cálcica que possui uma capacidade de absorção de água limitada.

A turbidez da água é a redução da sua transparência, que pode ser causada pela presença de materiais orgânicos, algas, componentes como zinco, ferro, areia (FUNASA, 2004). A Portaria GM/MG nº 888, de 4 de maio de 2021, Art 28, constitui para água potável que deverá ser atendido para turbidez o VMP (Valor Máximo Permitido) de 5,0 uT. Portanto, todas as águas aditivadas estão dentro do padrão exigido pelo Ministério da Saúde.

O ferro presente na água estão localizados em minerais escuros, como magnetita, biotita, tais compostos são encontrados no estado ferroso (Fe^{2+}) formam compostos solúveis, especialmente hidróxidos, que passam a hidróxidos ferrosos quando oxidado, (Fe^{3+}), atribuindo coloração forte nas águas, sabor amargo e adstringente (EMBRAPA, 2011).

Conforme o Ministério da Saúde (2021), o teor de ferro deve está dentro do padrão de potabilidade, tendo sido estabelecido a concentração limite de VMP de 0,3 mg/L. O estudo realizado não encontrou diferença significativa nas amostras

analisadas, encontrando valor de 0,1 mg/L para todas as amostras, ficando dentro do valor máximo permitido pela legislação. Logo, o mineral adicionado não influenciou no teor de ferro presente nas amostras, não alterando assim sua composição original de ferro.

6. CONCLUSÃO

Ainda é pouco explorado o potencial das bentonitas acrescentadas a alimentos, mesmo possuindo características físico-químicas ajustáveis que viabilizam seu uso na produção de diversos alimentos. A introdução desse argilo-mineral na água, afim de aumentar os benefícios a saúde para consumidores, trás a preocupação de manter-se dentro dos padrões de potabilidade para consumo humano.

De acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente a água mineral aditivada pelas bentonitas sódicas e cálcicas apresentou-se dentro dos parâmetros microbiológicos exigidos, estando apto para consumo humano.

A água aditivada com a bentonita cálcica com 50mg/L, demonstrou resultados para turbidez, com valores próximo de BC1 e água mineral. BC2 também foi a água que mais se aproximou no teor de cloretos, condutividade e alcalinidade de AM.

Logo, BC2 foi a formulação que apresentou melhores resultados em comparação a água mineral sem adição de argilas e das demais formulações. No entanto todas as formulações demonstraram valores para dureza acima do permitido pela legislação vigente, que é de 300mg/L. Tal fato inviabiliza o uso dessa água para fins de consumo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, G. R. R.; MOURA, R. C.; FREIRE, L. da S.; HOLANDA, A. C. RODRIGUES, N. C.; COELHO, R. C. **Controle de Águas Mineral**. Braz. J. Hea. Rev, Curitiba, v.3. n 6 , p. 16356-16368, Nov/dez 2020.

ALIXANDRE, B. M. A. – **Bentonita Cálcica utilizada na fabricação de doce de banana em massa – Avaliação de Qualidade**. TCC (Graduação) – Curso: Engenharia de Alimentos, UFCG, Pombal, 2018.

AMORIM, L. V.; VIANA, J. D.; FARIAS, K. V.; BARBOSA, M. I. R.; FERREIRA, H. C. – **Estudo Comparativo entre variedades de Argilas Bentonitas de Boa Vista, Paraíba**. Revista Materia, V. 11, nº1, p30-40, 2006.

ANA – **Agência Nacional de Águas**. Qualidade de água. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ana/panorama-das-aguas/qualidade-da-agua/qualidade-da-agua>> Acesso em 23 jan. 2022.

ANDRADE, L. **Qualidade da Água Potável para consumo humano na cidade do Mindelo, São Vicente – Cabo Verde, 2011**. Série relatório técnico. Departamento de Engenharia e ciência do mar. Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pesca. 2011.

ANM – Agência Nacional de Mineração. **Sumário Mineral**. DALLAS COSTA, Marina Marques; MEDEIROS, Karina Andrade; LIMA, Thiers Muniz (Coord.). V.37 p. 63-66. Brasília: ANM, 2019.

ANM – Agência Nacional de Mineração. Processos Minerários (Água Mineral). Sistema de informações Geográficas de Mineração (SIGMINE), 2018.

ANVISA. **Agencia Nacional De Vigilância Sanitária**. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-275-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>. Acesso em: 10 de jan. 2022.

ANVISA. **Agencia Nacional De Vigilância Sanitária**. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/res0274_22_09_2005.html Acesso em: 10 de jan. 2022.

ANVISA. **Agencia Nacional De Vigilância Sanitária**. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 182, de 13 de outubro de 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2017/rdc0182_13_10_2017.pdf. Acesso em: 15 de jan. 2022.

ANVISA. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 309, de 16 de julho de 1999. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/AGENCIAS/ANVISA/RS0309-160799.PDF>. Acesso em: 12 de jan. 2022.

BRASIL, **Ministério da Saúde**. Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade: Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562?C20DEB51-A4CE-BA4D-A708-D37AE2635882_kfa_cup_C6FA3ED5_6D17_47D1_B6E2_F4B02CC905E0_. Acesso em: 02 de fev 2022.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade: Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 10 de dez. 2021.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Lei nº 7.841 de 8 de Agosto de 1945. Código de Águas Minerais. Disponível em: HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del7841.htm. Acesso em 15 de fev. 2022.

BORGES, M. R. M. – **Estudo da Potabilidade de Águas Minerais e Adicionada de Sais** – Monografia (GRADUAÇÃO) – Curso Química Industrial da Universidade Federal do Ceará, 2017.

CLAUDINO, M. D. R.; SILVA, M. D.; SILVA, J. N.; JUNIOR, S. C. B; MONTEIRO, G. S. **Avaliação do Potencial de Impermeabilização de Argilas Bentoníticas Natural (Cálcica) e Ativada (Sódica) Oriundas do Município De Boa Vista – PB.** Associação Brasileira de Química, 2007.

DNPM – **Departamento Nacional de Produção Mineral O passo a passo para explorar água mineral.** DNPM, 2015

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Águas.** In: **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** Edição IV. São Paulo: 1ª Edição Digital. SES – CCD – IAL. Secretaria de Estado da Saúde 1020 p. 2008. p. 347-408.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água.** Ministério da Saúde Fundação Nacional de saúde, 4º Ed. Brasília: FUNASA, 2013.

GOIS, L. H. B., NOGUEIRA, A.C.; MORAES, L. R. S. **Água para Consumo Humano: Uma visão de riscos e vulnerabilidade de sua utilização.** Vol. 1, n.2 p.251-266, 2013.

KOCHHANN, E. L.. **Análise de Viabilidade Econômica e Financeira para Exploração e Comercialização de Água Mineral: Estudo de Caso Em Uma Propriedade Rural Familiar.** TCC (GRADUAÇÃO) – Curso: Ciências contábeis da Universidade de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, 2018.

LUZ, A. B.; OLIVEIRA, C. H.. **Argila Bentonita – Rochas e Minerais Industriais.** 2º Ed. Pag 239-252. 2008.

MACEDO, T. de L.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J.; **Análise Físico-Química e Microbiológica de Água de Poços Artesianos em um Município Do Vale Do Taquari-Rs.** Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 22, n.1, p. 58-65, jan/jan 2018.

MOURA, R. C.; FREIRE, L. da S.; HOLANDA, A. C.; RODRIGUES, N.C; COELHO, R. C.; BRAZ, J. H.. **Controle de Qualidade de Água Minerais**. Rev. Curitiba, V.3, nº 6, p. 16356-16378, Nov/dez 2020.

MORAIS, E. P.; LIMA, S. T. S.; COSTA, M. T. P.; FRAGA, A. C. A.; MELLO, L. M. S.. **Água adicionada de sais – adequação a legislação**. Cadernos ESP. Ceará. P 120-130. 2019.

MENEZES, R. R.; SOUTO, P.M; SANTANA, L.N.L.; NEVES, G.A.; KIMINAMI,RH.G.A; FERREIRA,H.C. **Argilas bentoníticas de Cubati, Paraíba, Brasil: Caracterização física-mineralógica, Cerâmica** Vol. 55, nº 334, São Paulo, 2009.

NUNES, A. J. R.. **Mineração de Água Mineral: Qualidade para Consumo Humano e Promoção de Saúde**. Revista Ibero – Americana de Humanidades, Ciencia e Educação, São Paulo, v. 8, nº1, jan. 2022.

SANTOS, R. de S.; MOHS, T. **Saúde e Qualidade da Água: Análise Microbiológica e Física-química em Águas Subterrâneas**. Revista Contexto e Saúde, v. 13, p 46-53. Dez, 2013.

SILVA FILHO, E. D.; BRZ, A. S; CHAGAS, R. C. de O. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande-PB**, Revista Principia – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, [SI], n. 30, p. 9-17, 2016.

SILVA, E. J. da C.; **Elaboração De Doce De Leite Pastoso Enriquecido Com Diferentes Concentrações De Argila 2018**. 18 f. TCC (Graduação) – Curso: Engenharia de Alimentos, UFCG, Pombal, 2018. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/18527>. Acesso em 02 de jan. de 2022.

SILVA da N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F DE A. **Manual De Métodos De Análises De Alimentos E Água**. 5ª Ed. São Paulo: 2017.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M.; **Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Química de água – EMBRAPA FLORESTA**, 1º Ed. Colombo-PR: 2011.

PINHEIRO, L. F. **O controle fiscal eletrônico da produção de bebidas: uma análise setorial sob a perspectiva do desempenho da arrecadação do ICMS no Estado do Ceará no período de 2002 a 2011**. 2015. 74f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Programa de Economia Profissional, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.