



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOABE MATEUS SOARES MORAIS

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS NO
OESTE DO RIO GRANDE DO NORTE**

CARAÚBAS - RN

2021

JOABE MATEUS SOARES MORAIS

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS NO
OESTE DO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Freire Freitas
Martins.

Co-orientador: Prof. Dr. André Moreira de
Oliveira.

CARAÚBAS - RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998 . O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M827q Morais, Joabe Mateus Soares. Qualidade
físico-química de águas minerais comercializadas
no oeste do Rio Grande do Norte / Joabe Mateus
Soares Morais. - 2021.
67 f. : il.

Orientador: Daniel Freitas Freire Martins.
Coorientador: André Moreira de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

1. Água subterrânea . 2. Fatores
antropogênicos. 3. Influência espaço-temporal. 4.
Composição mineral. 5. Semiárido. I. Martins,
Daniel Freitas Freire , orient. II. Oliveira,
André Moreira de, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOABE MATEUS SOARES MORAIS

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS NO
OESTE DO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 31/05/2021.

BANCA EXAMINADORA

DANIEL FREITAS FREIRE MARTINS:05305550424

Assinado de forma digital por DANIEL
FREITAS FREIRE MARTINS:05305550424
Dados: 2021.06.02 10:22:57 -03'00'

Daniel Freitas Freire Martins, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

ANDRE MOREIRA DE
OLIVEIRA:04088998910

Assinado de forma digital por
ANDRE MOREIRA DE
OLIVEIRA:04088998910
Dados: 2021.06.02 10:16:20 -03'00'

André Moreira de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

WICLITON WAGNER DE OLIVEIRA LIMA:08252589448

Assinado digitalmente por
WICLITON WAGNER DE
OLIVEIRA LIMA:08252589448
Data: 2021-06-02 09:58:17
Foxit Reader Versão: 9.3.0

Wicliton Wagner Oliveira, Prof. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

Antônio Alex de Lima Silva

Antônio Alex de Lima Silva, Prof. Dr. (FACENE)
Membro Examinador

*Dedico este trabalho a toda a minha família,
especialmente a minha mãe Eunice e ao meu
pai Valmir pela educação, ensinamentos e ao
apoio nessa caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por estar comigo nos momentos de dificuldades sempre me dando forças para continuar.

Aos meus pais, Maria Eunice Soares e Valmir Alexandre de Moraes por todo empenho, dedicação e sacrifícios passados para a realização desse sonho. E ao meu irmão, Joatan pelo companheirismo.

À toda minha família por acreditar em mim e dar todo o apoio necessário nos momentos mais difíceis ao longo da minha formação.

Ao meu orientador, professor Dr. Daniel Freitas Freire Martins, pelos ensinamentos, paciência e dedicação na orientação deste trabalho, no qual tive a honra e a oportunidade de ser orientado.

Ao meu co-orientador, professor Dr. André Moreira de Oliveira pela confiança e oportunidade.

À todos os membros da banca examinadora pela atenção e disponibilidade.

À todos os professores que passaram pela minha vida desde o ensino fundamental a graduação que sempre mostraram o caminho da educação. Quero agradecer pelos conselhos, ensinamentos e a dedicação com essa magnífica profissão.

Aos meus amigos e colegas de universidade pelo companheirismo e auxílio ao longo do curso.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação
determina o que você conquista.”

(Aldo Novak)

RESUMO

Com a grande preocupação por um consumo de água saudável por parte da população do oeste potiguar, que em muitas localidades há a escassez de água potável, notou-se mesmo que de forma empírica a grande importância que as águas minerais comercializadas nessa região possuem para suprir a carência de água de boa qualidade. A busca por novas fontes se dá pelo fato de acreditar-se que essas águas minerais naturais são mais seguras para o consumo, visto que deve-se seguir parâmetros físico-químicos recomendados por legislação. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos de águas minerais naturais comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte e verificar se estão em acordo com a legislação vigente. Foi possível fazer essas análises seguindo recomendações do Standard Methods of APHA, no qual foram levados 6 amostras de águas minerais naturais em garrafas de 500 mL para o laboratório de química da UFRSA campus Caraúbas para a aplicação dos métodos em todas as amostras, fazendo comparações com os valores informados pelos rótulos de cada parâmetro analisado. Foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, salinidade, turbidez, cloreto, alcalinidade parcial e total, resíduos de evaporação a 180°C, dureza total, cálcio, magnésio, bicarbonato, sódio e potássio. A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que a amostra D apresentou os maiores valores para todos os parâmetros analisados, com a exceção da turbidez que ficou maior na amostra F para esse parâmetro. Também concluiu-se que o pH das amostras analisadas apresentaram resultados dentro dos limites permitidos, assim como a salinidade, a turbidez, o cloreto, resíduos de evaporação e dureza total, os demais parâmetros não há limites recomendados em legislação. A exceção ficou para o teor de sódio que somente uma amostra não ultrapassou o limite máximo recomendado pela OMS. Além do mais, em relação a veracidade das informações prestadas pelas marcas por meio das informações desses parâmetros em seus rótulos, notou-se diferenças com os valores obtidos nas análises, no qual essas diferenças podem ter sido provocadas por ações antropogênicas ou mesmo naturais ao decorrer dos anos, tendo em vista que os laudos físico-químicos nas fontes são antigos.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea; Fatores antropogênicos; Influência espaço-temporal; Composição mineral; Semiárido.

ABSTRACT

With the great concern, for healthy water consumption by the population of western potiguar, which in many places there is a shortage of drinking water, it was even empirically noted the great importance that mineral waters sold in this region have to supply the lack of good quality water. The search for new sources is due to the belief that these natural mineral waters are safer for consumption, as the physical-chemical parameters recommended by legislation must be followed. Thus, this work aimed to evaluate the physicochemical parameters of natural mineral waters sold in the west of Rio Grande do Norte and verify if they are in accordance with current legislation. It was possible to carry out these analyzes following the recommendations of the Standard Methods of APHA, in which 6 samples of natural mineral waters in 500 mL bottles were taken to the chemistry laboratory of UFERSA campus Caraúbas for the application of the methods in all samples, making comparisons with the values informed by the labels of each analyzed parameter. The following physical-chemical parameters were determined: pH, electrical conductivity, salinity, turbidity, chloride, partial and total alkalinity, evaporation residues at 180°C, total hardness, calcium, magnesium, bicarbonate, sodium and potassium. From the results obtained, it was possible to conclude that sample D had the highest values for all parameters analyzed, with the exception of turbidity, which was higher in sample F for this parameter. It was also concluded that the pH of the analyzed samples presented results within the allowed limits, as well as salinity, turbidity, chloride, evaporation residues and total hardness, the other parameters do not have limits recommended in legislation. The exception was for the sodium content that only one sample did not exceed the maximum limit recommended by the WHO. Furthermore, in relation to the veracity of the information provided by the brands through the information of these parameters on their labels, differences were noted with the values obtained in the analyses, in which these differences may have been caused by anthropogenic or even natural actions over the years, having considering that the physicochemical reports in the sources are old.

KEYWORDS: Subterranean water; Anthropogenic factors; space-temporal influence; Mineral composition; Semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Polígono das secas	21
Figura 2 – Poço raso	23
Figura 3 – Poço tubular/artesiano	24
Figura 4 - Mapa da Mesorregião do oeste potiguar.....	26
Figura 5 – Climas do Rio Grande do Norte.....	27
Figura 6 – Estrutura geológica do Rio Grande do Norte.....	28
Figura 7 – Aquíferos do Rio Grande do Norte	29
Figura 8 – Valores de pH de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto	43
Figura 9 - Valores de condutividade elétrica de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.....	44
Figura 10 - Valores de salinidade de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte	45
Figura 11 - Valores de turbidez de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte	46
Figura 12 – Teores de cloreto de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto	47
Figura 13 - Valores de alcalinidade parcial e total de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte	49
Figura 14 - Valores de resíduos de evaporação a 180°C de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.....	50
Figura 15 - Teores de cálcio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto	51
Figura 16 - Teores de magnésio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto	52
Figura 17 – Dureza total de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte	53
Figura 18 - Valores de bicarbonato de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto	54

Figura 19 - Valores de sódio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto55

Figura 20 - Valores de potássio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Reagentes utilizados nas análises	34
Tabela 2 – Equipamentos utilizados nas análises com marcas e modelos	35
Tabela 3 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.....	66
Tabela 4 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.....	66
Tabela 5 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.....	67
Tabela 6 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Ca	Cálcio
Cl ⁻	Cloreto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DT	Dureza Total
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
LAMIN	Laboratório de Análises Minerais
Mg	Magnésio
MS	Ministério da Saúde
NTU	Unidade de Turbidez Nefelométrica
OMS	Organização Mundial de Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
RDC	Resolução Diretoria Colegiada
SERHID	Secretaria de Estado e Recursos Hídricos
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	18
3.2 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA A NÍVEL MUNDIAL	19
3.3 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL	20
3.4 CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO NORDESTE	22
3.4.1 Poços rasos	22
3.4.2 Poços tubulares / artesianos	24
3.5 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	25
3.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
3.6.1 Informações gerais	26
3.6.2 Clima	26
3.6.3 Estrutura geológica	27
3.6.4 Águas superficiais e subterrâneas	28
3.7 CONSUMO DE ÁGUA MINERAL	30
3.8 DEFINIÇÃO DE ÁGUA MINERAL E LEGISLAÇÃO	30
3.9 PADRÕES FÍSICO-QUÍMICOS	31
3.9.1 pH	31
3.9.2 Condutividade	32
3.9.3 Salinidade	32
3.9.4 Turbidez	32
3.9.5 Cloreto	32
3.9.6 Alcalinidade parcial e total	32
3.9.7 Resíduos de evaporação	33
3.9.8 Cálcio	33
3.9.9 Dureza total	33
3.9.10 Bicarbonato	33
3.9.11 Sódio	33

3.9.12 Potássio.....	33
4 MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1 MATERIAIS	34
4.1.1 Reagentes.....	34
4.1.2 Vidrarias e equipamentos	34
4.2 MÉTODOS	35
4.2.1 Coleta das amostras	35
4.2.2 Análises físico-químicas.....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 PADRÕES FÍSICOS-QUÍMICOS ANALISADOS	42
5.1.1 pH	42
5.1.2 Condutividade elétrica.....	43
5.1.3 Salinidade	45
5.1.4 Turbidez.....	46
5.1.5 Cloreto	47
5.1.6 Alcalinidade parcial e total	48
5.1.7 Resíduos de evaporação.....	49
5.1.8 Cálcio.....	50
5.1.9 Magnésio	52
5.1.10 Dureza total.....	53
5.1.11 Bicarbonato.....	54
5.1.12 Sódio.....	54
5.1.13 Potássio.....	55
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
APÊNDICE	66

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a água é o líquido mais abundante do planeta e o mais importante para a vida. Consumir uma água de boa qualidade é um direito de todos, mas infelizmente não é o caso de diversos lugares do Brasil e do mundo, que sofrem com problemas de escassez de água e má distribuição.

Em relação ao Nordeste brasileiro, no Estado do Rio Grande do Norte, a Mesorregião do Oeste Potiguar está compreendida integralmente no semiárido brasileiro. Essa região apresenta ao decorrer do ano elevadas temperaturas e baixos índices de precipitações (ZANELLA, 2014), contribuindo para a escassez da água em seus principais reservatórios, além da crise hídrica de toda a região principalmente em períodos de seca.

Boa parte dessa região é privilegiada com uma grande bacia hidrográfica do Estado potiguar. Localizada em parte na Chapada do Apodi (PORTELLA; FABIANOVICZ, 2017), essa bacia é a mais importante fonte de água subterrânea da região, abastecendo várias cidades.

Apesar da região possuir grandes e importantes reservatórios de água, em muitas localidades essas águas não apresentam os requisitos de água potável estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Além de não possuírem sistemas de tratamento de água para torná-las potáveis, elas podem apresentar condições salobras, o que as tornam impróprias para o consumo humano.

A população preocupada com a saúde e por necessidade, começou a consumir cada vez mais águas minerais, onde é possível observar, mesmo que de forma empírica, um aumento gradativo desse consumo de águas ao longo dos anos nessa região. A notável elevação no consumo dessas águas minerais para Oliveira et al. (2018), podem estar relacionadas pela tendência de escassez de fontes hídricas seguras e pela deficiência do fornecimento de água potável pelo setor público.

Surge então a necessidade de fazer uma avaliação desses padrões físico-químicos com amostras de diferentes marcas de águas minerais naturais comercializadas na região do oeste potiguar, com o intuito de verificar através dos padrões e requisitos previstos nas legislações se há discrepâncias nos valores apresentados pelas marcas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os padrões físico-químicos de águas minerais comercializadas na região Oeste Potiguar e verificar se estão de acordo com a legislação vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar nas águas minerais: pH, condutividade, turbidez, dureza total, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, salinidade, alcalinidade parcial e total, sólidos totais, orgânicos e inorgânicos.
- Verificar se os padrões estão de acordo com os laudos informados nos rótulos das amostras.
- Comparar os resultados obtidos com a Portaria MS n.º 518/2004 do Ministério da Saúde que estabelece o padrão de qualidade da água para o consumo humano. E a Resolução Diretoria Colegiada – RDC 274/2005 da ANVISA que regulamenta as águas minerais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é o recurso natural mais essencial para a vida humana, além de ser essencial para os funcionamentos dos ecossistemas. Além do mais, ela apresenta papel de grande importância econômico-social de uma região. No contexto econômico, por exemplo, destaca-se a produção de energia elétrica através das hidroelétricas, que utilizam a água como matéria-prima e fonte renovável (BRAGA et al., 2008). Pode-se ainda citar a produção de alimentos através da irrigação. Nesse caso, os produtores fazem uso da água proveniente de rios ou poços, quando não está em período chuvoso, para a manutenção da plantação. Daí a importância de se ter uma boa reserva hídrica (BRITO; GOMES; LUDWIG, 2012).

Em se tratando da importância da água, especialmente no semiárido brasileiro, região conhecida por apresentar escassez de água boa e limpa tanto para o consumo humano quanto para as outras atividades, é considerado um recurso escasso, principalmente quando o período de estiagem se estende por anos, deixando em estado de alerta os reservatórios de água subterrânea e superficial dessa região (MARTINS, 2009).

No Brasil, aproximadamente 66,1% do uso de água está destinada a irrigação. O abastecimento urbano representa 9,0%, abastecimento animal com 11,6%, seguido do industrial com 9,7%, para a mineração 0,9%, em termoeletricas 0,3% e por último, o abastecimento rural, que representa 2,4% do total (ANA, 2019). Pode-se concluir que a água representa algo muito além de apenas para o consumo humano, mas sim uma forte relação econômica para uma região e para o País, seja através da agricultura, das indústrias, do agronegócio, do turismo, entre outros.

Já no contexto social, consumir água de boa qualidade e dentro dos parâmetros físico-químicos é um direito de todos previsto em legislação e fundamental para a saúde humana, pois a água para o consumo humano deverá ser potável e atender aos requisitos de potabilidade do Ministério da Saúde e não oferecer riscos à saúde por meio de doenças de veiculação hídrica. Para isso, é necessário ter uma fiscalização além de se ter uma boa distribuição desse recurso hídrico, reduzindo assim, uma parte dos problemas sociais.

Vale destacar que a ingestão de água tratada auxilia na prevenção de doenças, tais como as renais, pois possui funções fisiológicas essenciais para o controle da temperatura corporal, levar nutrientes para as células e ajudar na digestão (PASCHOAL, 2012).

3.2 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA A NÍVEL MUNDIAL

A água está presente em todo o planeta sendo distribuída entre os continentes. Dessa maneira, do total de água do planeta, cerca de 97,5% é compreendida por água salgada, encontrada principalmente nos oceanos. Do restante, aproximadamente 2,5%, é compreendida por água doce e encontrada principalmente em geleiras, rios, lagos e aquíferos (BRAGA et al., 2002).

Em relação a disponibilidade de água superficial no planeta entre os continentes, de acordo com Augusto et al. (2012), há desigualdades relevantes que podem ser motivos de futuras crises hídricas, devido a diferença populacional entre os continentes. Existem continentes superpopulosos com poucas fontes hídricas, enquanto existem continentes menos populosos com mais fontes e recursos hídricos.

Nesse contexto, segundo Augusto et al. (2012), o continente americano é o que apresenta mais disponibilidade de água superficial comparado com os demais, esse continente concentra cerca de 41,0% da quantidade de água superficial do planeta com uma população estimada em 13,6% do total. Em segundo lugar está o continente asiático com uma quantidade de 31,6% da reserva mundial de água superficial com 59,8% da população mundial. A Oceania e a Antártida juntas compreendem 10,4% da quantidade de água superficial disponível com 0,7% da população mundial. Logo em seguida vem o continente africano, que apesar de vários de seus países sofrerem com abastecimento de água tem uma margem de 10,0% da quantidade de água superficial do mundo, até mesmo na frente da Europa que vem em seguida com 7,0%.

Diante disso, é possível notar que há uma desigualdade considerável na relação população/quantidade de água superficial disponível. Continentes menos populosos concentram mais disponibilidade de água em relação aos mais populosos, como no caso da América que ocupa 13,6% da população mundial e possui a maior disponibilidade de água superficial do planeta. Enquanto a Ásia, o continente com mais densidade demográfica, apresenta 31,6% de recursos hídricos superficiais (AUGUSTO, 2012).

Em relação a águas subterrâneas, caracterizada por ser de água doce e disponível para o consumo humano, ela está em sua maior parte nos chamados aquíferos e representa cerca de 96,0% da água doce disponível no planeta para o consumo, com os outros 4,0% na superfície (GOMES, 2020).

De acordo com Gomes (2020), um dos grandes desafios desse século é manter a proteção de fontes subterrâneas, já que as atividades humanas contribuem para a escassez

desses recursos sem as necessárias ações de proteção do recurso natural. Atividades comerciais, principalmente as industriais e agrícolas necessitam de uma grande quantidade de água, consequentemente um grande desperdício desse recurso, além de lançar contaminantes no solo, deixando-a imprópria para consumo.

Desse modo, nota-se a importância da preservação dessa fonte natural de forma sustentável, já que em contrapartida, a crescente demanda de água por fontes subterrâneas aliadas a problemas climáticos contribuem para a escassez do recurso natural.

3.3 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), estima-se que o Brasil possui aproximadamente 12% da reserva de água doce disponível no planeta. Apesar desse número ser favorável ao País, existem regiões, localizadas principalmente no nordeste brasileiro, que apresentam graves problemas de escassez hídrica. Essas reservas de água são mais concentradas na região Norte do Brasil, o que pode-se notar uma má distribuição do recurso natural para a população, trazendo, consequentemente, problemas sociais e econômicos.

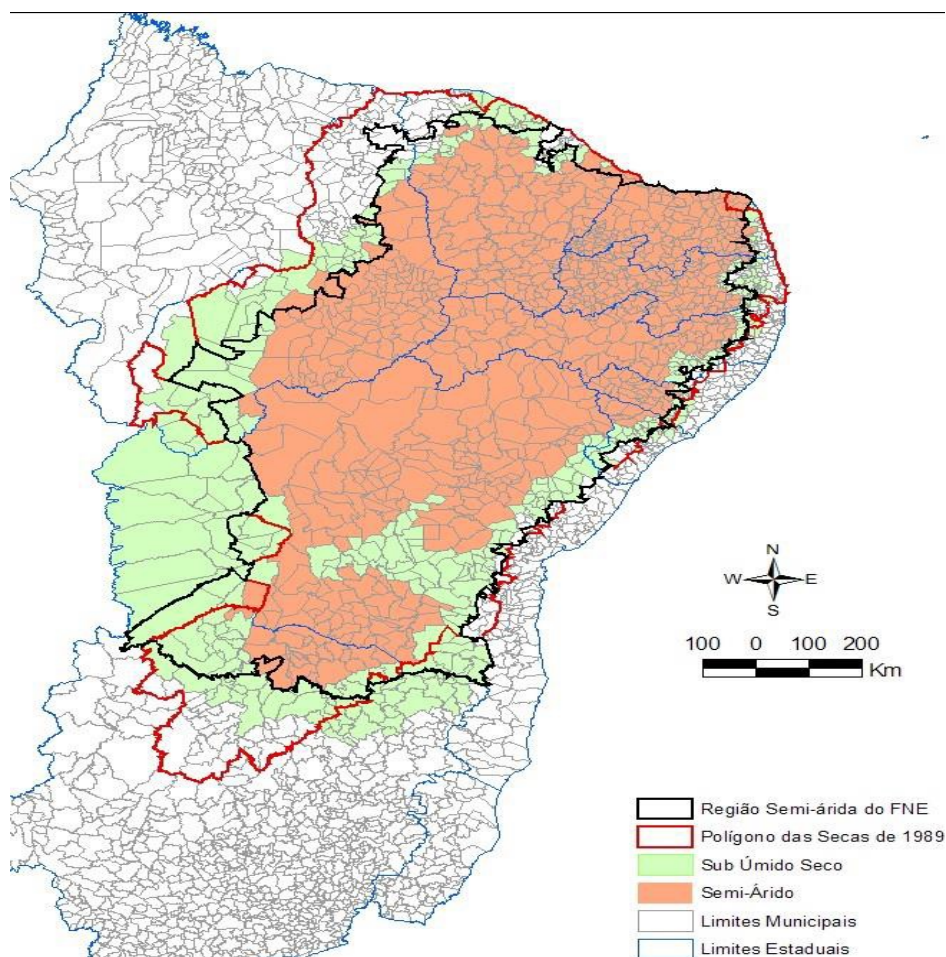
A região norte concentra a maior disponibilidade de água subterrânea do país. Posteriormente, outra região bastante importante no que tange a disponibilidade de água subterrânea é a região do Pantanal mato-grossense, que é provida dos maiores e mais importantes aquíferos do Brasil. Dentre eles, destacam os aquíferos Guarani, Bauru, Serra Geral e entre outros, provenientes da Era Cenozoica, que somados, correspondem a uma grande área de volume ocupado abrangendo países como o Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, abrange a grande parcela do Centro-Sul do País (GOMES, 2020).

A região nordeste, é a mais afetada no tocante a disponibilidade de água superficial e subterrânea. Acredita-se que diversos fatores, inclusive climáticos, contribuem para a indisponibilidade de água. Essa região apresenta ao decorrer do ano elevadas temperaturas e baixos índices de precipitações, contribuindo para a escassez de água em seus principais reservatórios, gerando uma crise hídrica em toda a região, principalmente em períodos de seca (ZANELLA, 2014).

O nordeste brasileiro apresenta déficit em relação a disponibilidade de aquíferos comparados as outras regiões do País. Cerca de 79% do território nordestino corresponde ao chamado polígono das secas, essa região abrange parcialmente os Estados do Piauí, Ceará,

Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Sergipe (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2001).

Figura 1 – Polígono das secas.



Fonte: Ministério da Integração Nacional (2005).

A região do polígono das secas é caracterizada por apresentar escassez de recursos hídricos nas porções superficiais e subterrâneas, acredita-se que seja decorrente das baixas precipitações ao decorrer do ano, que são concentradas em apenas uma e normalmente curta estação chuvosa, além de apresentar certas irregularidades de precipitações anuais responsáveis pelos períodos de estiagem. Pode-se aliar a essas causas o fato de que essa região é composta por em torno de 70% de rochas ígneas e metamórficas, chamadas de cristalinas (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2001).

Fica claro, diante do cenário exposto, que o Brasil apresenta uma enorme disponibilidade de água subterrânea, mas isso não é o motivo de se fazer o uso de forma irracional desse recurso natural, visto que, o reabastecimento dos mananciais subterrâneos tem

dependência direta com os regimes pluviométricos que são cada vez mais incertos frente às mudanças climáticas, principalmente na região nordeste do País que apresenta níveis relativamente baixos de precipitações anuais (GOMES, 2020).

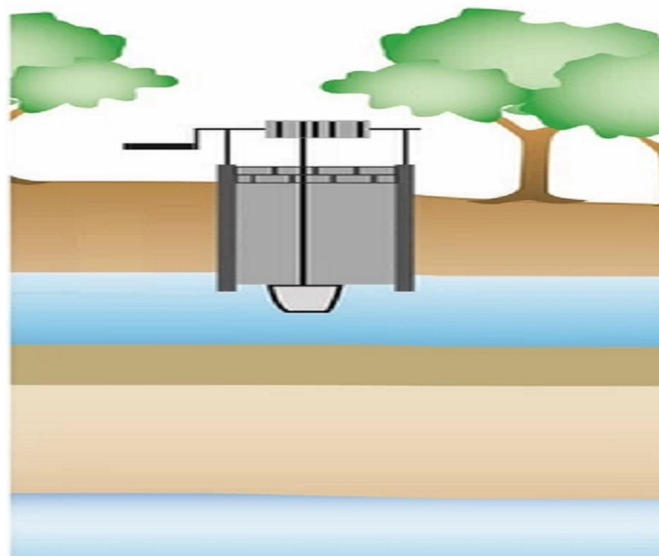
3.4 CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO NORDESTE

Devido à falta de saneamento, principalmente nas zonas rurais da região, aliado aos problemas das secas em reservatórios superficiais responsáveis pelo abastecimento da população, tem-se a necessidade de conseguir fontes de água para suprir a carência desse recurso natural, dessa forma utilizam-se diversas maneiras de captação da água disponível no subsolo, onde são mostradas duas das principais formas a seguir.

3.4.1 Poços rasos

Uma realidade presente em muitos lares rurais para suprir a necessidade de água da família. Consiste em uma escavação feita no solo em formato cilíndrico até o subsolo para a captação da água presente no lençol freático de modo manual para conseguir abastecer as necessidades básicas. Esses tipos de poços captam água em profundidades não superiores a 15 metros, porém podem chegar até 50 metros de profundidade dependendo da região (VASCONCELOS, 2014).

Figura 2 – Poço raso.



Fonte: Adaptado de: <<https://www.perfurarte.com.br/post/o-que-e-poco-artesiano>>.

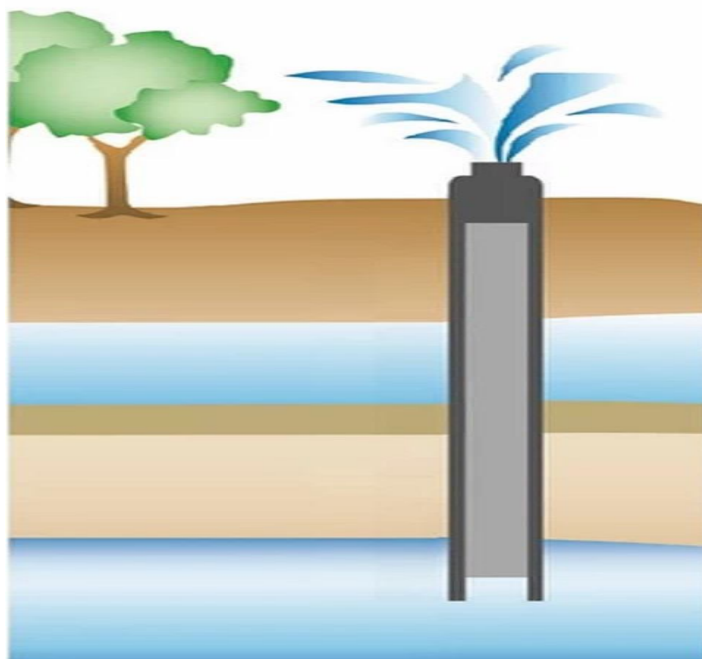
É importante destacar que a qualidade das águas dos poços rasos tem total dependência do lençol freático, por conseguinte, podem apresentar coloração turva e possuir grandes quantidades de sais dissolvidos que podem-se configurar em água salobra, prejudicial para a saúde, o que pode desencadear uma série de doenças por veiculação hídrica. Nesse contexto, os poços rasos da figura 2 estão propícios a mais riscos de contaminação por apresentar baixa profundidade, já que em baixas profundidades podem ocorrer infiltrações de fertilizantes provenientes de plantações próximas, além da falta de sistemas de esgotos que poluem o solo com dejetos humanos e lançamentos de lixo de forma inadequada no ambiente (LIMA; SANTOS, 2017).

Vale lembrar que a população urbana, em muitas cidades, também sofre com águas salobras, por fazer parte da mesma bacia hidrográfica. Ambas as populações estão sujeitas a má qualidade da água quando não se tem um sistema de tratamento adequado, pondo em risco a saúde, o que fica claro a necessidade e a busca pelo consumo de água potável.

3.4.2 Poços tubulares / artesianos

Segue o mesmo objetivo do poço anterior, porém é uma obra mais complexa e necessita de uma estrutura de equipamentos mais sofisticados para a confecção, necessitando de um sistema de bombeamento, visto que pode atingir grandes profundidades. Esses tipos de poços estão sujeitos aos mesmos problemas de má qualidade da água, portanto, apesar de ser um modo mais tecnológico, não garante que esses poços possuam água potável, visto que dependem da qualidade do aquífero.

Figura 3 – Poço tubular/artesiano.



Fonte: Adaptado de: <<http://asppocosartesianos.com.br/manutencao/>>.

Dessa forma, essas maneiras de captação de águas subterrâneas estão dispostas, a depender da profundidade, serem contaminadas por fontes de poluição. De acordo com Capp, et al. (2012), a profundidade dos poços podem reduzir os riscos de contaminação por substâncias presentes no solo. Nesse contexto, os poços da figura 3 tem uma maior dificuldade de serem poluídos, pois são características desses poços a captação de água do aquífero que são encontrados em altas profundidades.

3.5 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Os impactos ambientais são os grandes responsáveis pela contaminação dos lençóis freáticos e também das águas superficiais. Atividades como a agricultura que liberam contaminantes no solo através, principalmente de venenos, e uso intensivo do solo degradam o solo e consequentemente o lençol freático devido a infiltração de produtos químicos (AUGUSTO, 2012).

Poluentes lançados pelas indústrias, dejetos humanos, lixo, esgoto a céu aberto, por falta de saneamento básico e aterro sanitário poluem rios e lagos e afetam de maneira negativa a disponibilidade de água de qualidade para o consumo humano (AUGUSTO, 2012).

Águas subterrâneas situadas nas proximidades de cemitérios estão ainda mais sujeitas a riscos de contaminação, em sua composição podem encontrar altas taxas de coliformes fecais, bactérias, e elevados índices de metais (ROCHA, 2017).

A contaminação das águas subterrâneas e superficiais gerada por esses e outros fatores é peça fundamental para futuros problemas de saúde da população que não tem acesso a um sistema de água eficiente e se sujeitam a consumir águas impróprias. Daí a importância de se ter um controle em pontos que causem impactos negativos para a preservação desse recurso natural. No Brasil, quem faz esse controle é a Resolução CONAMA nº 396, de 7 de abril de 2008, que em seu capítulo IV fala sobre as diretrizes ambientais para a prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas (MESTRINHO, 2012).

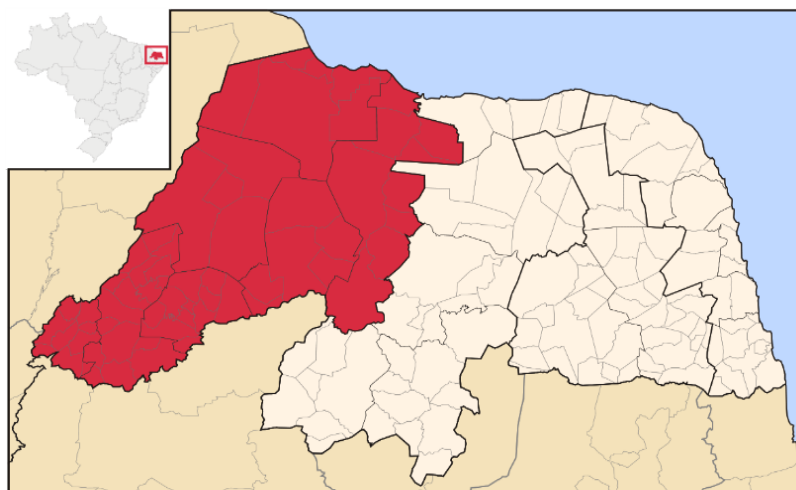
Como já visto, várias são as formas de contaminação da água em que acarretam numa série de fatores para doenças. De acordo com Pinheiro (2017), os recursos hídricos no semiárido caminham para a insuficiência e que apresentam elevadas taxas de poluição, de forma que os diversos parasitas como os microrganismos, bactérias, vírus e protozoários possam estar presentes nas águas dos reservatórios e serem responsáveis pelas principais doenças de veiculação hídrica que são: amebíase, cólera, esquistossomose, febre tifoide, hepatite, leptospirose, poliomielite e outras de origem bacteriana.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.6.1 Informações gerais

A área a ser estudada compreende toda a Mesorregião Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, correspondendo a uma área de aproximadamente 21.175 km², sendo formada por 62 municípios distribuídos em 7 microrregiões: Mossoró, Chapada do Apodi, Vale do Assú, Médio Oeste, Umarizal, Pau dos ferros e São Miguel. Essa região é caracterizada por fazer parte do Semiárido nordestino (SILVA, 2012).

Figura 4 - Mapa da Mesorregião do oeste potiguar.

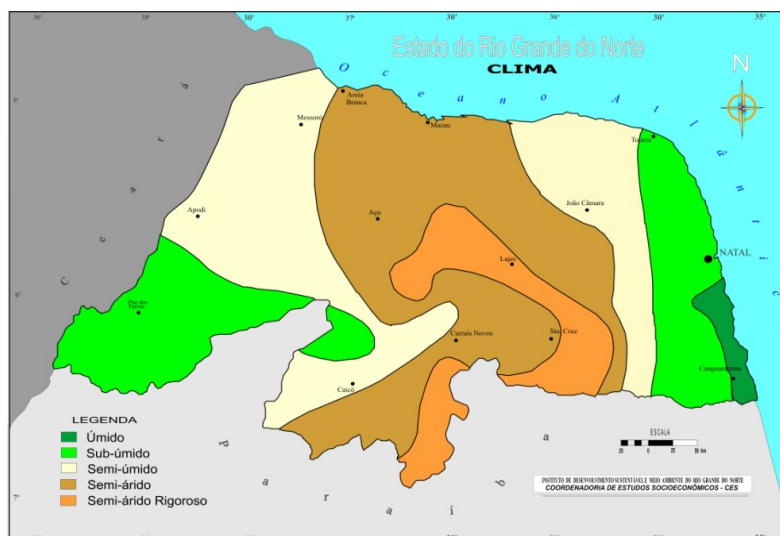


Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Oeste_Potiguar>.

3.6.2 Clima

A Mesorregião Oeste Potiguar está compreendida no semiárido brasileiro, que por sinal, apresenta três climas: semiárido, subúmido e semiúmido, de acordo com o IDEMA, caracterizados pelas irregularidades de regimes pluviais e às altas taxas de evaporação.

Figura 5 – Climas do Rio Grande do Norte.



Fonte: IDEMA.

Lucena et al. (2018), em uma região semiárida como essa, a importância da água ganha patamares mais elevados, já que é crucial para o desenvolvimento regional e para o consumo de forma geral, pois nessas áreas tal recurso é mais escasso. Dessa forma, as condições hídricas desse local dependem da quantidade de água precipitada, da quantidade de água evaporada e da capacidade de absorção de água pelo solo.

A distribuição das chuvas no estado do Rio Grande do Norte ocorre de forma distinta, sendo que no oeste potiguar os maiores nível de precipitações ocorrem no mês de março, gerada principalmente pela Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (SANTOS, 2016).

Diante do exposto, as condições de clima semiárido na região afetam importantes cidades de grande, médio e pequeno porte dessa parte do estado no quesito abastecimento de água, levando a sérios problemas de escassez de água, passando por racionamento nos domicílios. O que pôde-se notar, mesmo que de forma implícita, uma busca por novas alternativas de consumo de água saudável para suprir a carência do recurso natural.

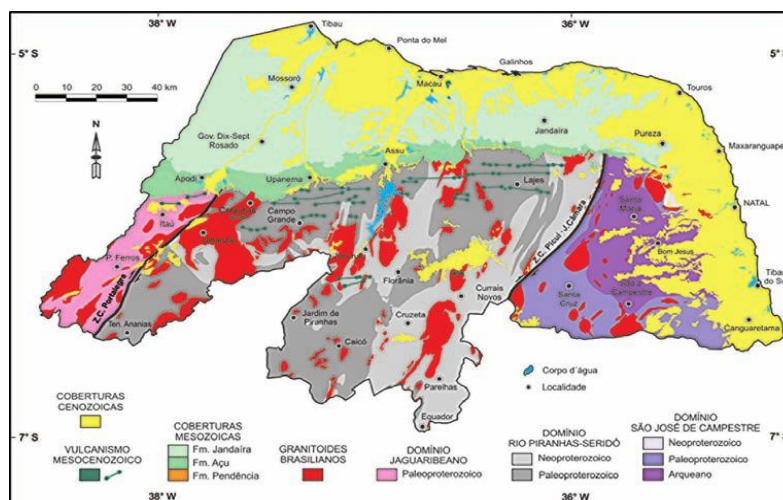
3.6.3 Estrutura geológica

A geologia do Rio Grande do Norte é essencialmente formada por estruturas sedimentares e cristalinas. Dessa forma, de acordo com a Secretaria de Estado e Recursos Hídricos (SERHID), a estrutura geológica sedimentar é da Era Terciária, uma formação mais recente. No estado do Rio Grande do Norte, a estrutura sedimentar é composta por formações

como Dunas, Grupo Barreiras, Calcário Jandaíra e Arenito Açú. Nesta área geológica encontram-se recursos naturais e minerais expressivos, como o petróleo e águas subterrâneas.

Em contrapartida, o escudo cristalino ocupa grande parte do território potiguar, e conseqüentemente boa parte da área de estudo. Essa formação geológica, ainda de acordo como a SERHID, data da Era Pré-Cambriana, que é caracterizado por terrenos antigos, formados por rochas resistentes, além de apresentar baixa capacidade de infiltração. Aliado a esses fatores, essa região apresenta elevada taxa de evapotranspiração que somados aos períodos de estiagem culminam para a intermitência dos cursos d'água.

Figura 6 – Estrutura geológica do Rio Grande do Norte.



Fonte: CPMR, 2010.

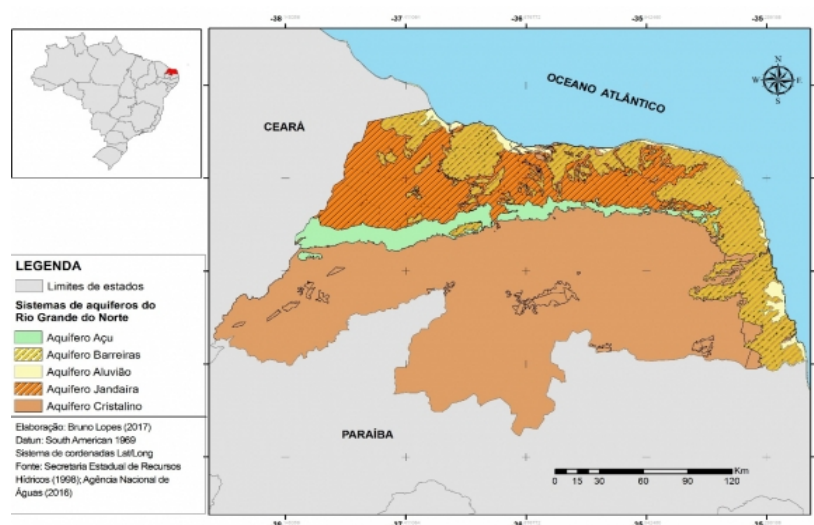
3.6.4 Águas superficiais e subterrâneas

Dentre os principais reservatórios de águas superficiais da Mesorregião Oeste Potiguar, pode-se destacar o maior do estado, a barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves em Assú; além da barragem de Santa Cruz em Apodi, o segundo maior reservatório de água do Estado. E outros açudes importantes também como o açude do Apanha-Peixe em Caraúbas.

A região estudada está sob duas bacias hidrográficas do estado, consideradas as principais, a Apodi-Mossoró e a Piranhas-Açu. Juntas, formam a principal fonte de água subterrânea da região, com seus aquíferos: Aquífero Açú, Aquífero Barreiras, Aquífero Jandaíra e Aquífero Cristalino, abastecendo várias cidades. Por ventura, apesar da região ser privilegiada com essas bacias, a grande maioria das cidades sofrem com problemas de

abastecimento de água, sejam por ser impróprias para o consumo por possuir insalubridade como também, contaminadas. O que pode-se dizer que, embora estejam sob a mesma bacia, há cidades com o lençol freático não possuidor de água de boa qualidade ou com disponibilidade suficiente. E em períodos de estiagem agrava mais a situação (SERHID, 2005).

Figura 7 – Aquíferos do Rio Grande do Norte.



Fonte: ANA, 2016.

Então apesar da região possuir grandes e importantes reservatórios de água, em muitas localidades essas águas não apresentam os requisitos de água potável estabelecidos pela a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Além de não possuírem sistemas de tratamento de água para torna-las potáveis, elas podem apresentar condições salobras, o que as tornam impróprias para o consumo humano. Dessa forma, a população preocupada com a saúde e por necessidade, começou a consumir cada vez mais águas minerais, onde é possível observar, mesmo que de forma empírica, um aumento gradativo desse consumo ao longo dos anos.

3.7 CONSUMO DE ÁGUA MINERAL

Um dos principais motivos pelo aumento do consumo de água mineral envasadas para Sacchelli (2012), é proveniente do crescimento demográfico aliado ao problema da diminuição de oferta em razão da poluição dos mananciais. Baseado nisso, pode-se concluir também que há uma procura pela melhoria da qualidade de vida pelo consumo de água de boa qualidade, pois nelas podem-se encontrar parâmetros físico-químicos adequados.

Sacchelli (2012) aponta outros fatores pela procura por águas minerais, uma delas, é devido à má qualidade das águas domiciliares provenientes do sistema de abastecimento das cidades. De fato, diversas cidades não possuem tratamento de água, que aliado ao problema de saneamento contribui pela demanda de águas minerais.

3.8 DEFINIÇÃO DE ÁGUA MINERAL E LEGISLAÇÃO

De acordo com o Código de Águas Minerais, o Decreto-Lei nº7.841 de agosto de 1945, águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuem composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa (CÓDIGO DAS ÁGUAS MINERAIS, 1945).

Devem apresentar as características fundamentais para uma água de boa qualidade e potável. Incolor, inodora, insípida, pH e concentrações de sais minerais adequadas e dentro dos padrões físico-químicos estabelecidos em Lei. Consumir essa água seria, portanto, mais saudável, visto que deverá apresentar todas essas características citadas.

De acordo com a composição, as águas minerais são classificadas em 12 grupos, conforme o código:

- I. Oligominerais;
- II. Radíferas;
- III. Alcalino-bicarbonatadas;
- IV. Alcalino-terrosas;
- V. Sulfatadas;
- VI. Sulfurosas;
- VII. Nitradas;

- VIII. Cloretadas;
- IX. Ferruginosas;
- X. Radioativas;
- XI. Toriativas, e
- XII. Carbogasosas.

As águas minerais estão protegidas por lei, pois são recursos minerais, e o seu órgão fiscalizador é o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Juntamente com os órgãos de vigilância sanitária federal, estadual e municipal, estabelecem os procedimentos a fim de garantir a segurança e a qualidade (MAIA, 2015).

No Brasil, além do Código das Águas Minerais, as águas são regidas pela Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano, a Resolução – RDC nº 274 de 22 de setembro de 2005, que é o regulamento técnico para águas envasadas, além das portarias do DNPM.

3.9 PADRÕES FÍSICO-QUÍMICOS

Os padrões físico-químicos analisados são os informados pelas marcas em seus rótulos, dentre eles, pH, condutividade elétrica, cloreto, resíduos de evaporação, cálcio, bicarbonato, sódio e potássio. Além dos que não são informados pelos rótulos, mas que são importantes na qualidade da água. Dentre eles são: salinidade, turbidez, alcalinidade parcial e total e dureza total. É importante conhecer cada um desses parâmetros, pois são eles os principais responsáveis por uma água saudável. Todos os métodos de análise tem como referência o Standard Methods of APHA (2005).

3.9.1 pH

O pH representa a atividade dos íons (H^+) na água, resultante inicialmente da dissociação da própria molécula da água acrescida pelo hidrogênio proveniente de outras fontes naturais ou antrópicas.

O pH é representado por uma faixa de valores, normalmente de 0 a 14, que indicam a acidez, a neutralidade ou a basicidade de uma solução. Quanto mais próximo de zero mais ácida a substância, por outro lado, quanto mais próximo de quatorze mais básica a substância.

Para a água, é recomendado um pH neutro, nesse caso, o valor de pH ideal deverá ficar próximo a 7,0.

3.9.2 Condutividade

A condutividade pode ser definida como a capacidade de uma substância conduzir eletricidade. A água é uma substância má condutora de eletricidade, e alterações nos valores de condutividade pode indicar um fator de contaminação provenientes dos reservatórios de água por algum agente contaminante.

3.9.3 Salinidade

A salinidade é a quantidade de sais dissolvidos na água. Águas com excesso de salinidade são prejudiciais à saúde, podendo afetar o sabor da água.

3.9.4 Turbidez

A turbidez é a capacidade de infiltração da luz sobre a água. Nesse caso, na água para o consumo humano é importante ter a ausência ou muito baixo o valor de turbidez. Em valores altos de turbidez podem ser encontrados na composição matéria orgânica.

3.9.5 Cloreto

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas, já nas águas superficiais são provenientes da descarga de esgotos sanitários. Altas concentrações de cloreto em águas minerais não é indicado, sendo prejudicial à saúde.

3.9.6 Alcalinidade parcial e total

Alcalinidade de uma substância é a capacidade de neutralizar ácidos devidos à presença de bases, sais de ácidos inorgânicos fracos e de sais de ácidos voláteis.

3.9.7 Resíduos de evaporação

São resíduos que ficam no recipiente após a evaporação da água e indicam a quantidade de sais minerais presentes na água após total evaporação da água.

3.9.8 Cálcio

A presença de cálcio na água é fundamental para a saúde dos ossos e dos músculos. Dessa forma, os íons de Cálcio presentes nas águas atuam na prevenção de doenças principalmente relacionadas aos ossos.

3.9.9 Dureza total

Dureza total da água é a soma das durezas individuais atribuídas à presença de íons de cálcio e magnésio. Quanto maior a presença desses dois íons, maior será a dureza da substância. É um índice muito importante na avaliação da qualidade da água.

3.9.10 Bicarbonato

O bicarbonato tem a função de neutralizar substâncias ácidas. Quanto maior a concentração de bicarbonato, maior será a capacidade da substância apresentar pH neutro.

3.9.11 Sódio

A presença de sódio na água é fundamental para o organismo, pois é um dos responsáveis pelo controle da água no organismo. Porém deve-se consumir em concentrações baixas, visto que em altas concentrações favorece o surgimento de doenças tais como a hipertensão.

3.9.12 Potássio

A presença de potássio na água é importante para o sistema cardiovascular, sendo importante na função cardíaca, contribuindo para o controle da pressão arterial.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo está dividido em duas seções em que serão apresentados todos os métodos realizados para a realização deste trabalho, incluindo os materiais, os reagentes e os equipamentos necessários para tal fim.

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Reagentes

Os reagentes utilizados na realização das análises estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Reagentes utilizados nas análises.

Item	Reagentes
1	Nitrato de prata - AgNO_3
2	Cromato de potássio – K_2CrO_4
3	EDTA
4	Ácido sulfúrico - H_2SO_4
5	Cloreto de amônio – NH_4Cl
6	Hidróxido de amônio – NH_4OH
7	Negro de eriocromo R - Calcon
8	Cloreto de potássio - KCl
9	Hidróxido de sódio - NaOH
10	Negro de eriocromo T
11	Trietanolamina
12	Verde de bromocresol
13	Vermelho de metila

Fonte: O autor.

4.1.2 Vidrarias e equipamentos

As vidrarias e os materiais utilizados para a realização deste trabalho foram as básicas de um laboratório de química, tais como: béquer, bureta, erlenmeyer, pipeta graduada,

pipeta volumétrica, pera de sucção, barra magnética, dessecador e pinça. Os equipamentos utilizados na realização das análises estão descritos na Tabela 2 acompanhados das respectivas marcas e modelos.

Tabela 2 – Equipamentos utilizados nas análises com marcas e modelos.

Equipamentos	Marca / Modelo
Agitador magnético	Fisatom / 752A
Balança analítica	Shimadzu / AUY220
Condutivímetro	Akso / AK88
Estufa	Solab / SL-100
Fotômetro de chama	Tecnow / 7000
pHmetro de bancada	Quimis / Q400AS
Turbidímetro de bancada	Del Lab / DLT-WV

Fonte: O autor.

4.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados para a realização das análises seguiram recomendações do Standard Methods of APHA (2005), os quais são descritos a seguir.

4.2.1 Coleta das amostras

Inicialmente foi realizado um levantamento das principais marcas de água mineral natural comercializadas em garrafas de 500 mL na região oeste do Rio Grande do Norte, onde foi possível observar uma comercialização predominante de 6 marcas de água mineral. Feito isso, as mesmas foram adquiridas no comércio, armazenadas em caixas de isopor com gelo e transportadas para o laboratório de química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Caraúbas, para posterior análise. Destaca-se ainda que todos os procedimentos de análise foram realizados em triplicata.

4.2.2 Análises físico-químicas

Já no laboratório, foram realizadas as análises físicas e químicas das 6 amostras conforme descrito a seguir:

4.2.2.1 pH, condutividade, salinidade e turbidez: essas análises foram realizadas utilizando um pHmetro de bancada, um condutivímetro e um turbidímetro de bancada.

4.2.2.2 Dureza total, cálcio e magnésio: essas análises foram realizadas através do método de titulação complexométrica, utilizando EDTA como agente complexante. Os procedimentos para a quantificação são descritos a seguir:

- Dureza total:

- a) Colocou-se um volume de amostra num erlenmeyer;
- b) Acrescentou-se 2 mL de trietanolamina 1:4;
- c) Verificou-se com o papel indicador o pH da solução;

Observação: O pH ficou entre 8 e 9.

- d) Acrescentou-se 10 mL da solução tampão de $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}$;

Observação: O pH ficou entre 10 e 11 (maior que 10).

- e) Acrescentou-se uma pitada do indicador negro de eriocromo T;

Observação: Se não tiver cálcio na amostra a solução fica azul. Se tiver cálcio a solução fica rosa.

- f) Acrescentou-se por meio de titulação o EDTA 0,01 mol/L;

Observação: Verificar o volume utilizado quando atingir o ponto de viragem.

Coloração inicial: ROSA.

Coloração ao atingir o ponto de viragem: AZUL.

Cálculo:

$$\text{DT (mg/L)} = \frac{V_{\text{gasto de EDTA (mL)}} \times f_{\text{CaCO}_3} \times 1000}{V_{\text{amostra (mL)}}$$

(Equação 1)

Onde: f_{CaCO_3} = molaridade do EDTA x MM CaCO_3

- Cálcio:

- a) Colocou-se o mesmo volume da amostra, utilizado na determinação da dureza total, em um erlenmeyer;
- b) Adicionou-se 2 mL de trietanolamina 1:4;
- c) Acrescentou-se 3 mL de NaOH 0,2 normal;
- d) Verificou-se o pH com o papel indicador;

Observação: O pH ficou maior que 12.

- e) Acrescentou-se uma pitada do indicador calcon;
- f) Acrescentou-se o EDTA 0,01 mol/L;

Observação: Verificou o volume utilizado de EDTA quando atingir o ponto de viragem.

Coloração inicial: ROSA.

Coloração ao atingir o ponto de viragem: AZUL.

Cálculo:

$$Ca \text{ (mg/L)} = \frac{V_{\text{gasto de EDTA}} \times fCa \times 1000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 2)

Onde: fCa = molaridade do EDTA x MM Ca

- Magnésio:

O magnésio é determinado com diferença de volume gasto de EDTA na determinação da dureza total pelo volume gasto de EDTA na determinação do cálcio.

Cálculo:

$$Mg \text{ (mg/L)} = \frac{V_{\text{gasto de EDTA na DT}} - V_{\text{gasto de EDTA no Ca}} \times fMg \times 1000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 3)

Onde: fMg = molaridade do EDTA x MM Mg

4.2.2.3 Sódio e potássio: as análises foram realizadas por fotometria de chama utilizando soluções padrão de Na^+ e K^+ .

4.2.2.4 Cloreto: para a determinação do teor de cloreto foi utilizado o método de Mohr, o qual faz uso de uma titulação por precipitação com AgNO_3 0,1 N. O procedimento para quantificação é descrito a seguir:

- Colocou-se 100 mL de água deionizada no erlenmeyer para avolumar;
- Acrescentou-se 10 mL da amostra;
- Adicionou-se 1,5 mL ou 15 gotas de indicador cromato de potássio;

Observação 1: Com o acréscimo do indicador a amostra ficou amarelo claro.

Observação 2: Se acrescentar um volume maior de amostra, por exemplo, 100 mL, não é necessário colocar água deionizada.

- Iniiciou-se a titulação com o acréscimo do titulante (AgNO_3 0,1N);

Observação: O ponto final da titulação foi detectado pelo aparecimento do precipitado de cromato de prata (Ag_2CrO_4) avermelhado (cor de telha).

- Ao atingir o ponto final verificou-se o volume gasto de nitrato de prata e substitui-se na equação abaixo:

Cálculo:

$$\text{Cl}^- \text{ (mg/L)} = \frac{(V_g - V_b) \times f_{\text{Cl}^-} \times 1000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 4)

Onde: f_{Cl^-} = Normalidade AgNO_3 x Eq Cl^-

V_g = volume gasto de AgNO_3 na titulação da amostra

V_b = volume do branco

Eq Cl^- = MM / K

Onde: Eq Cl^- = equivalente-grama do cloreto

MM = massa molecular do cloreto

K = módulo da valência

4.2.2.5 Alcalinidade parcial e total: o método comumente empregado na determinação da alcalinidade é o volumétrico, com detecção potenciométrica, até atingir um pH pré-fixado. A determinação da alcalinidade total, por potenciometria, é feita por titulação com solução padronizada de H_2SO_4 , através do procedimento descrito a seguir:

- Transferiu-se 50 mL da amostra a ser analisada para o béquer de 50 mL;

- b) Colocou-se a barra magnética para a agitação;
- c) Retirou-se o eletrodo da solução de KCl, lavou-se com água destilada e secou-se com papel absorvente;
- d) Introduziu-se o eletrodo no béquer contendo a amostra, com a extremidade acima da barra magnética;
- e) Ligou-se o agitador magnético;
- f) Mediu-se o pH da amostra.

Observação: Se o pH for superior a 5,75, adicionar solução padronizada de ácido sulfúrico 0,05 M até pH 5,75 e anotar o volume gasto (V1);

- g) Continuou-se a adição de ácido sulfúrico até pH 4,3 (V2);
- h) Para pH abaixo de 5,75 deve-se proceder da mesma maneira acima, até pH final de 4,3.
- i) Anotou-se o volume gasto (V2);
- j) Retirou-se o eletrodo da amostra analisada, foi lavado com bastante água destilada e foi colocado no béquer contendo solução de KCl.

Cálculos:

Alcalinidade parcial:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = \frac{V1 \times \text{molaridade H}_2\text{SO}_4 \times 10000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 5)

Sendo: V1 = volume, em mL, de ácido sulfúrico gasto na titulação até pH 5,75.

Alcalinidade total:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = \frac{V2 \times \text{molaridade H}_2\text{SO}_4 \times 10000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 6)

Sendo: V2 = volume, em mL, de ácido sulfúrico gasto na titulação até pH 4,3.

4.2.2.6 Resíduos de evaporação: a quantificação deste parâmetro é realizado conforme descrito a seguir:

- a) Lavou-se bem todos os béqueres;
- b) Aqueceu os béqueres em uma estufa à temperatura de 105°C por 2 horas;

- c) Retirou-se os béqueres da estufa e resfriou-se no dessecador contendo sílica gel para que sejam resfriados até temperatura ambiente sem contato com o ar;
- d) Pesou-se os béqueres em uma balança analítica;
Observação: Este peso para efeito de cálculo é chamado de M_i (massa inicial do béquer) e foi anotado o peso.
- e) Transferiu-se 50 mL de água de cada amostra a ser analisada para os béqueres sem nenhum contato manual com o mesmo;
- f) Transferiu-se os béqueres para a estufa com o auxílio de uma pinça e manteve-se a uma temperatura de 180°C até completa evaporação do líquido (aproximadamente 12 horas);
- g) Em seguida, transferiu-se os béqueres com o uso de uma pinça para o dessecador, e resfriou-se a temperatura ambiente sem contato com o ar;
- h) Pesou-se na mesma balança citada anteriormente;
Observação: Este peso para efeito de cálculo é chamado de M_f (massa final do béquer após evaporação da água a 105°C) e foi anotado o valor.
- i) O cálculo dos resíduos de evaporação é realizado conforme a fórmula abaixo.

Cálculo:

$$\text{Resíduos de evaporação (mg/L)} = \frac{(M_f - M_i) \times 1000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 7)

4.2.2.7 Bicarbonato: Para o teor de bicarbonato é utilizado a titulação volumétrica conforme descrito a seguir:

- a) Adicionou-se 20 ml da amostra no Erlenmeyer;
- b) Adicionou-se 4 gotas da solução indicadora verde de Bromocresol + Vermelho de Metila;
- c) Colocou-se a barra magnética para agitação;
- d) Ligou-se o agitador magnético;
- e) Em seguida titulou-se com ácido sulfúrico padronizado até a mudança da cor azul esverdeada para salmão;
- f) Anotou-se o volume gasto.

Cálculo:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = \frac{(V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4}) \times 50000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Equação 8)

Onde:

$V_{\text{H}_2\text{SO}_4}$: Volume da solução de ácido sulfúrico gasto na titulação, ml;

$N_{\text{H}_2\text{SO}_4}$: Normalidade da solução de ácido sulfúrico usada;

V_{Amostra} : Volume da amostra usada na titulação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico será apresentado todos os resultados das análises físico-químicas de águas minerais comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte, acompanhados das discussões referentes a cada parâmetro físico-químico das amostras analisadas.

5.1 PADRÕES FÍSICOS-QUÍMICOS ANALISADOS

5.1.1 pH

O potencial hidrogeniônico, pH, é uma medida utilizada na química para determinar a acidez, a basicidade ou a neutralidade de uma substância.

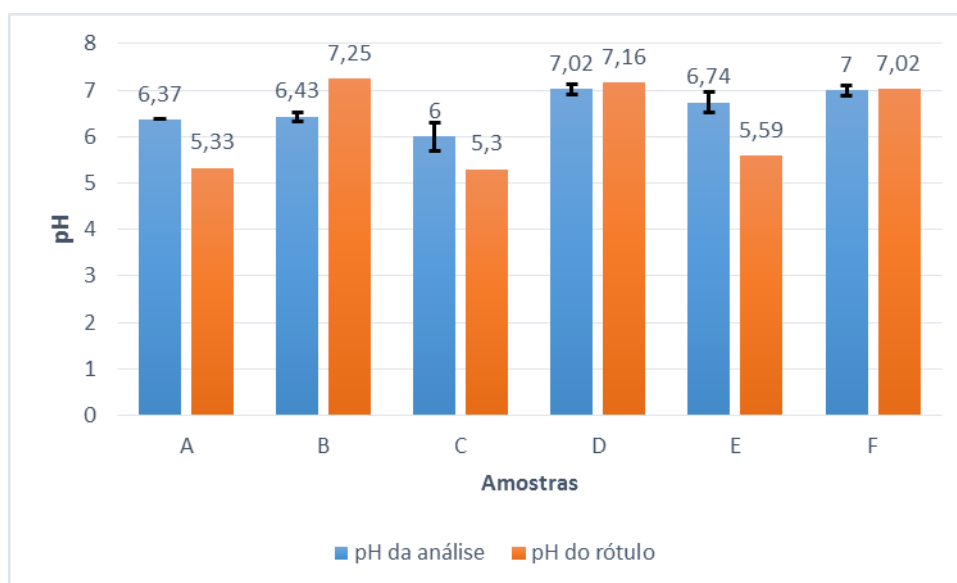
A figura 8 mostra o gráfico comparativo dos valores de pH apresentados pelos rótulos das amostras com os valores de pH obtidos pelas análises físico-químicas.

Os resultados obtidos apresentaram pH superior ou igual a 6,0 para todas as amostras de água mineral natural, o que pode-se concluir que seguem as recomendações da Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, na qual recomenda-se pH na faixa de 6,0 a 9,5.

Em relação as informações de pH explícitas nos rótulos das amostras, foi possível notar diferenças nos valores de pH apresentados pelas marcas em seus rótulos com os analisados, com destaque para as amostras A, C e E que informam nos rótulos pH inferiores a 6,0. É importante salientar que essas diferenças nos valores de pH podem estar relacionadas a boletins de análises físico-químicas muito antigos realizadas pelas marcas fornecedoras de água mineral natural, na qual foi possível observar boletins datados do ano de 2017 em seus rótulos.

Desse modo, as características físico-químicas das águas subterrâneas podem ser afetadas por fatores antrópicos, temporais e puramente sazonais, visto que todas as fontes são de origens subterrâneas e localizadas em sua maioria em zonas rurais. Brum (2004) aponta como os principais fatores antrópicos geradores de poluição e contaminação das fontes subterrâneas de forma direta aqueles resultantes da urbanização, da industrialização, das práticas agrícolas e da extração mineral, na qual há a interferência do homem na inserção de substâncias poluentes no ciclo geoquímico, e de forma indireta que são causadas por processos químicos, físicos e biológicos de forma natural.

Figura 8 – Valores de pH de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

Maia (2015) comparou a qualidade da água da torneira com as águas envasadas na cidade de Natal-RN, em que foi possível observar uma média de 6,07 para o pH das águas envasadas, dessa forma, pôde-se concluir que seguem o padrão de qualidade da ANVISA.

Avaliação do pH de águas minerais também foi realizada por Ribeiro et al. (2021) na cidade de Picos-PI, na qual das três amostras de águas minerais comercializadas nessa cidade uma apresentou pH inferior a 6,0. Ou seja, apresentou um valor menor que o permitido pela legislação.

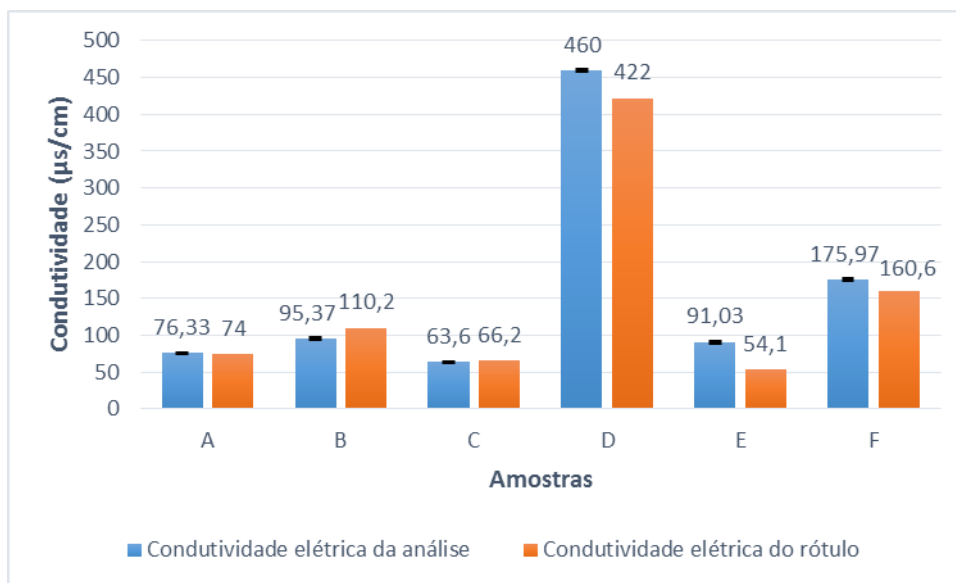
5.1.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade da água conduzir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas. Dessa forma, quanto maior a concentração de íons na água, maior é a capacidade eletrolítica e, conseqüentemente, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (FUNASA, 2014).

Embora não esteja prevista em legislação valores de condutividade elétrica para águas minerais naturais, esse parâmetro é de fundamental importância para identificar a qualidade da água, visto que a água é má condutora de eletricidade e elevados valores de condutividade elétrica encontrados podem estar relacionados com altas concentrações de substâncias dissolvidas.

A figura 9 mostra a comparação entre os valores de condutividade elétrica informados nos rótulos das amostras com os valores obtidos após as análises realizadas no presente trabalho.

Figura 9 - Valores de condutividade elétrica de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

É possível observar certa convergência entre os valores de condutividade elétrica apresentados nos rótulos das amostras A e C com as amostras analisadas. As outras amostras apresentaram diferenças no valor apresentado após as análises. Cabe destacar que, assim como o pH, a condutividade elétrica pode sofrer alterações devido a ações temporais, sazonais e antrópicas, sendo essas as principais suspeitas dessas diferenças tendo em vista que o laudo não é atual. Além do mais, como os valores são relativamente próximos, os erros analíticos também podem contribuir para essa variação, fato esse que só seria possível afirmar através de uma análise estatística comparativa de médias.

Resultados parecidos também foram observados por Dias et al. (2014), onde analisaram os padrões físico-químicos de quatro marcas de águas minerais comercializadas em Teresina-PI, dentre eles, a condutividade elétrica. Foi possível chegar a uma conclusão de que duas marcas de água mineral apresentaram valores de condutividade elétrica muito diferente daqueles expressos nos rótulos.

Filho (2016) também fez análises físico-químicas de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande-PB, no qual teve como média 150,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a condutividade elétrica.

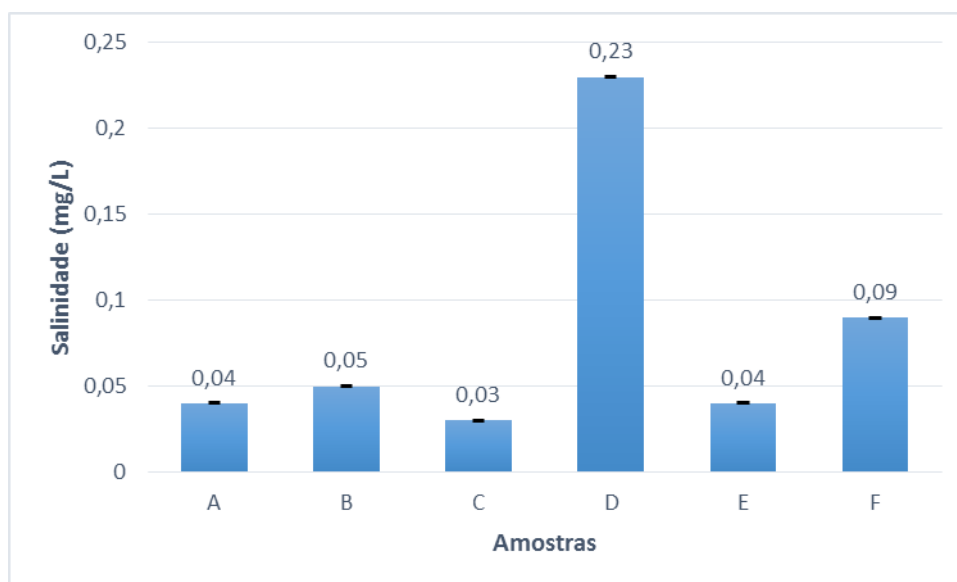
5.1.3 Salinidade

Apesar de não possuir os valores explícitos de salinidade nos rótulos das amostras, achou-se necessário conhecer o nível de salinidade presente, visto que é um parâmetro importante na determinação da qualidade das águas para o consumo humano.

A Resolução CONAMA N° 357/2005 define as águas quanto a sua salinidade em água doce, salobra e salinas. Para a água doce, a resolução estabelece valores inferiores ou igual a 0,5 ‰ equivalente a 500 mg/L de sólidos totais dissolvidos. Para águas salobras, valores superiores a 500 mg/L e inferior a 30000 mg/L, e para águas salinas, concentrações acima de 30000 mg/L (BRASIL, 2005).

A figura 10 mostra os valores de salinidade encontradas nas seis amostras analisadas.

Figura 10 - Valores de salinidade de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte.



Fonte: O autor.

Ao analisar os resultados, pôde-se observar uma certa regularidade dos valores de salinidade apresentados nas amostras, com exceção da amostra D que apresentou um valor mais alto de salinidade comparadas com as demais. Justamente essa amostra apresentou o

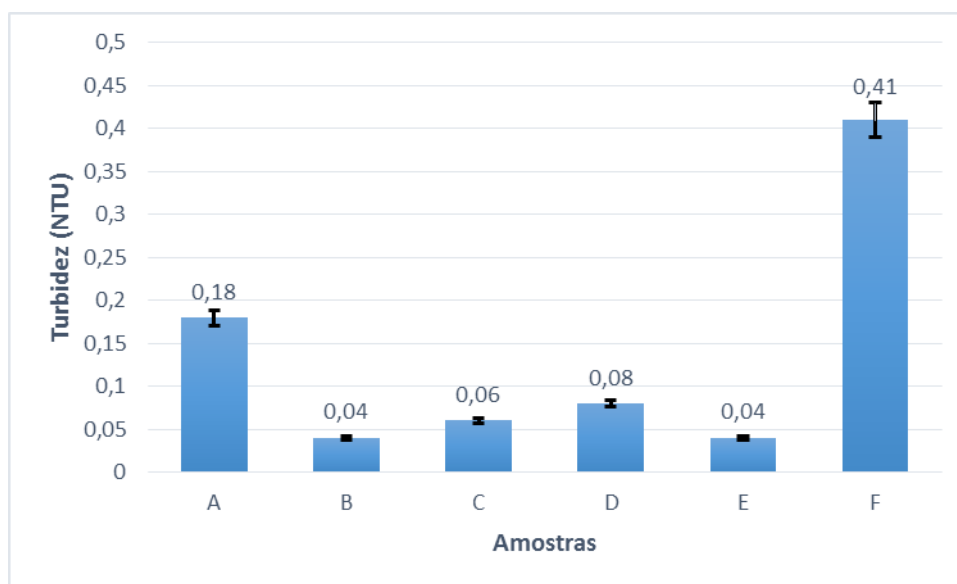
maior valor para condutividade elétrica, o que mostra que a condutividade e a salinidade são parâmetros relacionados, visto que a salinidade é a presença de sais minerais dissolvidos, na qual contribui para uma maior condutividade elétrica das águas. Para esse parâmetro, todas as amostras demonstraram estarem dentro dos padrões legais, com baixo teor de salinidade.

5.1.4 Turbidez

Outro parâmetro importante que não está explícito nos rótulos das amostras, mas que é de fundamental importância o conhecimento é a turbidez.

A figura 11 mostra os valores encontrados para a turbidez após realizadas as análises. As amostras apresentaram valores próximos de turbidez nas amostras B, C, D e E, com a exceção das amostras A e F que apresentou um grau de turbidez maior. Vale lembrar que a turbidez é a capacidade de infiltração da luz sobre a água, quanto maior a turbidez maior as chances de se ter composições de matérias orgânicas e sólidos suspensos, características de uma coloração turva.

Figura 11 - Valores de turbidez de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte.



Fonte: O autor.

Apesar de não ser previsto em legislação parâmetros de turbidez para águas minerais naturais, a norma de potabilidade da água, a Portaria MS nº 2.914/2011, recomenda o valor

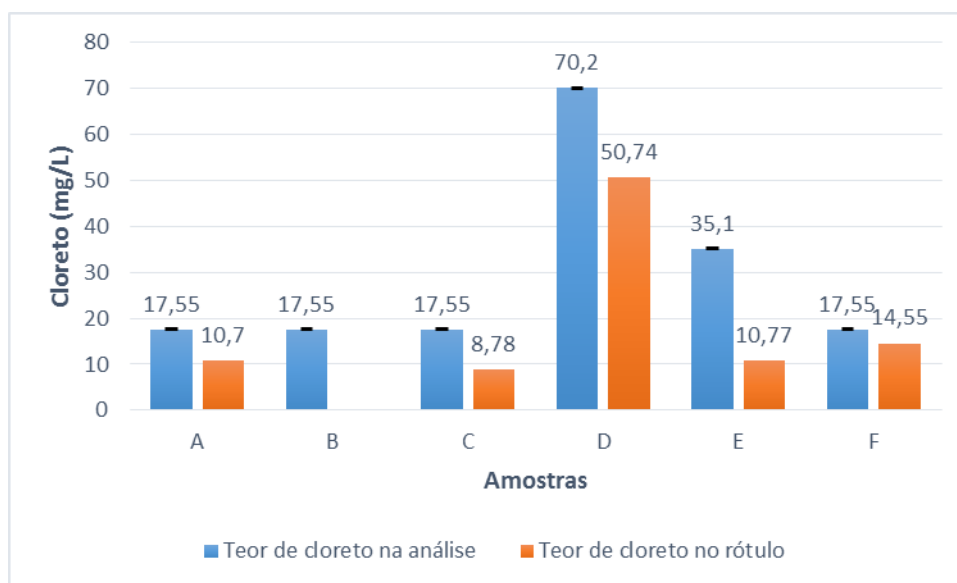
máximo permitido de 1,0 NTU para águas subterrâneas (BRASIL, 2011). Dessa forma, todas as amostras analisadas estariam conforme a legislação.

Calado et al. (2012) fizeram análises de quatro marcas de água mineral comercializadas na cidade de Recife – PE, e concluíram que das quatro marcas analisadas, três delas apresentaram valores acima de 1,0 NTU para a turbidez, valor superior ao recomendado pela Portaria.

5.1.5 Cloreto

A figura 12 mostra os valores apresentados pelas suas respectivas marcas para o cloreto com exceção da amostra B, que não há a indicação de cloreto em seu rótulo, com os teores de cloreto obtidos após a realização da análise.

Figura 12 – Teores de cloreto de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

Comparando os resultados da figura 12, notou-se uma considerável diferença entre os valores, em que a amostra D apresentou o maior teor de cloreto. Essas diferenças podem estar aliadas a características do solo das regiões das fontes e a fatores antrópicos, afetando assim, as características físico-químicas das águas, visto que a data do laudo dessas análises são antigas.

Vale lembrar que o cloro na água está na forma de cloreto (Cl^-) sendo um ótimo condutor de eletricidade, o que justifica o elevado valor de condutividade elétrica presente na amostra D, além do mais é um dos principais ânions encontrados nas águas naturais responsáveis pelo sabor da água. Destaca-se que concentrações acima de 250 mg/L são responsáveis pelo sabor salino (MORAIS, 2014). Dessa forma, apesar de não possuir padrões legais para concentrações de cloreto em águas minerais naturais, todas as amostras apresentaram valores inferiores a 250 mg/L.

Como era de se esperar, o teor de salinidade visto anteriormente ficou maior na amostra D, na qual confirma-se o maior teor de cloreto presente nessa referida amostra analisada.

Avaliação de cloreto de águas minerais também foi realizada por Lucena et al. (2018) na qual avaliou quatro marcas de águas minerais comercializadas em Vitória de Santo Antão – PE em que pôde-se observar teores de cloreto variando entre 5,50 mg/L a 16,67 mg/L.

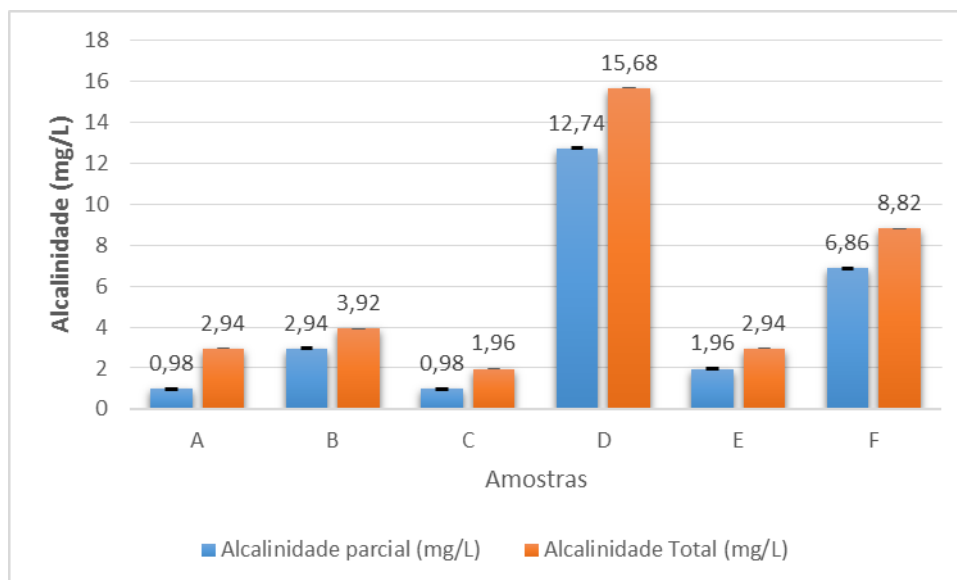
5.1.6 Alcalinidade parcial e total

A figura 13 mostra os valores encontrados para a alcalinidade parcial e total para as seis amostras.

É importante destacar que a alcalinidade da água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade expressas em termos de CaCO_3 em que está relacionada com a capacidade de dissolver gás carbônico que pode estar associados a várias formas de metais alcalinos e alcalinos terrosos na forma de carbonatos (RIBEIRO, 2021).

Dessa forma, a alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo também para expressar a condição da água em resistir a mudanças de pH (FUNASA, 2014). Apesar de não possuir esse parâmetro explícito nos rótulos das amostras e nem parâmetros legislativos que regula valores máximos e mínimos para alcalinidade, achou-se necessário conhecer a alcalinidade das águas minerais naturais comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte, no qual pôde-se concluir que as amostras D e F possuem uma alcalinidade maior comparadas com as demais e, conseqüentemente, foram as que apresentaram pH na faixa de 7,0 no qual é considerado neutro.

Figura 13 - Valores de alcalinidade parcial e total de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte.



Fonte: O autor.

Avaliação de alcalinidades de águas minerais de três amostras comercializadas em João Pessoa – PB foi realizada por Vieira et al. (2018), na qual apresentou resultados de 35,0 mg/L a 85,0 mg/L para alcalinidades de águas minerais daquela cidade, valores esses bem superiores aos encontrados no presente trabalho.

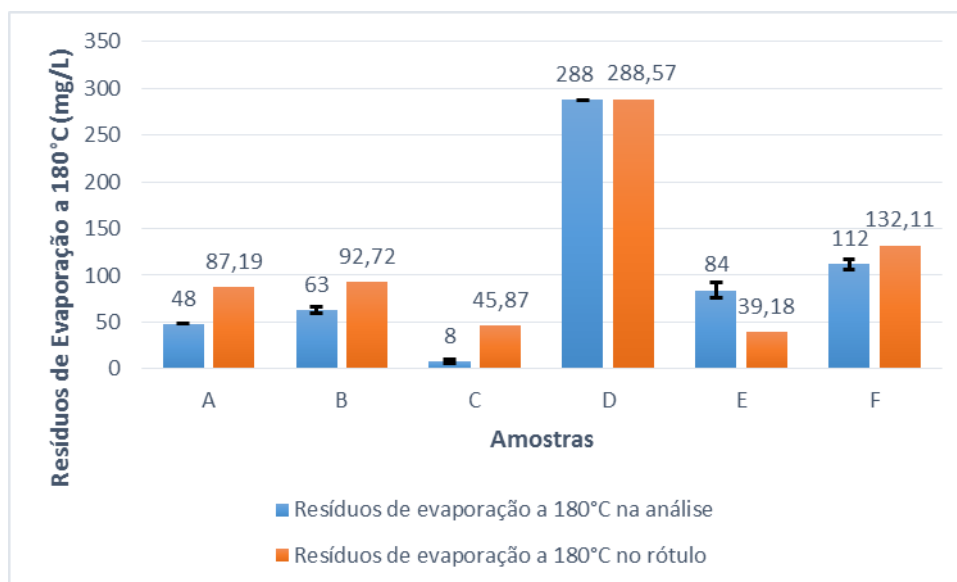
Em estudo realizado por Sousa et al. (2016) na cidade de Bacabal - MA verificou-se que uma amostra apresentou valor muito maior de alcalinidade comparado com as outras amostras, o que é um indicativo da influência das características do solo e de fatores antrópicos na qualidade dessas águas.

5.1.7 Resíduos de evaporação

O resíduo de evaporação está diretamente relacionado com a quantidade de sais minerais dissolvidos e de sólidos suspensos que ficam no recipiente após total evaporação da água. Esse parâmetro é usado para indicar a quantidade de substâncias minerais presentes na água.

A figura 14 mostra os valores de resíduos de evaporação a 180°C presentes nos rótulos das amostras acompanhada dos valores encontrados após as análises.

Figura 14 - Valores de resíduos de evaporação a 180°C de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

Apenas a amostra D apresentou resultados semelhantes ao encontrado nos rótulos, como já era esperado baseado nas análises anteriores. O valor mais discrepante ficou com a amostra C, na qual foi possível observar uma quantidade de substâncias minerais muito baixa presentes na água comparado com o indicado pelo rótulo. A resolução N° 25/76 recomenda até 1.500 mg/L de resíduos a seco determinado a 180°C para águas naturais de fontes. O que pôde concluir que todas as amostras estão dentro do padrão estabelecido pela legislação, já que todas as amostras apresentaram valores abaixo do valor máximo recomendado.

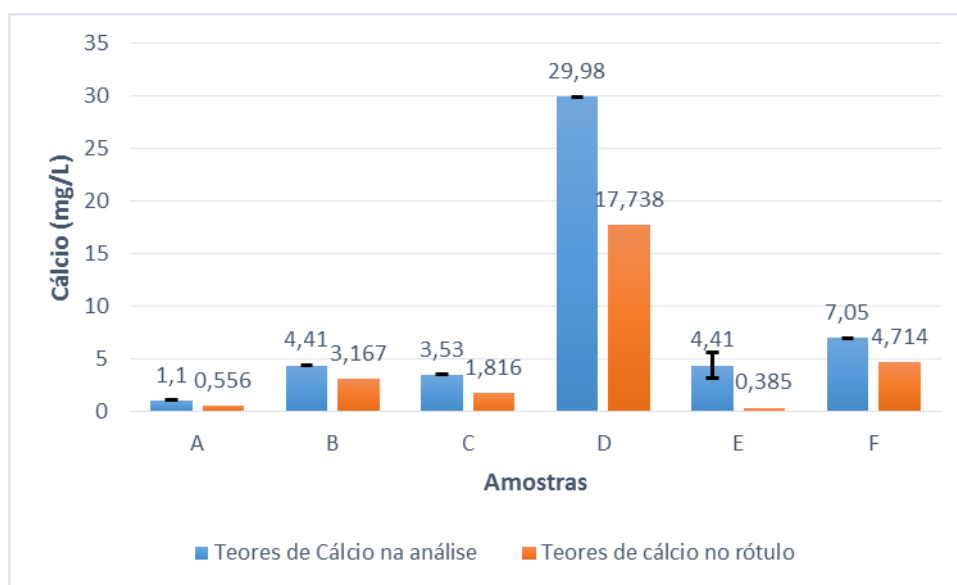
Comportamento semelhante entre as amostras também foi encontrado por Rocha et al. (2009). Os autores analisaram cinco marcas de águas minerais e obtiveram valores diferentes para as cinco amostras, resultando em uma média de 71,86 mg/L para os resíduos de evaporação.

5.1.8 Cálcio

Para o teor de cálcio, a figura 15 mostra os valores referentes aos indicados pelos rótulos de suas respectivas marcas com os valores encontrados após realizadas as análises para essas amostras.

O teor de cálcio variou entre 1,1 mg/L a 29,98 mg/L nas seis amostras analisadas, sendo que a amostra 1 apresentou o menor valor de cálcio e a amostra 4 o maior teor de cálcio. Além do mais, todas as amostras apresentaram resultados superiores aos informados pelos rótulos, nesse caso pode-se considerar que os valores apresentados em seus rótulos estão em desacordo com os valores atuais, tendo em vista que o laudo não é atual.

Figura 15 - Teores de cálcio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

Vale destacar que sais de cálcio em concentrações normais não representam riscos à saúde, sendo recomendada para o crescimento saudável de ossos e dentes, além de prevenir a osteoporose. Os níveis de cálcio não são previstos em legislação vigente, sendo feita uma análise indireta por meio da dureza (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2018).

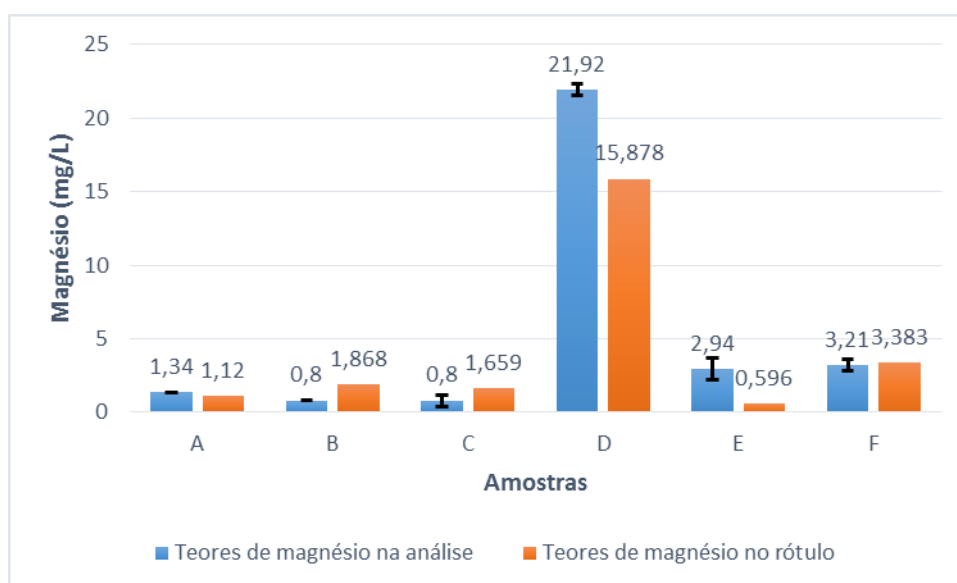
Mörschbacher, Silva e Souza (2015) analisaram o teor de cálcio em amostras de água mineral, onde foi possível chegarem a uma conclusão de que o teor de cálcio das cinco amostras analisadas o valor variou entre 3,2 mg/L a 42,2 mg/L, tendo a marca D apresentado o menor teor de cálcio e as marcas A e E as maiores concentrações de cálcio.

Resultados mais parecidos com o deste trabalho foi identificado por Morgano et al. (2002), onde encontrou teores de cálcio variando entre 0,53 mg/L a 28,35 mg/L em águas minerais analisadas.

5.1.9 Magnésio

Na figura 16 foi possível observar um baixo teor de magnésio nas águas minerais naturais comercializadas na região oeste potiguar. A presença maior de magnésio foi observada na amostra D com o teor de 21,92 mg de magnésio por litro, justamente a mesma de maior valor apresentado pelas marcas nos rótulos. As demais amostras apresentaram valores baixos como os informados nos laudos.

Figura 16 - Teores de magnésio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

Embora não haja padrões mínimos e máximos previstos em legislações para o teor de magnésio, Carnauba et al. (2015) conclui que consumir água mineral rica em magnésio contribui para o efeito benéfico para o tecido ósseo, assim como o cálcio.

Ribeiro et al. (2016), encontraram resultados de teor de magnésio presentes em oito amostras de águas minerais naturais e compararam com os valores informados pelos rótulos. Concluíram que todas as amostras apresentaram resultados superiores ao indicado pelos rótulos, com a exceção de apenas uma amostra.

Já Batista (2007) encontrou teores de magnésio variando entre 8 a 18 mg/L nas amostras analisadas de Itaparica – BA.

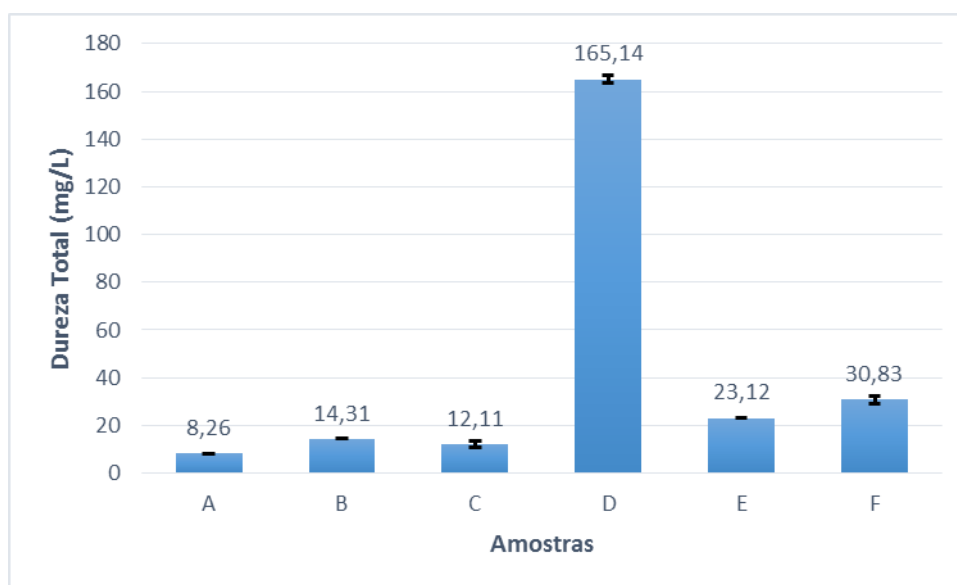
5.1.10 Dureza total

De acordo com Abdalla et al. (2010), a dureza total da água está relacionada com a quantidade de íons de cálcio Ca^{2+} e íons de magnésio Mg^{2+} presentes na água. Dessa forma, pode-se perceber que quanto menor a presença desses dois íons menos dura será a água, na qual é a recomendável para o consumo humano.

Apesar de não possuir padrões expressos em legislação para a dureza total em águas minerais naturais, a portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece um padrão aceitável de até 500 mg/L para a dureza de água potável.

Para os teores de dureza total analisados, todas as amostras ficaram dentro do limite estabelecido pela legislação como mostra a figura 17. A amostra de maior dureza foi a D, como era de se esperar foi também a que apresentou os maiores índices de cálcio e magnésio que interferem diretamente na dureza da água.

Figura 17 – Dureza total de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte.



Fonte: O autor.

Um estudo realizado por Alencar et al. (2020) na qual avaliou a qualidade de águas minerais de 3 marcas, foi possível chegar a uma conclusão de que a amostra A obteve em média 45,0 mg/L de dureza total, enquanto na amostra B obteve uma média de 35,0 mg/L e na amostra C uma média de 55,0 mg/L de dureza total.

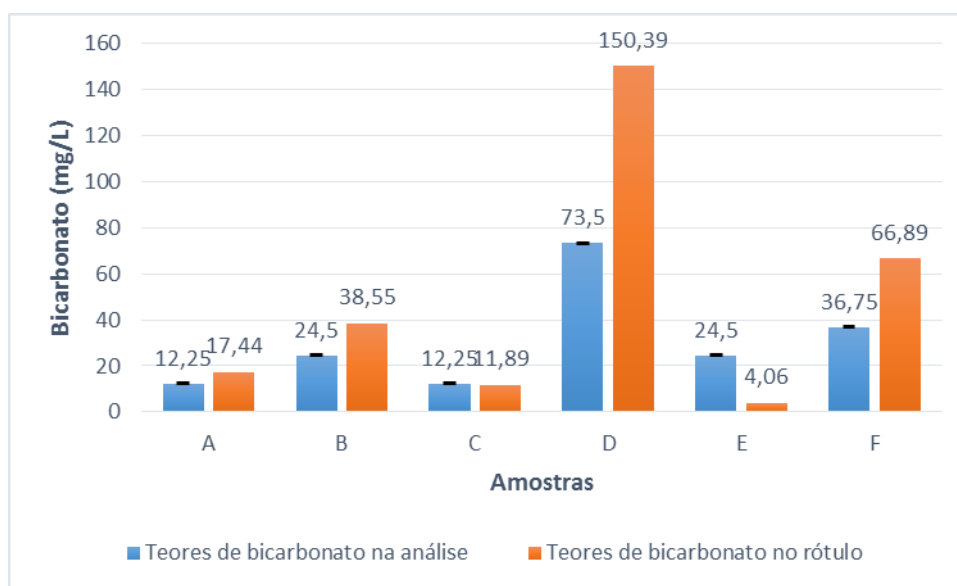
5.1.11 Bicarbonato

Para o bicarbonato, a figura 18 mostra os valores de bicarbonato obtidos após as análises juntamente com os valores de bicarbonato informados nos rótulos das amostras.

O teor de bicarbonato presente nas amostras variou entre 12,25 mg/L a 73,5 mg/L após as análises realizadas, enquanto que nos rótulos variou entre 4,06 mg/L a 150,39 mg/L. Apenas as amostras A e C apresentaram valores próximos aos informados nos rótulos. Vale lembrar que não pode excluir o fato de que o laudo é antigo para as análises dos valores mostrados nos rótulos, o que possa a ter vindo gerar essas diferenças nas amostras analisadas.

Esse parâmetro também não há limites recomendados em legislação.

Figura 18 - Valores de bicarbonato de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

5.1.12 Sódio

Os teores de sódio encontrados estão mostrados na figura 19 acompanhados dos valores de sódio indicados pelos rótulos de suas respectivas amostras.

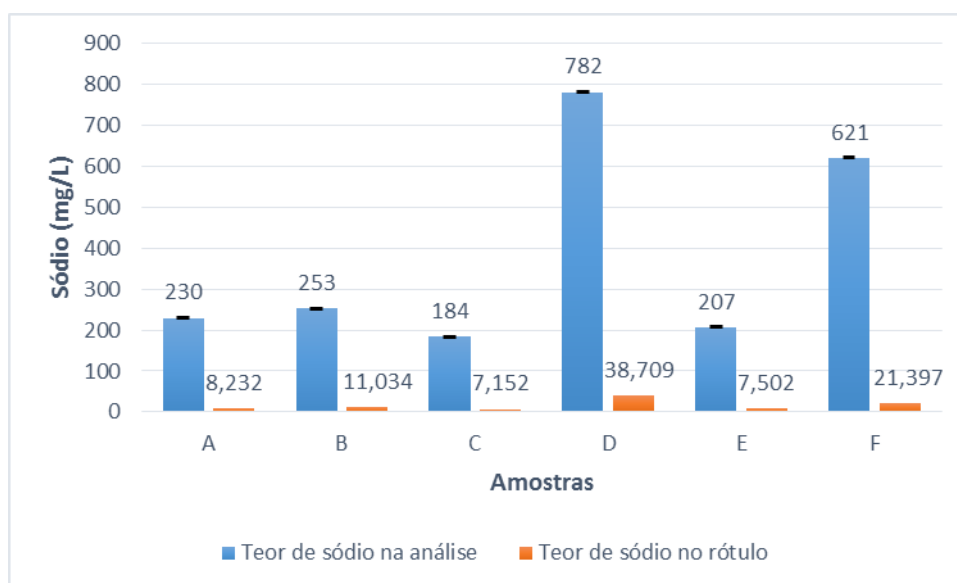
Após análises dos resultados, foi possível constatar que de todos os parâmetros analisados o que mais apresentou valores em desconformidade com os apresentados nos rótulos foi o sódio. Que por sinal, ultrapassa o limite máximo recomendado pela OMS que é de 200 mg/L, com exceção da amostra C. Dessa forma, acredita-se que as principais causas

desse comportamento tenha sido provocadas por fatores antropogênicos ao decorrer dos anos que tenham provocado alterações na composição dos solos e da reserva hídrica das fontes que por ser localizadas em sua grande maioria em zona rural, com produção agrícola em suas proximidades, estão sujeitas a poluição e contaminação das fontes. Além do mais, para valores acima de 200 mg/L a legislação brasileira exige que venham destacado nos rótulos “contém sódio” (BRASIL, 2005).

Nessas condições, após verificação em seus rótulos, foi possível concluir que em nenhuma das amostras que apresentaram teor de sódio acima de 200 mg/L tem a recomendação exigida conforme a norma.

Dionizio (2016) avaliou o teor de sódio em águas minerais utilizando um espectrômetro de absorção e emissão atômica em chama Shimadzu modelo AA 6200 na qual analisou 16 amostras em que foi possível observar poucas diferenças com as informadas pelos rótulos.

Figura 19 - Valores de sódio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

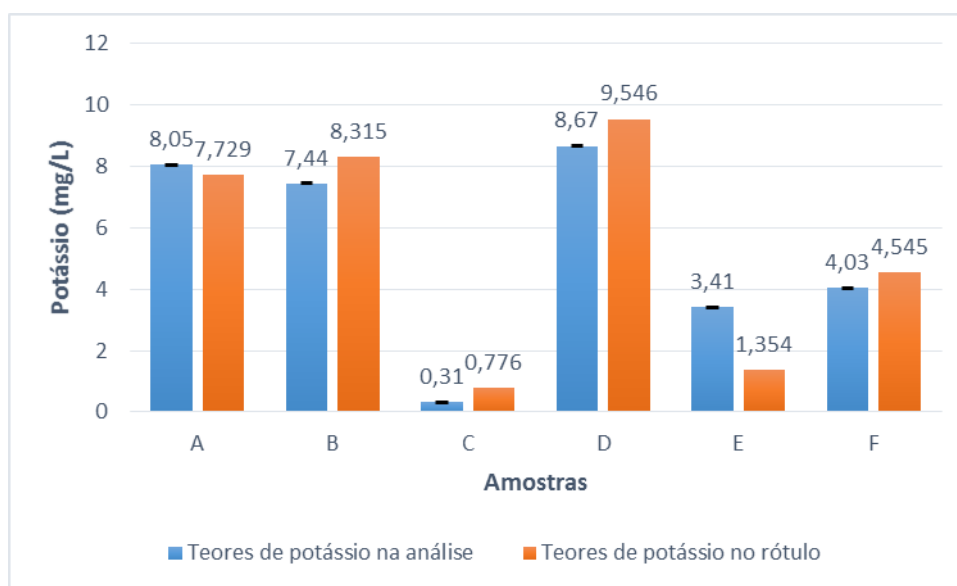
5.1.13 Potássio

A figura 20 mostra os valores de potássio informados pelos rótulos das amostras e os valores de potássio encontrados após as análises.

Foi possível observar uma convergência nesse parâmetro com os valores informados nos rótulos. Os valores de potássio em águas minerais comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte variou entre 0,31 mg/L a 8,67 mg/L. Enquanto que nos rótulos variou entre 0,776 mg/L a 9,546 mg/L. Na qual a amostra C apresentou o menor teor de potássio das amostras analisadas. Este parâmetro também não é estabelecido limites de concentrações em legislações, mas o excesso desse mineral, assim como o sódio, podem gerar doenças que prejudicam os rins, coração e músculos (DIONÍZIO, 2016).

Em estudo realizado por Rocha et al. (2009), as amostras analisadas apresentaram valores de potássio variando entre 0,78 mg/L a 12,09 mg/L, no qual as águas minerais apresentaram em média 3,40 mg/L de potássio.

Figura 20 - Valores de potássio de 6 amostras de água mineral natural comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte seguido dos valores apresentados no rótulo do produto.



Fonte: O autor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou avaliar os padrões físico-químicos de águas minerais naturais comercializadas na região oeste do estado do Rio Grande do Norte através de experimentos laboratoriais realizados na UFERSA – campus Caraúbas. Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos foi possível chegar a tais conclusões:

O pH das seis amostras analisadas apresentaram conformidades com a legislação que recomenda pH superior a 6,0. Dessa forma, todas as amostras estão na faixa ideal de pH de águas minerais naturais para o consumo humano, mas apresentaram desconformidades com os valores informados nos rótulos, com exceção de duas amostras, na qual obtiveram valores praticamente idênticos aos informados pelas marcas. Essas diferenças, como já mencionadas, podem estar relacionadas a antiguidade da data do laudo do laboratório de análises minerais (LAMIN) realizadas nas fontes, assim como todos os outros parâmetros que apresentaram variações nos valores obtidos.

A condutividade elétrica apresentou bons resultados em comparação com os informados pelos rótulos, tendo apresentado um valor maior de condutividade elétrica na amostra D. Nesse caso, pode-se dizer que essa amostra tem a maior capacidade de conduzir eletricidade devido a presenças de substâncias dissolvidas em relação às outras.

Como a condutividade elétrica foi maior na amostra D, esperava-se que a salinidade também fosse a maior nessa amostra e foi justamente o que aconteceu, visto que a salinidade contribui para condutividade elétrica devido à presença de espécies iônicas. Esse parâmetro não traz valores especificados em seus rótulos, não sendo possível fazer tal comparação com os resultados obtidos, mas todas as amostras analisadas ficaram dentro da faixa de salinidade recomendada pela legislação.

A turbidez apresentou valores maiores nas amostras A e F, mas dentro dos valores permitidos pela legislação, no qual essas amostras demonstram uma maior capacidade de infiltração da luz comparadas com as outras, o que deixa claro que essas amostras apresentam maiores chances de se ter composições de sólidos suspensos responsáveis pela coloração da água. Esse parâmetro também não traz valores explícitos em seus rótulos, não sendo possível fazer essa comparação.

Todas as amostras apresentaram concentrações de cloreto superiores aos informados pelas marcas, com exceção da amostra B que não especificou o teor de cloreto em seu rótulo. Cabe destacar que a amostra D apresentou o maior teor de cloreto tanto nas análises quanto no

rótulo, no qual justifica-se a maior condutividade elétrica presente na amostra D devido a maior concentração de íons Cl^- nessa amostra. Além do mais, todas as amostras respeitaram a recomendação de até 250 mg/L de cloreto em águas para o consumo humano. Acima disso é considerada água salina. Diante disso, todas as amostras foram classificadas como sendo água doce.

A legislação não indica valores máximos e mínimos para alcalinidades de águas minerais naturais, no qual foi possível concluir que a amostra D apresentou uma maior alcalinidade em relação as demais. Dessa forma implica dizer que essa amostra tem uma maior capacidade de dissolver gás carbônico e resistir a variações de mudanças de pH. Por outro lado, a amostra C apresentou a menor alcalinidade das águas minerais naturais analisadas. Esse parâmetro também não é informado pelas marcas em seus rótulos, não sendo possível fazer tal comparação.

A quantidade de resíduos sólidos presentes nas amostras após total evaporação da água ficou maior na amostra D que também apresentou concordância com o valor apresentado pelo rótulo. As demais amostras apresentaram variações com os valores informados pelos rótulos com destaque para a amostra C que apresentou valor muito abaixo do informado pelo rótulo. Além do mais, todas as amostras obtiveram resultados dentro dos limites legais permitidos.

Para o cálcio, todas as amostras apresentaram valores superiores aos informados pelos rótulos, sendo que a amostra D apresentou o maior teor de cálcio contido nas amostras e a amostra A o menor teor de cálcio das amostras analisadas. A legislação também não normatiza esse parâmetro físico-químico.

O teor de magnésio também apresentou resultado maior na amostra D. As amostras B, C e F apresentaram resultados menores que os informados nos rótulos. Esse parâmetro também não traz especificações de valores permitidos, sendo assim como o cálcio, importantes para a saúde óssea.

A dureza das águas minerais naturais comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte, de forma geral, apresentaram valores dentro da faixa recomendável pela legislação. A amostra D por possuir a maior concentração de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} apresentou o maior índice de dureza, mas distante do limite máximo permitido de 500 mg/L. Já a amostra A apresentou a menor dureza de todas as amostras analisadas.

O teor de bicarbonato presente nas amostras de águas minerais naturais tiveram diferenças com os informados nos rótulos, sendo que a amostra C apresentou o valor mais próximo com o indicado no rótulo. Além do mais, a amostra D apresentou o maior teor de

bicarbonato. Para esse parâmetro também não há legislação específica que regula os níveis de bicarbonato em águas minerais naturais.

O sódio apresentou grandes diferenças entre os resultados obtidos com os informados nos rótulos. Apenas a amostra C não ultrapassou o limite recomendado pela OMS de 200 mg/L. Dessa forma, a grande maioria das águas minerais naturais comercializadas no oeste do Rio Grande do Norte apresentaram elevados teores de sódio, no qual pode gerar danos à saúde em consumo de longo prazo.

Para o potássio, os resultados obtidos diferiram um pouco do apresentado pelos rótulos das amostras. O menor teor de potássio ficou com a amostra C, conforme indicado pelo rótulo da amostra. Esse parâmetro não traz informações previstas em legislações sobre limites recomendados, apenas sabe-se que não é recomendado o excesso desse mineral, assim como o sódio.

Dessa forma, todas as amostras de águas minerais naturais, de forma geral, apresentaram bons resultados, no entanto os teores de sódio apresentaram desconformidades tanto nos rótulos quanto no elevado teor de sódio encontrado. Além do mais, foi possível notar diferenças nos resultados obtidos com os apresentados nos rótulos das marcas, o que acredita-se que tenha sido provocado por boletins de análises físico-químicas antigos, no qual possam terem sofridos interferências de fatores antrópicos como poluição e contaminação das fontes, assim como fatores temporais e sazonais dos mananciais. Dessa forma, novos estudos no futuro são necessários para se poder chegar a conclusões mais atualizadas a respeito da qualidade dessas águas comercializadas na região.

Por fim, espera-se com esse estudo que a população da região oeste do estado possa ter o conhecimento dos padrões físico-químicos constituintes de uma água de boa qualidade, além de seus limites expressos em legislações para conhecer a procedência, a qualidade e a veracidade das informações prestadas pelas marcas de águas minerais naturais comercializadas nessa região.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, Benedito P.F. et al. **Pacto federativo e gestão de águas**. São Paulo, 2008. 42 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200003>. Acesso em: 11 jan. 2021.

OLIVEIRA, Elclésio Duarte de et al. **ANÁLISE MERCADOLÓGICA DE ÁGUA MINERAL ENGARRAFADA EM SÃO LUÍS - MA**. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/3208-16664-1-PB.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2021.

BRITO, Ramilos Rodrigues de; GOMES, Edilson Ramos; LUDWIG, Rafael. **USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO**. 2012. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/irrigacao/artigos/USO%20DA%20AGUA%20NA%20IRRIGACAO.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MARTINS, Daniel Freitas Freire. **Influência espaço-temporal e fisiológica na absorção de nutrientes e elementos tóxicos por *Eichhornia crassipes* visando o uso adequado da sua biomassa: o caso do Rio Apodi/Mossoró-RN**. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/17617>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2021.

DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. **Mutações no Nordeste brasileiro: reflexão sobre a produção de alimentos e a fome na contemporaneidade**. 2010. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/6686>. Acesso em: 8 jun. 2021.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000600015>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **RELATÓRIO FINAL: GRUPO DE TRABALHO INTERMINISTERIAL PARA REDELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO E DO POLÍGONO DAS SECAS**. 2005. Disponível em: file:///C:/Users/Samsung%20415/Desktop/TCC/relatorio_semi_arido.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

VASCONCELOS, Mickaelon Belchior. **POÇOS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: REVISÃO DE CONCEITOS E PROPOSTA DE NOMENCLATURA**. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/28288-Texto%20do%20artigo-104162-1-10-20150220.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

LIMA, José Cícero Mariano dos Santos; SANTOS, Samuel Furtado dos. **ANÁLISE DO REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO NA PARTE ALTA DA CIDADE DE MACEIÓ**. 2017. Disponível em: <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/352/1/AN%C3%81LISE%20DO%20REBAIXAM%20DO%20LEN%C3%87OL%20FRE%C3%81TICO%20NA%20PARTE%20ALTA%20DA%20CIDADE%20DE%20MACEI%C3%93.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ROCHA, Renée. **Contaminação da Água Subterrânea por Cemitérios: Estudo de caso no cemitério municipal de Osório**. 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172314/001058957.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jun. 2021.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. PEREIRA, Lauro Charlet. **Cenário mundial dos recursos hídricos subterrâneos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 08, Vol. 15, pp. 79-97. Agosto de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/cenario-mundial>.

ZANELLA, Maria Elisa. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino**. Presidente Prudente/SP, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176%3E.Acesso>. Acesso em: 18 jan. 2021.

CAPP, Nanci et al. **Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS)**. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7581/0>. Acesso em: 11 abr. 2021.

BRASIL. Resolução n. 396, de 3 de abril de 2008. **Diário Oficial da União**. Brasília, 07 de abril de 2008.

PINHEIRO, Lidianne Gomes. **Diversidade de enterobacteriaceae e doenças de veiculação hídrica: percepção ambiental e ações de divulgação científica em região semiárida do RN - Brasil**. 2017. 107f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

SILVA, Moisés Batista da. **Atlas Linguístico do centro-oeste Potiguar**. 2012. 329f. – Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Letras Vernáculas, Programa de Pós-graduação em Linguística, Fortaleza (CE), 2012.

SOARES, Edmilson. **Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13362/10594>. Acesso em: 11 abr. 2021.

LUCENA, Rebecca Luna; JÚNIOR, Jório Bezerra Cabral; STEINK, Ercília Torres. **Comportamento Hidro climatológico do Estado do Rio Grande do Norte e do Município de Caicó**. Caicó/RN, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786333008>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SACCHELLI, ROSEANA CILIÃO. **ESTUDO DE MERCADO DA INDÚSTRIA DE BEBIDAS DE ÁGUA MINERAL**. Paraná, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/39407>. Acesso em: 4 abr. 2021.

BRASIL. Decreto Lei n. 7841, de 08 de agosto de 1945. **Diário Oficial da União**. Rio de Janeiro, 08 de agosto de 1945.

SANTOS, Relações entre elementos climáticos e as interações por doenças respiratórias nos municípios de Martins-RN e Apodi-RN. 2016. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22878/1/WanessaDjanisDeQueirozSantos_DISSERT.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

MAIA, FERNANDA CUNHA. **Qual água beber: envasadas ou da torneira? O caso de Natal, Brasil.** Natal/RN, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/22702>. Acesso em: 11 abr. 2021.

LUCAS PINHEIRO, Dias *et al.* **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUATRO MARCAS DE ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADAS EM TERESINA-PI.** 2014. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/651/390>. Acesso em: 5 abr. 2021.

Fundação Nacional de Saúde. **MANUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA TÉCNICOS QUE TRABALHAM EM ETAS.** Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdc8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>. Acesso em: 5 abr. 2021.

CARVALHO, MURILO FERREIRA DE. **AValiação da qualidade da água mineral comercializada em postos de combustíveis no município de Goiânia.** Goiânia, 2015. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2015.

BRASIL. Resolução n. 357. **Diário Oficial da União**, 18 de março de 2005.

REIS, Ludimila Rodrigues; BEVILACQUA, Paula Dias ; CARMO, Rose Ferraz. **Água envasada: qualidade microbiológica e percepção dos consumidores no município de Viçosa (MG).** 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cadsc/v22n3/1414-462X-cadsc-22-03-0224.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

MORAIS, K. de Almeida. **DETERMINAÇÃO DE CLORETO EM ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADA NA REGIAO DE TERESINA-PI**. Natal/RN, 2014. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/4/4883-16591.html>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. Portaria n. 36, de 19 de janeiro de 1990. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Resolução n. 25/1976. **Diário Oficial da União**.

MORGANO, Marcelo A. *et al.* **Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas na região de Campinas, SP**. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612002000300007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 17 abr. 2021.

CARNAUBA, Renata Alves *et al.* **Avaliação do potencial alcalinizante das águas minerais comercialmente disponíveis em território brasileiro**. 2015. Disponível em: http://sban.cloudpainel.com.br/files/revistas_publicacoes/482.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

RIBEIRO, I.C.T. *et al.* **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS MINERAIS NATURAIS ENVASADAS EM GALÕES DE 20 L PRODUZIDAS NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL**. 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1351.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

BATISTA, MIKE HENDERSON SANTANA. **INTERAÇÃO ENTRE ÁGUAS MINERAIS DE ITAPARICA E O AQUÍFERO PERIFÉRICO**. Salvador / Bahia, 2007. Disponível em: http://www.twiki.ufba.br/twiki/pub/IGeo/GeolMono2007/mike_batista_2007.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

ABDALLA, Kênia Victória Pereira *et al.* **AVALIAÇÃO DA DUREZA E DAS CONCENTRAÇÕES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ZONA URBANA E RURAL DO MUNICÍPIO DE ROSÁRIO-MA**. 2010. Disponível

em: <file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/22915-Texto%20do%20artigo-82903-1-10-20110902.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

FILHO, Edmilson Dantas da Silva; BRAZ, Airton Silva; CHAGAS, Rennalle Cavalcante de O. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande – PB.** João Pessoa - PB, 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/182-2221-1-PB%20\(9\).pdf](file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/182-2221-1-PB%20(9).pdf). Acesso em: 24 abr. 2021.

DIONIZIO, DÉBORA GOMES BAPTISTA. **SÓDIO E POTÁSSIO: VILÕES DA ÁGUA MINERAL. UMA ABORDAGEM ANALÍTICA E SUA APLICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.** Niterói - RJ, 2016. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/6487/1/Monografia_D%C3%A9bora%20Dionizio.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

RIBEIRO, Tamires Irineu *et al.* **Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas em Picos, Piauí, Brasil.** 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/24665/19710>. Acesso em: 19 mai. 2021.

VIEIRA, Priscilla Silveira De Lima *et al.* **Determinação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas em João Pessoa - PB.** Anais IV CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/56737>. Acesso em: 20/05/2021.

ROCHA, Clarice Oliveira da *et al.* **ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS EM CAMPINA GRANDE – PB.** 2009. Disponível em: [file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/Dialnet-AnaliseFisicoquimicaDeAguasMineraisComercializadas-7474823%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Samsung%20415/Downloads/Dialnet-AnaliseFisicoquimicaDeAguasMineraisComercializadas-7474823%20(1).pdf). Acesso em: 20 mai. 2021.

APÊNDICE

Tabela 3 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.

Amostras	Parâmetros Físico-químicos (Média ± desvio padrão)			
	pH	Condutividade	Turbidez	Resíduo de evaporação a 180°C
A	6,37 ± 0,10	76,33 ± 0,40	0,18 ± 0,01	48,00 ± 4,00
B	6,43 ± 0,30	95,37 ± 0,21	0,04 ± 0,00	63,00 ± 1,41
C	6,00 ± 0,11	63,60 ± 0,35	0,06 ± 0,00	8,00 ± 0,00
D	7,02 ± 0,23	460,00 ± 1,00	0,08 ± 0,01	288,00 ± 8,49
E	6,74 ± 0,11	91,03 ± 0,68	0,04 ± 0,00	84,00 ± 5,56
F	7,00 ± 0,10	175,97 ± 0,06	0,41 ± 0,20	112,00 ± 5,56

Tabela 4 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.

Amostras	Parâmetros Físico-químicos (Média ± desvio padrão)			
	Salinidade	Cloreto	Alcalinidade Parcial	Alcalinidade Total
A	0,04 ± 0,00	17,55 ± 0,00	0,98 ± 0,00	2,94 ± 0,00
B	0,05 ± 0,00	17,55 ± 0,00	2,94 ± 0,00	3,92 ± 0,00
C	0,03 ± 0,00	17,55 ± 0,00	0,98 ± 0,00	1,96 ± 0,00
D	0,23 ± 0,00	70,20 ± 0,00	12,74 ± 0,00	15,68 ± 0,0
E	0,04 ± 0,00	35,10 ± 0,00	1,96 ± 0,00	2,94 ± 0,00
F	0,09 ± 0,00	17,55 ± 0,00	6,86 ± 0,00	8,82 ± 0,00

Tabela 5 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.

Amostras	Parâmetros Físico-químicos (Média $\pm$ desvio padrão)			
	Cálcio	Magnésio	Dureza Total	Bicarbonato
A	1,10 $\pm$ 0,00	1,34 $\pm$ 0,00	8,26 $\pm$ 0,00	12,25 $\pm$ 0,00
B	4,41 $\pm$ 0,00	0,80 $\pm$ 0,38	14,31 $\pm$ 1,56	24,50 $\pm$ 0,00
C	3,53 $\pm$ 0,00	0,80 $\pm$ 0,38	12,11 $\pm$ 1,56	12,25 $\pm$ 0,00
D	29,98 $\pm$ 1,25	21,92 $\pm$ 0,76	165,14 $\pm$ 0,00	73,50 $\pm$ 0,0
E	4,41 $\pm$ 0,00	2,94 $\pm$ 0,38	23,12 $\pm$ 1,56	24,50 $\pm$ 0,00
F	7,05 $\pm$ 0,00	3,21 $\pm$ 0,00	30,83 $\pm$ 0,00	36,75 $\pm$ 0,00

Tabela 6 – Média dos parâmetros físico-químicos analisados seguidos dos respectivos desvios padrões.

Amostras	Parâmetros Físico-químicos (Média $\pm$ desvio padrão)	
	Sódio	Potássio
A	230,00 $\pm$ 0,00	8,05 $\pm$ 0,00
B	253,00 $\pm$ 0,00	7,44 $\pm$ 0,00
C	184,00 $\pm$ 0,00	0,31 $\pm$ 0,00
D	782,00 $\pm$ 0,00	8,67 $\pm$ 0,00
E	207,00 $\pm$ 0,00	3,41 $\pm$ 0,00
F	621,00 $\pm$ 0,00	4,03 $\pm$ 0,00