



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE  
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

FABLINA SUZENÍ MORAIS SILVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO  
DE JAÇANÃ/RN**

CUITÉ-PB

2019

FABLINA SUZENI MORAIS SILVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO  
DE JAÇANÃ-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Licenciatura em  
Química do Centro de Educação e Saúde da  
Universidade Federal de Campina Grande,  
para obtenção do grau em Licenciado em  
Química.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Denise Domingos da Silva

CUITÉ-PB

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE  
Responsabilidade Rosana Amâncio Pereira – CRB 15 – 791

S586a Silva, Fablina Suzení Moraes.

Avaliação da qualidade da água de abastecimento do município de Jaçanã-RN. / Fablina Suzení Moraes Silva. – Cuité: CES, 2019.

56 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2019.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Denise Domingos da Silva.

1. Águas. 2. recursos hídricos. 3. Poços artesianos. I. Título.

FABLINA SUZENI MORAIS SILVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO  
DE JAÇANÃ-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do grau em Licenciado em Química.

Aprovada em 19/06/2019

**BANCA EXAMINADORA**

*Denise Domingos da Silva.*

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Denise Domingos da Silva (Orientadora) – UFCG/CES/UABQ

*Vilma Araújo da Costa*

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vilma Araújo da Costa – UFRN

*J. Santos*

Prof. Dr. José Carlos Oliveira Santos – UFCG/CES/UABQ

## DEDICATÓRIA

Á Deus, que está sempre presente em todos os momentos de minha vida dando saúde, perseverança e força para alcançar meus objetivos;

Aos meus pais, Socorro e Francisco que sempre me apoiaram nos meus estudos.

*In Memoriam:* Aos meus avós Maria do Carmo Vieira, Maria do Carmo e Manoel Roberto, que quando vivos me incentivaram a realizar este sonho e através do nosso eterno laço de afeto continuam a me dar forças para alcançar meus ideais.

## AGRADECIMENTOS

Á Deus por sua presença constante em minha vida e por mais uma etapa vencida, pela força e coragem que nunca me permitiram desistir.

Aos meus pais Socorro Moraes e Francisco Roberto pelo apoio e incentivo aos meus estudos, por todo amor, carinho, compreensão e apoio incondicional.

A minha irmã Flávia Suzieny, ao meu cunhado Antônio Candido e minha sobrinha Antonella Moraes pela companhia, pela ajuda, cuidado e incentivo nesses anos de curso, e por me darem forças nas horas difíceis e não deixarem desanimar.

Á minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Denise Domingos da Silva, pela orientação, pelo estímulo à pesquisa, pelo exemplo de dedicação e persistência por ter confiado no meu trabalho.

Ao Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental pelo suporte das realizações das análises.

Ao meu colega de curso Moises Casado pela contribuição no início e fim da minha pesquisa e por toda ajuda ao decorrer do curso.

A minha colega Ana Maria pela paciência, atenção e disposição para ajuda e colaboração para a realização da minha pesquisa.

Aos meus colegas de cursos e amigos que eu tive a honra de conhecer durante ao longo do curso, em especial as minhas amigas Viviane Araújo, Bruna Naiara e Tamara Regina sou eternamente grata a vocês, por todos os momentos vividos, todas as dificuldades que enfrentamos juntas, e por dividirem comigo também alegrias e conquistas.

Á todos os professores do CES que contribuíram para minha formação acadêmica.

Á todos que, de certa forma contribuíram de alguma maneira para minha formação.

*Cada pessoa deve trabalhar para o seu  
aperfeiçoamento e ao mesmo tempo,  
participar da responsabilidade coletiva por  
toda humanidade.*

*“Marie Curie”*

## RESUMO

A água é um recurso natural abundante essencial para a vida na Terra. O Brasil é um país rico em recursos hídricos, responsável por cerca de 12% do total mundial. No entanto, apesar da grande disponibilidade de recursos hídricos, o país sofre com a falta de água potável, que é a água que pode ser consumida atendendo aos requisitos físicos, químicos e biológicos que determinam sua qualidade e garantia a segurança do bem-estar do consumidor. As pessoas que habitam as regiões semiáridas tem a falta de água como principal problema a ser enfrentado. Com intuito de melhorar a qualidade de vida para população desta região desde o início do século, a perfuração de poços artesianos tem sido usada como alternativa ao abastecimento de água de pequenas comunidades e rebanhos. O presente trabalho tem por objetivo avaliar as propriedades físico-químicas de amostras de poços artesianos e uma amostra de água, advinda do sistema Adutora Monsenhor Expedito, onde o Município se beneficia do recurso. A metodologia envolveu quatro pontos, totalizando 12 amostras (três pontos de poços artesianos e um ponto de água da adutora). Os parâmetros estudados foram pH, turbidez, teor de cloreto, dureza total, condutividade elétrica, teor de sólidos dissolvidos totais e teor de sódio e potássio, através fotômetro de chama. A classificação de potabilidade foi baseada nos parâmetros físico-químicos do Ministério da Saúde, Portaria nº 5/2017. A maioria dos parâmetros físico-químicos avaliados para as águas dos poços não estão de acordo com o valor estabelecido pelo Ministério da Saúde. Após a realização do estudo, pode-se concluir com relação à potabilidade das amostras de águas analisadas, que apenas um dos quatros pontos encontra-se dentro dos padrões de aceitabilidade para o consumo humano.

**Palavras-chaves:** Águas; recursos hídricos; Poços artesianos.

## **ABSTRACT**

Water is an abundant natural resource essential to life on Earth. Brazil is a country rich in water resources, responsible for about 12% of the world total. However, despite the great availability of water resources, the country suffers from the lack of potable water, which is the water that can be consumed taking into account the physical, chemical and biological requirements that determine its quality and guarantee the well-being of the consumer. People living in the semi-arid regions have the lack of water as the main problem to be faced. In order to improve the quality of life for this region's population since the beginning of the century, artesian well drilling has been used as an alternative to the water supply of small communities and herds. The present work has the objective of evaluating the physicochemical properties of samples of artesian wells and a sample of water, coming from the Monsenhor Expedito Adress system, where the Municipality benefits from the resource. The methodology involved four points, totaling 12 samples (three points of artesian wells and one water point of the adductor). The studied parameters were pH, turbidity, chloride content, total hardness, electrical conductivity, total dissolved solids content and sodium and potassium content, through flame photometer. The classification of potability was based on the physico-chemical parameters of the Ministry of Health, Ordinance NO. 5/2017. Most of the physico-chemical parameters evaluated for the well water are not in agreement with the value established by the Ministry of Health. After the study, it can be concluded with regard to the potability of the analyzed water samples that only one of the four points are within acceptable standards for human consumption.

**KEYWORDS:** Waters; water resources; Artesian wells.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Distribuição de água no Brasil. ....	18
<b>Figura 2.</b> Classificação dos Sólidos Totais. ....	22
<b>Figura 3.</b> Localização do município de Jaçanã- RN.....	25
<b>Figura 4.</b> Localização dos pontos analisados. ....	26
<b>Figura 5.</b> Visualização dos pontos A e B respectivamente, localizados no município de Jaçanã – RN. ....	27
<b>Figura 6.</b> Visualização dos pontos C e D respectivamente, localizados no município de Jaçanã – RN. ....	27
<b>Figura 7.</b> Turbidímetro usado nas análises.....	29
<b>Figura 8.</b> Condutivímetro usado nas análises.....	29
<b>Figura 9.</b> Fluxograma da análise de alcalinidade. ....	30
<b>Figura 10.</b> Fluxograma da análise de cloretos. ....	31
<b>Figura 11.</b> Fluxograma da análise de dureza.....	31
<b>Figura 12.</b> Peagâmetro utilizado nas análises. ....	32
<b>Figura 13.</b> Fotômetro de chama. ....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Valores médios para Turbidez de águas do Município de Jaçanã. ....	34
<b>Gráfico 2.</b> Valores médios para Condutividade Elétrica de águas do Município de Jaçanã. ....	36
<b>Gráfico 3.</b> Valores médios para Sólidos Dissolvidos Totais de águas do Município de Jaçanã. ....	38
<b>Gráfico 4.</b> Valores médios para Alcalinidade do Município Jaçanã.....	40
<b>Gráfico 5.</b> Valores médios para Cloretos de águas do Município Jaçanã. ....	41
<b>Gráfico 6.</b> Valores médios para dureza total das águas do Município Jaçanã. ....	44
<b>Gráfico 7.</b> Valores médios das medidas de pH de águas do Município de Jaçanã. .	46
<b>Gráfico 8.</b> Valores médios para Sódio e Potássio de águas do Município Jaçanã...	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Localização das coletas do município de Jaçanã.....	26
<b>Tabela 2.</b> Medidas para Turbidez e desvio padrão das amostras .....	33
<b>Tabela 3.</b> Medidas de condutividade elétrica e desvio padrão das amostras.....	35
<b>Tabela 4.</b> Medidas para Sólidos Totais Dissolvidos e desvio padrão das amostras.	37
<b>Tabela 5.</b> Valores encontrados na determinação da Alcalinidade .....	39
<b>Tabela 6.</b> Valores encontrados na determinação de Cloretos.....	41
<b>Tabela 7.</b> Classificação da água quanto à dureza. ....	42
<b>Tabela 8.</b> Valores encontrados na determinação da dureza. ....	43
<b>Tabela 9.</b> Valores de pH das amostras de água analisadas. ....	45
<b>Tabela 10.</b> Determinação das concentrações de Sódio e Potássio em amostras de águas da cidade de Jaçanã. ....	47
<b>Tabela 11.</b> Análises para Turbidez, pH e condutividade para águas do município de Jaçanã- RN.....	49
<b>Tabela 12.</b> Medições de Alcalinidade, Cloretos, Dureza e Sólidos Dissolvidos Totais para águas do município de Jaçanã- RN. ....	49
<b>Tabela 13.</b> Determinação das concentrações de Sódio e Potássio em amostra de água da cidade de Jaçanã- RN.....	50

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos .....	17
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	18
3.1.	Água .....	18
3.2.	Região Semiárida.....	19
3.3.	Abastecimento para uso e consumo de água.....	19
3.4.	Caracterização de águas subterrâneas.....	20
3.5.	Caracterização de águas superficiais.....	20
3.6.	Aspectos químicos e físicos da água .....	21
3.7.	Parâmetros físicos .....	21
3.7.1.	Turbidez .....	21
3.7.2	Condutividade elétrica .....	22
3.7.3	Sólidos totais dissolvidos.....	22
3.8	Parâmetros Químicos .....	23
3.8.1	Alcalinidade.....	23
3.8.2	Cloretos.....	23
3.8.3	Dureza total .....	23
3.8.4	Potencial Hidrogeniônico pH.....	24
3.8.5	Determinação de íons Na <sup>+</sup> e K <sup>+</sup> por fotometria de chama.....	24
4	METODOLOGIA .....	25
4.1	Área de estudo.....	25
4.2	Processo de coleta das amostras e acondicionamento.....	26
4.3	Local de execução da pesquisa .....	28
4.4	Análises físico-químicas.....	28
4.4.1	Determinação da turbidez.....	28
4.4.2	Determinação de Condutividade elétrica .....	29
4.4.3	Determinação de sólidos dissolvidos totais.....	29
4.4.4	Determinação da alcalinidade.....	30
4.4.5	Determinação de Cloretos .....	30

4.4.6	Determinação de dureza total.....	31
4.4.7	Determinação do Potencial Hidrogeniônico pH.....	32
4.4.8	Determinação de íons Na <sup>+</sup> e K <sup>+</sup> .....	32
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1.	Análise de Turbidez.....	33
5.2.	Análise da Condutividade Elétrica.....	34
5.3.	Análise para sólidos dissolvidos totais.....	36
5.4.	Análise da alcalinidade total.....	38
5.5.	Análise de cloretos.....	40
5.6.	Análise da Dureza.....	42
5.7.	Análise do pH.....	44
5.8.	Análises de Na <sup>+</sup> e K <sup>+</sup> .....	46
5.9.	Síntese dos parâmetros físico-químicos das amostras analisadas.....	48
6.	CONCLUSÕES.....	51
7.	REFERÊNCIAS.....	52

## 1. INTRODUÇÃO

A água ocupa cerca 75% da superfície da Terra, é a substância inorgânica mais abundante na matéria viva, compõe em torno de dois terços do corpo humano e alcançando até 98% para certos animais aquáticos, legumes, frutas e verduras. Constitui-se no solvente universal da maioria das substâncias, mudando-se em função destas. Inúmeras características das águas naturais advêm desta capacidade de dissolução. Diferenciando-se pelas características do solo da bacia hidrográficas. (LIBÂNIO, 2010). Sendo assim, o seu fornecimento para o ser humano é de suma importância para manutenção da vida.

A carência hídrica é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida, em todo o mundo, cerca de três em cada 10 pessoas (2,1 bilhões) não têm acesso à água potável e disponível em casa, e seis em cada 10, ou 4,5 bilhões, carece de saneamento seguro, de acordo com novo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF).

A água está cada vez mais escassa e sua disponibilidade tem sido crescentemente limitada, causadas pela escassez de chuvas, sua poluição ou seu uso exagerado, entre outros fatores. Segundo Montenegro e Montenegro (2012), entre as regiões sujeitas à insuficiência hídrica, as zonas semiáridas se destacam a condições de escassez, sucessíveis as chuvas de distribuição irregular, o que dá origem a períodos de seca prolongados. Nas zonas semiáridas, também há altos fluxos de evapotranspiração, acentuando os déficits hídricos em períodos sem chuvas. Como resultado, as incertezas quanto à disponibilidade de água para os mais variados usos tendem a ser elevado, o que dificulta o planejamento do uso responsável dos recursos hídricos, principalmente devido às irregularidades do escoamento superficial e do armazenamento em pequenos açudes.

O Nordeste semiárido é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios. Essa situação pode ser esclarecida em função da oscilação temporal das precipitações e dos aspectos geológicos dominantes, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e tem como consequência, baixa troca de água entre o rio e o solo adjacente. O resultado é a existência de densa rede de rios intermitentes, com poucos rios perenes e destaque para os rios São Francisco e Parnaíba. Os rios de regime intermitente são encontrados na porção

nordestina que se estende desde o Ceará até à região setentrional da Bahia (CIRILO, 2008).

Segundo Paludo (2010), as águas subterrâneas integram um recurso natural fundamental para a vida e a plenitude dos ecossistemas, representando mais de 95% das reservas de água doce exploráveis do globo. Mais da metade da população do mundo necessita deste recurso. No Brasil existem grandes reservas de águas subterrâneas, porém sua disponibilidade não é garantida para sempre, pois sua renovação ocorre de forma lenta.

De acordo com Mirlean et. al. (2005) as águas subterrâneas é uma primordial fonte de água potável nas regiões com déficit de água superficial ou em localidades sem sistema centralizado de abastecimento de água. Em muitos locais são a complementação das águas superficiais, sendo muitas vezes utilizada indiscriminadamente pela população, não levando em consideração sua qualidade, o que acaba ocasionando prejuízos para o bem estar dos consumidores. Habitualmente os problemas com a qualidade da água subterrânea são maiores em regiões rurais devido à infiltração de agrotóxicos, fertilizantes, esgotos domésticos e excrementos de animais nos aquíferos ou, diretamente, nos poços artesianos. Nestas regiões, os efeitos são mais significativos em seus consumidores, devido à inexistência de outras opções de abastecimento.

Para um gerenciamento eficaz dos recursos hídricos, principalmente em um contexto de emergência, como as secas, o uso de fontes de água subterrânea merece atenção, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido, um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes, fato que é agravado quando se observa a grande quantidade de captações de águas subterrâneas no semiárido, principalmente em rochas cristalinas, desativadas e/ou abandonadas, em muitos casos, isso pode ser resolvido com ações corretivas de baixo custo (CPRM, 2005).

A perfuração de poços no Nordeste trata-se de uma combinação de medidas de emergência para mitigação dos efeitos da seca na região, coordenadas pela Casa Civil da Presidência da República e pelo Ministério da Integração Nacional (EXERCITO BRASILEIRO, 2013).

Diante disso, o trabalho tem como objetivo caracterizar as propriedades físico-químicas de águas da cidade de Jaçanã- RN. A relevância dessa pesquisa trará

contribuições significativas à população desta cidade, destacando, o conhecimento a respeito da qualidade da água nesta região.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Caracterizar as propriedades físico-químicas de águas de abastecimento do município de Jaçanã- RN.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Coletar as amostras seguindo o procedimento de amostragem, segundo o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (2012);
- Medir o pH, a turbidez, a concentração de sódio e potássio e a condutividade das amostras de águas;
- Determinar a alcalinidade, cloreto, dureza e sólidos totais dissolvidos das amostras;
- Realizar levantamento das características físico- químicas e verificar se as amostras estão de acordo com o padrão de potabilidade indicado pela portaria nº5/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

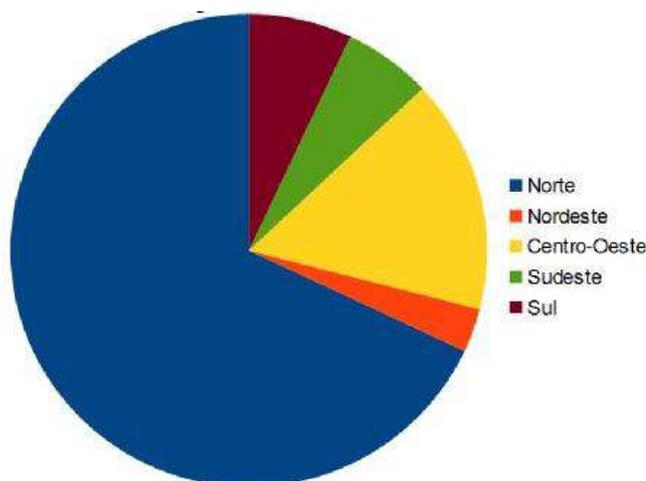
### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

#### 3.1. Água

A água ocupa aproximadamente 75% da superfície da terra (LIBÂNIO, 2010) de toda água presente na natureza, 97,4 % é salgada (mares e oceanos), e o restante 2,6 % é representada pelos rios, lagos e fontes subterrâneas, entretanto a maior parte desse percentual não tem utilização direta, pois formam geleiras e lençóis profundos, em que a sua captação se torna economicamente inviável. Desse percentual aproveitável, em torno de 0,3% (FREITAS, 2001).

O Brasil é considerado um país riquíssimo em termos hidrológicos, uma vez que possui cerca de 12% da água doce que flui superficialmente no mundo. O obstáculo é que esse volume é desigualmente distribuído: 70% estão no Norte, região com menos de 7% da população nacional, 15% no Centro-Oeste, 6% no Sul e no Sudeste e apenas 3% no Nordeste, sendo 2/3 destes localizados na bacia do rio São Francisco (SUASSUNA, 2004). Como vemos na Figura 1, o volume de água encontra-se desigualmente distribuído.

**Figura 1.** Distribuição de água no Brasil.



**Fonte:** <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>. (adaptado).

O Brasil tem cerca de 200 mil micro bacias disseminados em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no Brasil). É um gigantesco potencial hídrico, capaz de abastecer um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) – de 1.700 m<sup>3</sup>/s por habitante por ano (BRASIL, 2018).

No entanto, no Brasil, o desperdício de água chega a 50%, um dos mais elevados índices do planeta, além do mais, a grande maioria dos rios e mananciais se encontra contaminado e impróprio para uso. Em áreas muito povoadas uma parcela da água já perdeu a característica de recurso natural renovável em virtude de processos de urbanização, industrialização e produção agrícola, fazendo com que o grande volume de água que o país possui esteja reduzindo de forma acelerada (ANDREOLI et. al., 2014).

### **3.2. Região Semiárida**

O Semiárido brasileiro abrange os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Os métodos para delimitação do Semiárido foram a precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano. Como reflexo das condições climáticas dominantes de semiaridez, a hidrografia é desprovida, em seus amplos aspectos. As condições hídricas são insuficientes para assegurar rios caudalosos que se mantenham perenes nos longos períodos de ausência de precipitações. Constitui-se exceção o rio São Francisco. Em circunstância às características hidrológicas que possui, as quais permitem a sua sustentação durante o ano todo, o rio São Francisco adquire uma significação especial para as populações ribeirinhas e da zona do Sertão (IBGE, 2017).

As regiões semiáridas são descritas de modo geral pela aridez do clima, devido a deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e por presença de solos pobres em matéria orgânica. O prolongado período seco anual aumenta a temperatura local caracterizando a aridez sazonal. Conforme essa definição o grau de aridez de uma região depende da quantidade de água proveniente da chuva (precipitação) e da temperatura que influencia a perda de água por meio da evapotranspiração potencial (SILVA, 2008).

### **3.3. Abastecimento para uso e consumo de água**

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de água. No entanto, grande parte desse recurso está concentrada em regiões onde há menor população. Nos grandes centros urbanos há elevada densidade populacional e forte demanda pelos recursos hídricos, que, em diversas ocasiões, são atingidos pela poluição e,

por resultância, há uma piora considerável na qualidade da água, tornando o abastecimento nas cidades um grande desafio. Com a finalidade de solucionar essa situação é preciso lidar com a grande diversidade geográfica do país e com as consequências do intenso processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas (ANA, 2015).

Desfrutar de água para consumo humano de boa qualidade é pretensão dos povos e objetivo estratégico dos governos, o que se expressa na implementação de políticas públicas que têm no saneamento um pilar importante da proteção social. Todavia a água seja um bem público essencial para a vida, e sua importância para a saúde pública seja largamente reconhecida, em várias partes do mundo, grandes contingentes populacionais não exercem na prática esse direito humano (FRAZÃO et al., 2018).

### **3.4. Caracterização de águas subterrâneas**

As águas subterrâneas são formadas através de excedente das águas de chuvas que atravessam camadas por baixo da superfície do solo e agregam os espaços vazios entre as rochas. Essas formações geológicas permeáveis são intituladas de aquíferos e são classificadas em três tipos: fraturado, poroso e cárstico. Logo, os aquíferos são uma reserva de água embaixo do solo, abastecida pela chuva, e funciona como uma espécie de caixa d'água que alimenta os rios. No Brasil, os aquíferos colaboram para que boa parte dos rios brasileiros seja perene, isto é, não sequem no período da estiagem. Por serem relativamente abundantes, formando uma parcela significativa da água potável utilizada para consumo humano, agricultura e outros fins, o acompanhamento das condições das águas subterrâneas é muito importante (ANA, 2015).

### **3.5. Caracterização de águas superficiais**

São águas que não penetram no solo, acumulam-se na superfície, escorrem e dão origem a rios, riachos, lagoas e córregos. Devido a isso, elas são consideradas uma das principais fontes de abastecimento de água potável do planeta. O monitoramento frequente das águas superficiais é importante, pois tem como finalidade o conhecimento da quantidade e a qualidade disponível e gerar insumos para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, que devem garantir o acesso aos diversos usos da água (ANA, 2015). São considerados portadores de

organismos patogênicos, em particular resíduos industriais e sanitários, pois transportam sedimentos pela superfície, dissolvem-se e causam impurezas orgânicas, microrganismos e seres de dimensões maiores. E as águas dormentes, que se movem nas depressões naturais da superfície formando lagos, lagoas ou reservatórios artificiais. Formam grandes bacias de sedimentação e têm um índice de pureza menor que o da água corrente, dispondo de uma quantidade menor de matéria solúvel e microrganismos (LIMA; FARIAS, 2011).

### **3.6. Aspectos químicos e físicos da água**

A água abrangem geralmente, diferentes componentes, os quais decorrem do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água (FUNASA, 2013). Com a finalidade de designar um padrão de potabilidade das águas, gerou-se legislações de qualidade e potabilidade da água. Elas são encarregadas de apresentar parâmetros e seus valores de referência, no que diz respeito às características físicas, químicas e biológicas da água (SPERLING, 2005).

### **3.7. Parâmetros físicos**

#### **3.7.1. Turbidez**

A turbidez da água é estimulada devido à presença de materiais sólidos em suspensão, onde os mesmos reduzem a sua transparência. Como também, pode ser provocado pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada, forma flocos pesados que decantem mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Pode apresentar desvantagens como no caso da desinfecção onde dificultada pela proteção que pode dar aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes e, ademais, turbidez é um indicador sanitário e padrão organoléptico da água de consumo humano (FUNASA, 2013).

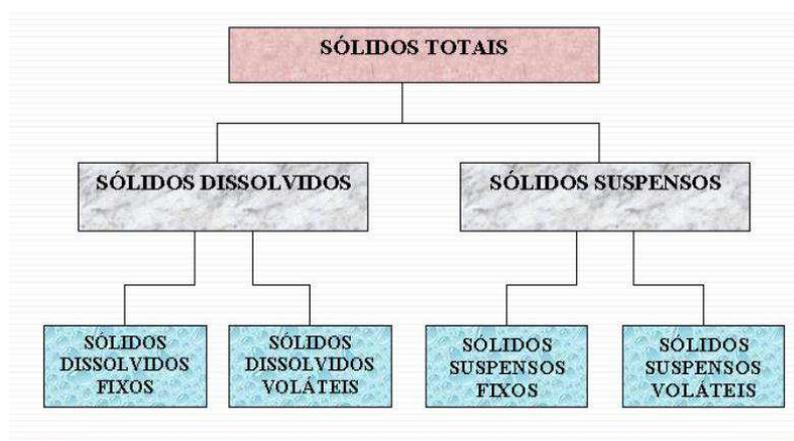
### 3.7.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica aponta propriedades específicas, quando as amostras de águas podem conduzir eletricidade, isto explica-se pelo fato da água apresentar substâncias dissolvidas como  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  entre outros metais. Isto se dar devido a concentração iônica presente na amostra analisada. A condutividade elétrica da água relaciona a resistência elétrica ao comprimento e é expressa usualmente em  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (LIBÂNIO, 2010).

### 3.7.3 Sólidos totais dissolvidos

No saneamento, os sólidos nas águas correspondem a todos os materiais que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra à uma temperatura pré-definida durante certo tempo fixado. Em geral, as operações de secagem, calcinação e filtração são aquelas que definem as diferentes frações de sólidos presentes em água (sólidos totais, suspensos, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos utilizados para a determinação de sólidos são gravimétricos (com análise ou balança de precisão) (CETESB, 2016). Como vemos na Figura 2 a classificação dos sólidos totais:

**Figura 2.** Classificação dos Sólidos Totais.



**Fonte:** <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAgQEAAE/solidos>.

Sólidos suspensos são as partículas que podem ser retidas por processos de filtração. Os sólidos dissolvidos são compostos por partículas menores que 3-10  $\mu\text{m}$  de diâmetro e permanecem em solução mesmo após a filtração. A existência de sólidos na água pode ser natural (processos erosivos, detritos orgânicos e

inorgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgoto). Embora os parâmetros de turbidez e os sólidos estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes (ALMEIDA, 2013).

### **3.8 Parâmetros Químicos**

#### **3.8.1 Alcalinidade**

A medida da alcalinidade é de notabilidade fundamental durante o processo de tratamento de água, visto que em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente, as águas superficiais apresentam alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento. No momento em que a alcalinidade é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas, assim como cal hidratada ou barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (FUNASA, 2013).

#### **3.8.2 Cloretos**

O conhecimento do teor de cloretos das águas tem por objetivo obter o seu grau de mineralização ou traços de poluição, tais como, esgotos domésticos e resíduos industriais (MACEDO, 2007). Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Encontram-se presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. A água do mar, por exemplo, possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/L. Elevadas concentrações de cloretos podem restringir o uso da água em virtude do sabor que eles proporcionam e pelo efeito laxativo que eles podem ocasionar (FUNASA, 2013).

#### **3.8.3 Dureza total**

É a característica dada à água por apresentar sais de metais alcalinos terrosos como o cálcio e magnésio, indicando a concentração de cátions multivalentes na água (LIBÂNIO, 2010). Calcula-se a dureza total como sendo a

soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. A dureza de uma água pode ser classificada como temporária ou permanente. A dureza temporária, chamada também de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. A dureza permanente (dureza de não carbonatos) é correspondente à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, que também resiste à ação dos sabões, porém não produz incrustações devido o seus sais serem muito solúveis na água e não se decompõe pela ação do calor (FUNASA, 2013).

#### **3.8.4 Potencial Hidrogeniônico pH**

O pH expressa a concentração do íon hidrogênio de uma solução. Na água, esse fator é de extrema importância, sobretudo nos processos de tratamento, pois nas estações de tratamento ele é medido e ajustado constantemente sempre que é necessário para favorecer o processo de coagulação e/ou floculação da água e também o controle da desinfecção (FUNASA, 2013). As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais) (FUNASA, 2014).

#### **3.8.5 Determinação de íons $\text{Na}^+$ e $\text{K}^+$ por fotometria de chama**

Sendo uma técnica analítica simples, a fotometria de chama é baseada em espectroscopia atômica, a amostra que contém íons cátions metálicos é inserida em uma chama e analisada pela quantidade de radiação emitida pelas espécies atômicas ou iônicas excitadas. Os elementos, quando ganham energia de uma chama, geram espécies excitadas que, ao voltarem para o estado fundamental, liberando assim parte da energia recebida na forma de radiação, em comprimentos de onda característicos para cada elemento químico (HARRIS, 2005). Segundo Okumura; Cavalheiro; Nobrega (2004), mesmo sendo uma técnica simples, diferentes conceitos importante estão envolvidos no desenvolvimento de experimentos usando a fotometria de chama, a começar dos princípios de espectroscopia até a estatística no tratamento de dados, passando por preparo de amostra e eliminação de interferências.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Jaçanã/RN. Segundo os dados do CPRM (2005) a cidade está localizada na microrregião da Borborema Potiguar, distante 150 quilômetros de capital do estado. Destaca-se como a 4ª cidade mais alta do estado do Rio Grande do Norte, estando exatos 100 metros mais alta que o município vizinho de Coronel Ezequiel. Jaçanã é também a cidade de maior altitude das cidades que compõem a serra de Cuité. Com aproximadamente 7.925 habitantes, onde dispõe de uma área de 54.558 km<sup>2</sup> apresenta um clima tropical. Limita-se ao norte com Coronel Ezequiel, leste com São Bento do Trairi e Picuí- PB e ao Sul com as cidades de Nova Floresta- PB e Cuité- PB. Conforme mostra a Figura 3.

**Figura 3.** Localização do município de Jaçanã- RN.



**Fonte:** Google Maps, 2019.

O sistema de abastecimento de água do município de Jaçanã funciona através do fornecimento de água da Lagoa do Bonfim pela Adutora Monsenhor Expedito, de administração da CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte). Poços tubulares que captam água de aquífero, mesmo com baixa produtividade, tem também sua relevância no abastecimento das comunidades rurais e urbanas tanto no uso da pecuária como para uso doméstico.

## 4.2 Processo de coleta das amostras e acondicionamento

Os Pontos A, B e C são amostras de água de poços tubulares, localizados em terrenos públicos, onde atende a população da referida localidade, e a coleta do Ponto D é água de abastecimento advinda da Lagoa do Bonfim pela Adutora Monsenhor Expedito, localizada também em terreno público e de administração da CAERN. A Tabela 1 e Figura 4 indica a localização dos Pontos Analisados.

**Tabela 1.** Localização das coletas do município de Jaçanã

<b>PONTOS ANALISADOS</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>PROFUNDIDADE (aprx)</b>
<b>Ponto A</b>	Rua Francisco de Paula	44,3
<b>Ponto B</b>	Conjunto Flores I	46,5
<b>Ponto C</b>	Rua José Gregório	47,9
<b>Ponto D</b>	Conjunto Flores I	-

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2019.

**Figura 4.** Localização dos pontos analisados.



**Fonte:** Google Earth, 2019.

A coleta e o armazenamento das amostras de água procederam seguindo os procedimentos de amostragem adequados para evitar o máximo a presença de interferentes que pudesse posteriormente prejudicar os resultado da pesquisa. Cada coleta foi realizada em triplicata e as amostras de cada ponto identificadas e armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 1,5 L previamente higienizadas, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração durante todo período das análises. Nas Figuras 5 e 6, seguem as imagens de cada Ponto, onde foram retiradas as amostras para análises físico- químicas.

**Figura 5.** Visualização dos pontos A e B respectivamente, localizados no município de Jaçanã – RN.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

**Figura 6.** Visualização dos pontos C e D respectivamente, localizados no município de Jaçanã – RN.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

### **4.3 Local de execução da pesquisa**

Foram realizados testes de pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, alcalinidade, dureza total, cloreto e concentrações de sódio e potássio. Para determinar as propriedades físico-químicas das amostras de água foram utilizados métodos titulométricos e equipamentos modernos. Todos os experimentos foram realizados em triplicata, permitindo a realização do cálculo de um valor médio utilizado como valor de referência para cálculos posteriores, acerca das propriedades físico-químicas. As análises foram realizadas nos Laboratórios de Química Analítica, no Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande e seguiu as metodologias recomendadas pelo manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2013) e pelo Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater (APHA, 2012).

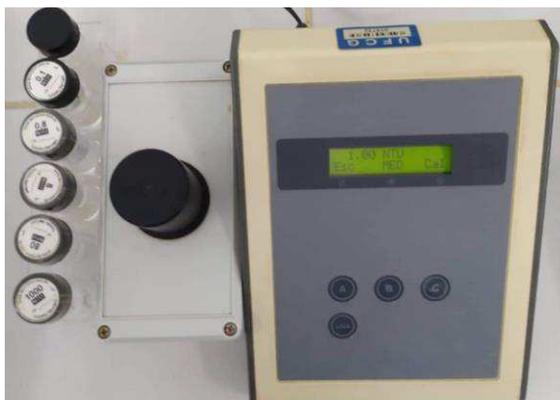
### **4.4 Análises físico-químicas**

Para determinar as propriedades físico-químicas das amostras de água foram utilizados métodos titulométricos. As determinações das variáveis estudadas ocorreram pelo manual prático de análises de água da fundação nacional de saúde (FUNASA, 2014).

#### **4.4.1 Determinação da turbidez**

As medidas de turbidez foram determinada por um turbidímetro modelo TB1000 (Figura 7), previamente calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU. Em seguida, o recipiente foi lavado três vezes com água destilada e posteriormente com a água da amostra. A leitura das amostras foi realizada em triplicata, acompanhadas com o desvio padrão.

**Figura 7.** Turbidímetro usado nas análises.

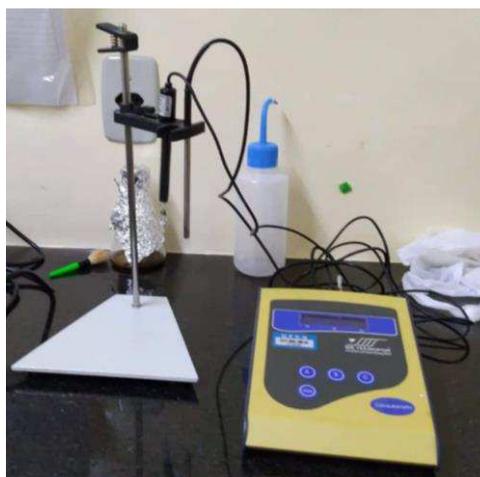


**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

#### **4.4.2 Determinação de Condutividade elétrica**

As medidas condutométricas foram determinadas utilizando um condutivímetro mCA-150/Mca-150P (Figura 8) sendo previamente calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl)  $146,9 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,5\%$ , com uma temperatura padronizada de  $25^\circ\text{C}$ .

**Figura 8.** Condutivímetro usado nas análises.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

#### **4.4.3 Determinação de sólidos dissolvidos totais**

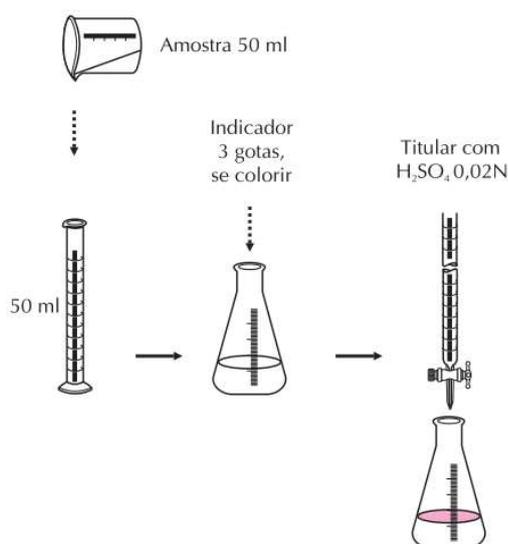
Os béqueres foram tarados previamente, logo após foi adicionado 100,0 mL da amostra em cada béquer e, logo em seguida transferidas para a estufa, a  $105^\circ\text{C}$  até atingir a total evaporação, secagem e calcinação da amostra de água. Os métodos empregados para determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se

de balança analítica ou de precisão). Os valores dos sólidos totais são expressos em mg/L através de uma relação com o teor de sólidos na água (CETESB, 2016).

#### 4.4.4 Determinação da alcalinidade

No parâmetro de alcalinidade foi utilizada a técnica clássica de volumetria de neutralização (Figura 9), utilizando como titulante a solução padrão de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e como substância indicadora o alaranjado de metila.

**Figura 9.** Fluxograma da análise de alcalinidade.

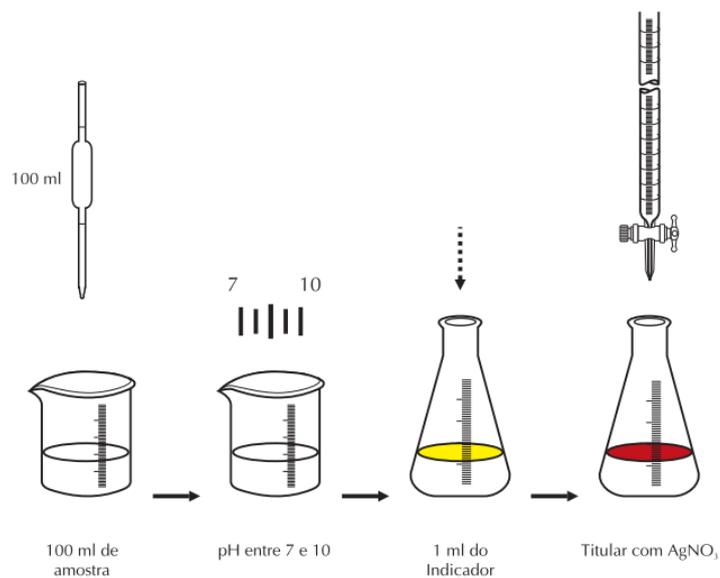


**Fonte:** Funasa, 2013

#### 4.4.5 Determinação de Cloretos

Para determinação do teor de cloreto foi utilizada a técnica de volumetria de precipitação (Figura 10), onde foram realizadas titulações com solução-padrão de nitrato de prata ( $AgNO_3$ )  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  e a solução de indicadora de cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ )  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . (APHA, 2012).

**Figura 10.** Fluxograma da análise de cloretos.

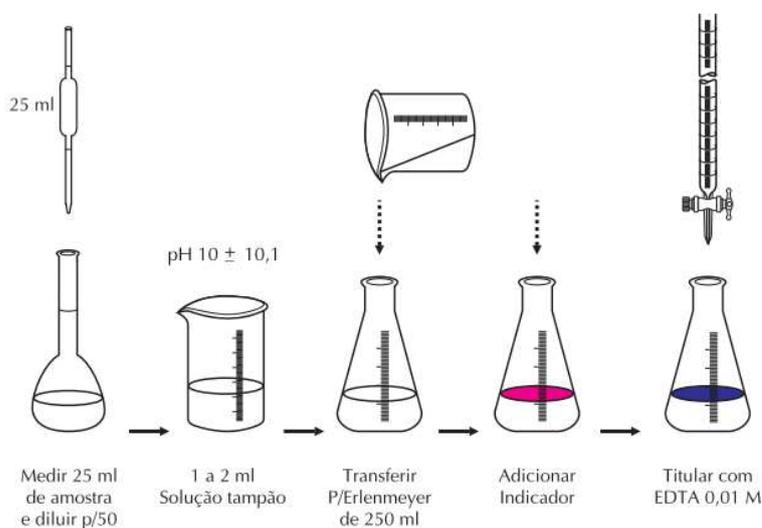


**Fonte:** Funasa, 2013.

#### 4.4.6 Determinação de dureza total

Para determinação da dureza foi utilizado o método clássico de volumetria de complexação utilizando o agente titulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) e utilizando como indicador negro de eriocromo – T (APHA, 2012), conforme Figura 11.

**Figura 11.** Fluxograma da análise de dureza.



**Fonte:** Funasa, 2013.

#### 4.4.7 Determinação do Potencial Hidrogeniônico pH

A determinação de pH das amostras foram realizadas em um peagâmetro pH 21 – Hanna (Figura 12), sendo o mesmo previamente calibrado com soluções tampão ácido de  $7,00 \pm 0,01$  e básico de  $4,00 \pm 0,01$ .

**Figura 12.** Peagâmetro utilizado nas análises.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

#### 4.4.8 Determinação de íons $\text{Na}^+$ e $\text{K}^+$

Para a determinação das concentrações de sódio e potássio foi utilizado um fotômetro de chama *Quimis Q498M* (Figura 13), que usa filtros para determinação desses cátions. O aparelho foi calibrado com soluções padrão de 10 ppm de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  com dimensões de 30 x 37 x 52 cm. Logo, as amostras de águas foram sendo analisadas com as respectivas concentrações e determinando a coloração da chama específica de cada substância (QUIMIS, 2011).

**Figura 13.** Fotômetro de chama.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Análise de Turbidez

A Tabela 2 apresenta os valores encontrados de turbidez e os seus respectivos desvios padrões das amostras das águas.

**Tabela 2.** Medidas para Turbidez e desvio padrão das amostras

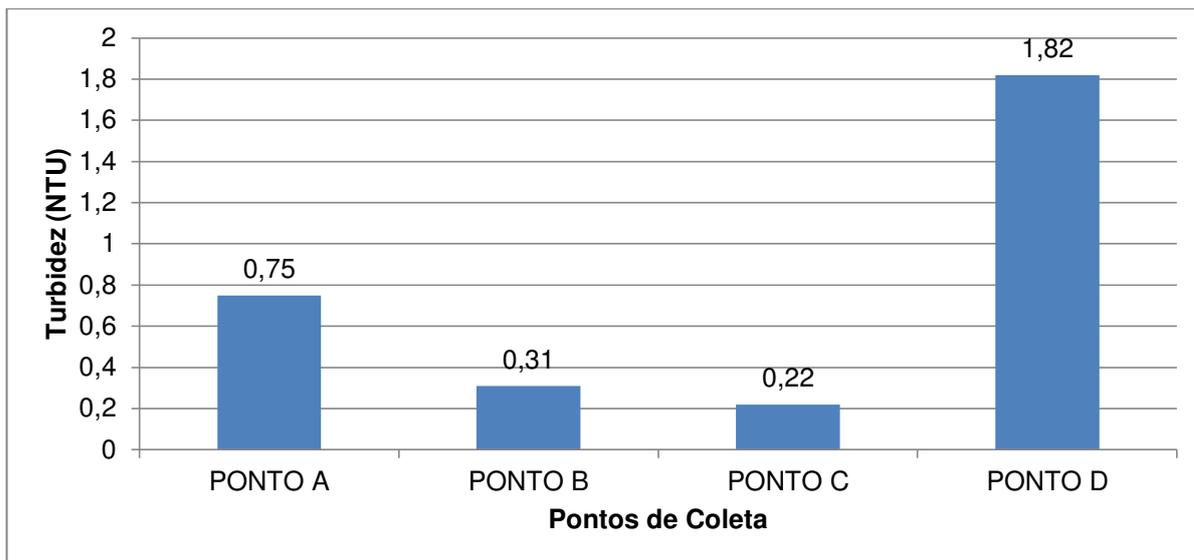
Pontos de Coleta	Valores de Turbidez			Valores Médios ( $\bar{x}$ )	Desvio Padrão (S)	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3			
Ponto A	0,75	0,71	0,78	0,75	0,035	5,0 NTU
Ponto B	0,30	0,33	0,31	0,31	0,016	
Ponto C	0,25	0,21	0,21	0,23	0,023	
Ponto D	1,80	1,85	1,82	1,82	0,025	

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

De acordo com a Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde para água subterrânea com desinfecção, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 NTU. Segundo Sperling (2005), a turbidez indica o grau de interferência com a passagem da luz através da água, o que lhe confere uma aparência difusa.

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água, pois em turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados, que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez (PALUDO, 2014) Segundo Libânio (2010) a turbidez natural da água superficial é geralmente entre 3 e 500  $\mu\text{T}$ , e inferior a 1,0  $\mu\text{T}$  para águas subterrâneas com uma frequência significativa devido à presença de ferro e manganês.

O Gráfico 1 apresenta os valores médios de turbidez das amostras de água analisadas.

**Gráfico 1.** Valores médios para Turbidez de águas do Município de Jaçanã.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

O gráfico 1 indica que os valores dos ponto A ao ponto D, tendo como valor mais baixo, o ponto C com 0,22 NTU, e o valor mais alto encontrado foi 1,82 NTU no ponto D, indicando que as amostras estão dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira et al. (2012) que foram iguais a 0,43; 0,72 e 0,33 NTU. Em dados apresentados por Cardoso (2017) os valores variaram entre 0,03 a 2,76 em poços analisados para a cidade de Frei Martinho – PB.

## 5.2. Análise da Condutividade Elétrica

Na Tabela 3 estão representados os valores de condutividade elétrica e o desvio padrão para as amostras de água. Os valores de condutividade elétrica para as amostras apresentam valores distintos. O maior valor foi do ponto B que obteve um média de 5, 15 mS.cm<sup>-1</sup> e o menor valor foi referente ao ponto D que foi de 0,15 mS.cm<sup>-1</sup>.

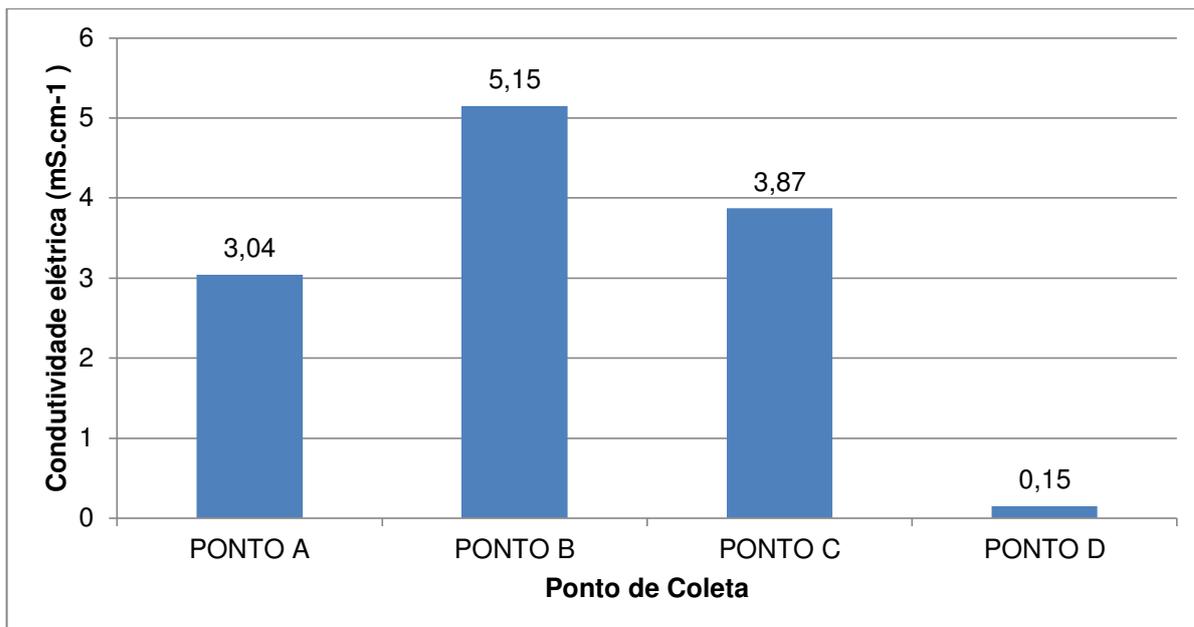
**Tabela 3.** Medidas de condutividade elétrica e desvio padrão das amostras.

Pontos de Coleta	Valores de condutividade elétrica (mS.cm <sup>-1</sup> )			Valores Médios ( $\bar{x}$ )	Desvio Padrão (S)	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3			
Ponto A	3,04	3,02	3,05	3,04	0,016	Não especificado
Ponto B	5,17	5,14	5,15	5,15	0,016	
Ponto C	3,86	3,88	3,86	3,87	0,012	
Ponto D	0,1495	0,1496	0,151	0,15	$8,39 \times 10^{-4}$	

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

O Gráfico 2 apresenta os valores médios dos resultados para a condutividade elétrica, observando-se os valores do gráfico é notável que os pontos A, B e C respectivamente evidenciando pode ser uma área onde ocorre uma maior concentração de sais, tanto no solo quanto nas águas subterrâneas, pois segundo a Funasa (2014) a condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir corrente elétrica por causa da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maiores as possibilidades de ação eletrolítica e, portanto, a capacidade de conduzir corrente elétrica é maior.

A Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde não estabelece um valor máximo permitido para condutividade elétrica. Mas segundo Libânio (2010) as águas naturais apresentam usualmente condutividade elétrica inferior à 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em ambientes poluídos por efluentes domésticos ou industriais, os valores podem chegar a 1000  $\mu\text{S} / \text{cm}$ . No entanto neste trabalho não foi constatado nenhum tipo de indústria entorno dos pontos analisados, apenas casa aos seus arredores onde algumas não tem acesso ao saneamento básico.

**Gráfico 2.** Valores médios para Condutividade Elétrica de águas do Município de Jaçanã.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Vieira et al. (2012), obtiveram valores bem menores para a condutividade, iguais a 0,395; 0,444; 0,506 mS.cm<sup>-1</sup>. Em dados apresentados por Cardoso (2017) foram encontrados valores entre 0,2041; 3,3933 mS.cm<sup>-1</sup> em poços da cidade de Frei Martinho- PB.

### 5.3. Análise para sólidos dissolvidos totais

O total de sólidos dissolvidos (SDT) é a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos em água. O objetivo de determinar SDT é indicar a qualidade da aparência da água potável e também relatar a presença de substâncias químicas contaminantes. Os fatores relevantes do SDT nas águas receptoras são de origem agrícola e residencial, contaminação por chorume de descargas de solo da poluição industrial da água ou também aquela resultante de estações de tratamento de esgoto. Substâncias dissolvidas podem conter íons orgânicos e íons inorgânicos (como carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio e sódio) que em altas concentrações podem ser prejudiciais à vida aquática (PARRON; MUNIZ; PEREIRA 2011).

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos para os sólidos dissolvidos totais.

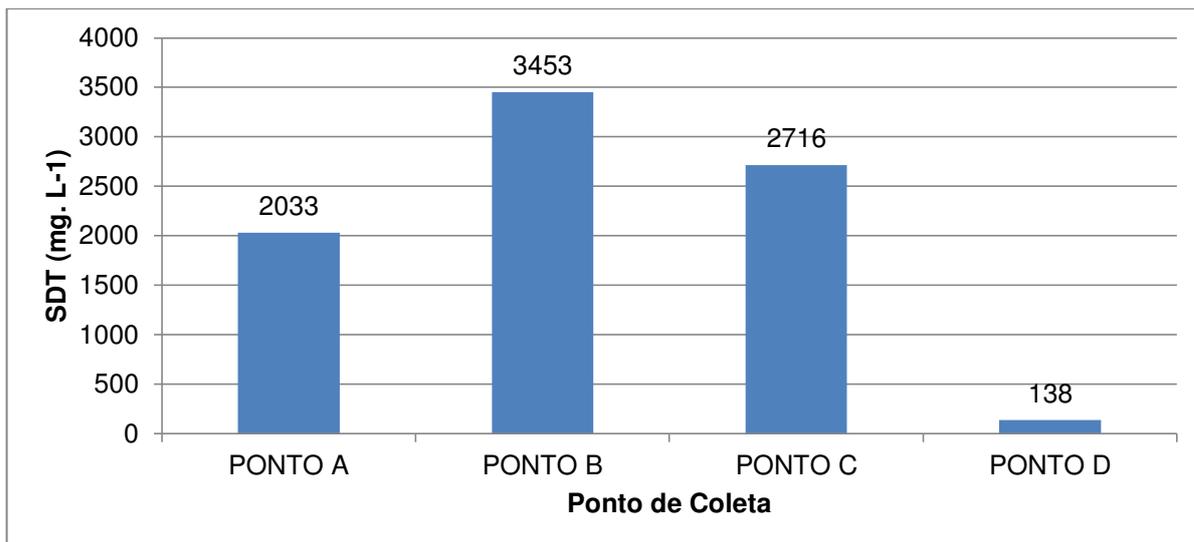
**Tabela 4.** Medidas para Sólidos Totais Dissolvidos e desvio padrão das amostras.

Pontos de Coleta	Sólidos Totais Dissolvidos			Valores Médios ( $\bar{x}$ )	Desvio Padrão (S)	SDT (mg/ L)	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3				
Ponto A	0,2083	0,1896	0,2119	0,2033	0,0119	2033	1000 mg/ L
Ponto B	0,3537	0,302	0,3802	0,3453	0,0398	3453	
Ponto C	0,2774	0,2564	0,2811	0,2716	0,0133	2716	
Ponto D	0,0129	0,0155	0,013	0,0138	$1,47 \times 10^{-3}$	138	

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2019.

De acordo com Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde o valor máximo estabelecido para a concentração de SDT é de  $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ . Como observado na Tabela 4 os Pontos A, B e C estão acima do permitido pelo Ministério da Saúde, sendo assim essas águas não podem ser destinadas para consumo humano, pois segundo Casali (2008) águas de alto SDT têm consequências negativas, como a deterioração do gosto e o aumento das chances de resistências elétricas e entupimento de tubulações. Além disso, seu consumo pode levar a um acúmulo de sais no sangue e a formação de cálculos renais. Apenas o ponto D está de acordo com a portaria nº 5/2017, pois o mesmo apresenta valores abaixo de  $1000 \text{ mg/L}$  de sólidos totais. (BRASIL, 2017)

O Gráfico 3 apresenta os valores médios para os Sólidos Totais das amostras de águas analisadas.

**Gráfico 3.** Valores médios para Sólidos Dissolvidos Totais de águas do Município de Jaçanã.

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2019.

O Gráfico 3 indica os valores dos pontos A ao D, tendo como valor mais baixo o ponto D com 138 mg. L<sup>-1</sup>, e o valor mais alto encontrado foi 3453 mg. L<sup>-1</sup> no ponto B. Com base nos valores estimados de STD, as águas podem ser classificadas como doces quando o valor de STD estiver entre 0 e 500 mg/L, salobras quando > 500-1500 mg/L ou salgadas quando > 1500 mg / L (ANA, 2010). Onde podemos classificar o ponto A, B e C sendo águas salgadas e o Ponto D água doce.

Lima et al. (2015) obteve valores para os sólidos dissolvidos totais iguais a 416; 924 e 716 mg/L, em poços analisados por Cardoso (2017) os resultados variaram de 216,85mg/L a 2171,7 mg/L, encontrou também para açude Municipal da cidade de Frei Martinho-PB o valor 157 mg/ L. Sendo valores aproximados aos encontrados nesse estudo.

#### 5.4. Análise da alcalinidade total

No tratamento de água potável, a alcalinidade adquire uma função primária no sucesso do processo de coagulação, minimizando a redução muito significativa no pH após a dispersão do coagulante. As três formas de alcalinidade são manifestadas em função do pH. Para águas com um pH entre 4.4 e 8.3, a alcalinidade será em virtude apenas de bicarbonatos, o pH entre 8.3 e 9.4 a carbonatos e bicarbonatos, e para um pH superior a 9,4, a hidróxidos e carbonatos. Desta forma, na maior parte águas superficiais naturais, a alcalinidade resulta apenas de bicarbonatos, em especial do cálcio e de magnésio (LIBÂNIO, 2010).

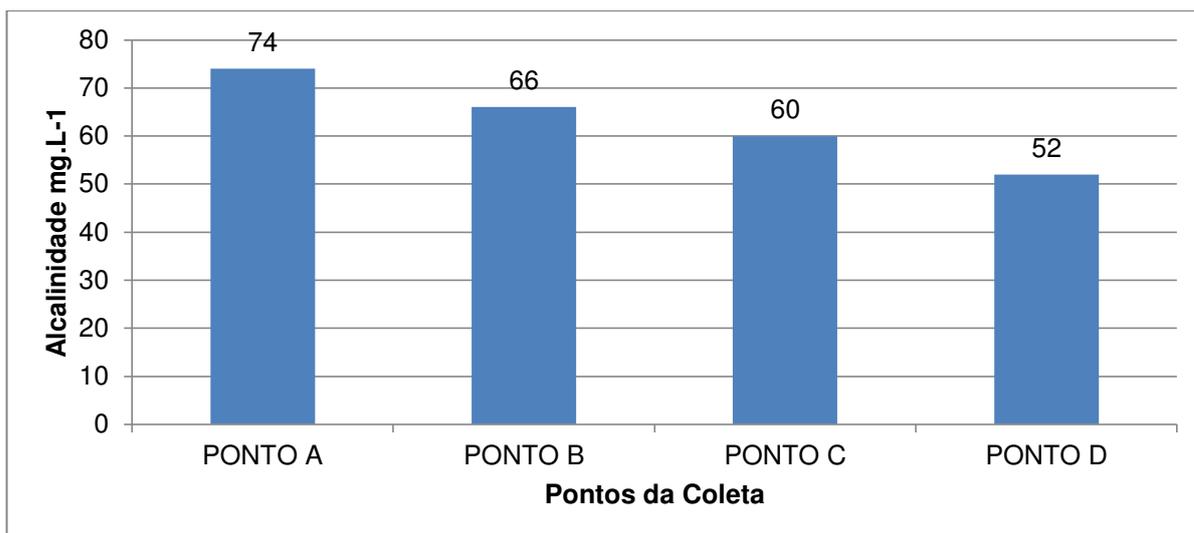
Conforme a Tabela 5, os valores encontrados para a alcalinidade total das amostras de águas variaram entre 52 e 74 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Na portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde não há valores especificados para Alcalinidade.

**Tabela 5.** Valores encontrados na determinação da Alcalinidade

Pontos de coleta	Volume gastos de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mL)			Valores médios (mL)	Desvio Padrão (S)	Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03				
PONTO A	4	4	3	3,7	0,58	74	Não especificado
PONTO B	3	4	3	3,3	0,58	66	
PONTO C	3	3	3	3	0	60	
PONTO D	2	3	3	2,6	0,58	52	

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

De acordo com o Gráfico 4 pode-se observar que ocorreu uma pequena diferença nos resultados da alcalinidade. Conforme observou-se na tabela 9 (pag. 46) com as medidas de pH variou entre 3,88 a 6,66 a alcalinidade apresentada nas amostras, é devido apenas à presença de bicarbonatos. Segundo a Funasa (2013) a medição da alcalinidade é de importância fundamental durante o tratamento da água, pois é de acordo com o seu teor que a dosagem dos produtos químicos utilizados é estabelecida.

**Gráfico 4.** Valores médios para Alcalinidade do Município Jaçanã.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

A alcalinidade encontrada por Vieira et al. (2012) apresentou concentrações de 52,77; 66,49 e 39,29 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , valores bem próximos aos encontrados nesse estudo, enquanto Lima et al. (2015) encontraram valores iguais a 87; 158 e 138 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  em poços localizados na zona urbana de Mossoró – RN.

### 5.5. Análise de cloretos

Geralmente, os cloretos estão presentes nas águas brutas e tratadas em concentrações que variam de pequenos traços a várias centenas de mg/L. Eles estão presentes na forma de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio. A água do mar tem uma alta concentração de cloreto que chega a aproximadamente 26.000 mg / L. Concentrações elevadas de cloretos podem limitar o uso da água devido ao sabor que conferem e ao efeito laxante que eles podem causar (FUNASA, 2013).

A Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como valor máximo permitido para água potável (BRASIL, 2017). Os Métodos das estações de tratamento convencionais não eliminam os cloretos. A remoção pode ser feita por dessalinização (osmose reversa) ou por eletrodialise (troca iônica) (FUNASA, 2013).

Na Tabela 6 estão os valores utilizados de volumes de  $\text{AgNO}_3$ , a média, os desvios padrões, a concentração de cloretos e o valor padrão estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde.

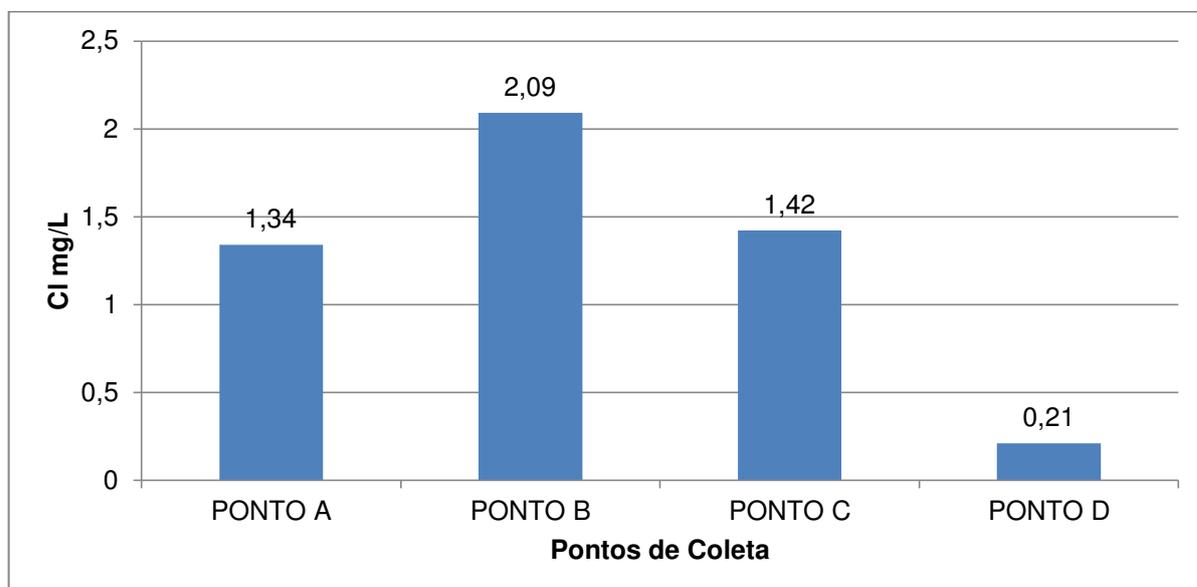
**Tabela 6.** Valores encontrados na determinação de Cloretos.

Pontos de coleta	Volume gastos de AgNO <sub>3</sub> (mL)			Valores médios $\bar{x}$	Desvio Padrão (S)	Cloreto (mg.L <sup>-1</sup> )	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde  250 mg. L <sup>-1</sup>
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03				
PONTO A	39	38	38	38	0,70	1,34	
PONTO B	60	59	59	59	0,70	2,09	
PONTO C	39	40	41	40	1	1,42	
PONTO D	6	6	6	6	0	0,21	

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

A concentração de cloretos está diretamente associada à alteração do sabor e, portanto à aceitação para o consumo. Como pode-se observar pela Tabela 6, todas as amostras analisadas estão dentro do valor máximo estabelecido pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

O gráfico 5 apresenta os valores médios de Cloretos das amostras de água analisadas.

**Gráfico 5.** Valores médios para Cloretos de águas do Município Jaçanã.

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2019.

Conforme o Gráfico 5 para a determinação de cloretos os valores encontrados para os Pontos A, B, C e D apresentaram valores entre 1,34; 2,09; 1,42 ;0,21 mg/L, onde o Ponto D apresenta o menor valor e o Ponto B o maior valor evidenciando o baixo teor de cloretos nas amostras analisadas que se encontram dentro do valor máximo permitido para cloretos de 250 mg/ L.

Valores encontrados para cloretos por Soares (2018), para poços de Santa Cruz- RN, variam de 525,04 mg/L a 4.861,64 mg/L, valores bem acima dos encontrados nesse estudo. Enquanto Vieira et al. (2012) encontrou valores entre 4,15; 5,0 e 1,09 mg/L, onde há proximidade dos resultados encontrados nesse estudo.

## 5.6. Análise da Dureza

A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução em água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) e, em menor grau, ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{+2}$ ), estrôncio ( $\text{Sr}^{+2}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ). A dureza pode ser classificada como dureza de carbonato ou não carbonato, dependendo do ânion com o qual está associado. A dureza do carbonato corresponde à alcalinidade, indicando assim a capacidade de tamponamento de uma amostra de água. A origem da dureza da água pode ser natural (por exemplo, dissolução de calcário, rico em cálcio e magnésio) ou antropogênico (liberação de efluentes industriais). (FUNASA, 2014).

A dureza é expressa em mg/L de equivalente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e, embora certa imprecisão devido à variabilidade de percepção da população abastecida (LIBÂNIO, 2010). Devido este parâmetro a água pode ser classificada em (Tabela 7):

**Tabela 7.** Classificação da água quanto à dureza.

<b>Dureza (ppm <math>\text{CaCO}_3</math>)</b>	<b>Classificação</b>
<b>&lt;15</b>	<b>Água muito mole</b>
<b>15 -50</b>	<b>Água mole</b>
<b>50 – 100</b>	<b>Água de dureza média</b>
<b>100 – 200</b>	<b>Água dura</b>
<b>&gt;200</b>	<b>Água muito dura</b>

**Fonte:** MACÊDO, 2007

Através dos volumes gastos de EDTA na titulação foi possível calcular a dureza. Na Tabela 8 estão representados os valores gastos, a média, o desvio padrão, a dureza e o valor permitido pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

**Tabela 8.** Valores encontrados na determinação da dureza.

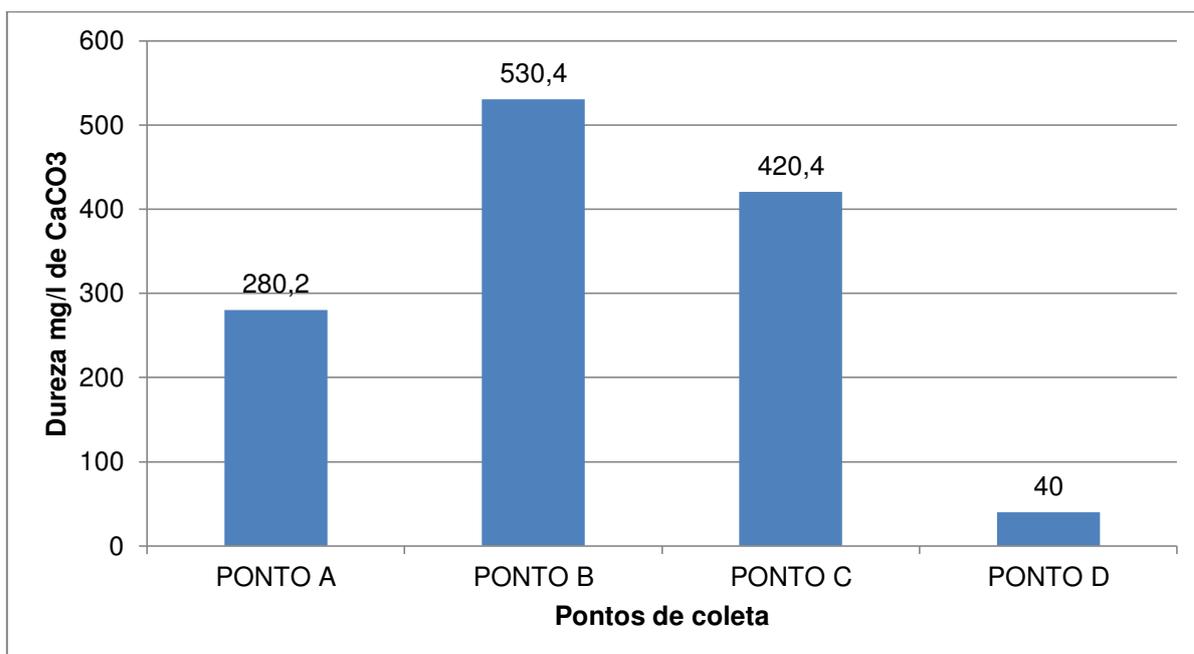
Pontos de coleta	Volumes gastos de EDTA (mL)			Valores médios $\bar{x}$	Desvio Padrão (S)	Dureza CaCO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03				
PONTO A	28	28	27	28	0,70	280,2	500 mg. L <sup>-1</sup>
PONTO B	52	53	53	53	0,70	530,4	
PONTO C	43	41	42	42	1	420,4	
PONTO D	4	4	4	4	0	40	

**Fonte: Dados da pesquisa, 2019.**

As águas subterrâneas, por motivo do processo de lixiviação da água no solo é geralmente mais dura que a água superficial. Água de alta dureza reduz a formação de espuma, o que implica em aumento do consumo de sabão e xampus, além de causar incrustações em tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à precipitação dos cátions de alta temperatura (FUNASA, 2014). Os valores encontrados para a dureza total que é representada pela soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) das amostras analisadas os pontos A, C e D estão dentro dos padrões que estabelece pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde para dureza total o teor de 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub> como valor máximo permitido para água potável. E apenas o ponto B está fora do padrão estabelecido pela portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde para água de consumo humano.

O gráfico 6 apresenta os valores médios da Dureza Total das amostras de água analisadas.

**Gráfico 6.** Valores médios para dureza total das águas do Município Jaçanã.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Como pode-se observar no Gráfico 6, os poços A, B e C apresentam os valores 280,2; 530,4 e 420,4 mg/L CaCO<sub>3</sub> respectivamente sendo classificada como água muito dura, para o poço D apresenta o valor 40 mg/L que é classifica como água mole. Ainda não há evidências científicas ligando o uso da água com maior dureza à ocorrência de pedras nos rins na população atendida. Por outro lado, as doenças cardiovasculares estão se manifestando com menos intensidade nas regiões onde a população é abastecida com água de dureza mais acentuada. (LIBÂNIO, 2010).

Soares (2018) encontrou valores entre 280,78; 3010,00 mg/L para poços na cidade de Santa Cruz/ RN. Enquanto Cardoso (2017) obteve valores entre 160,0 a 893,3 mg/L de CaCO<sub>3</sub> para poços da cidade de Frei Martinho-PB.

### 5.7. Análise do pH

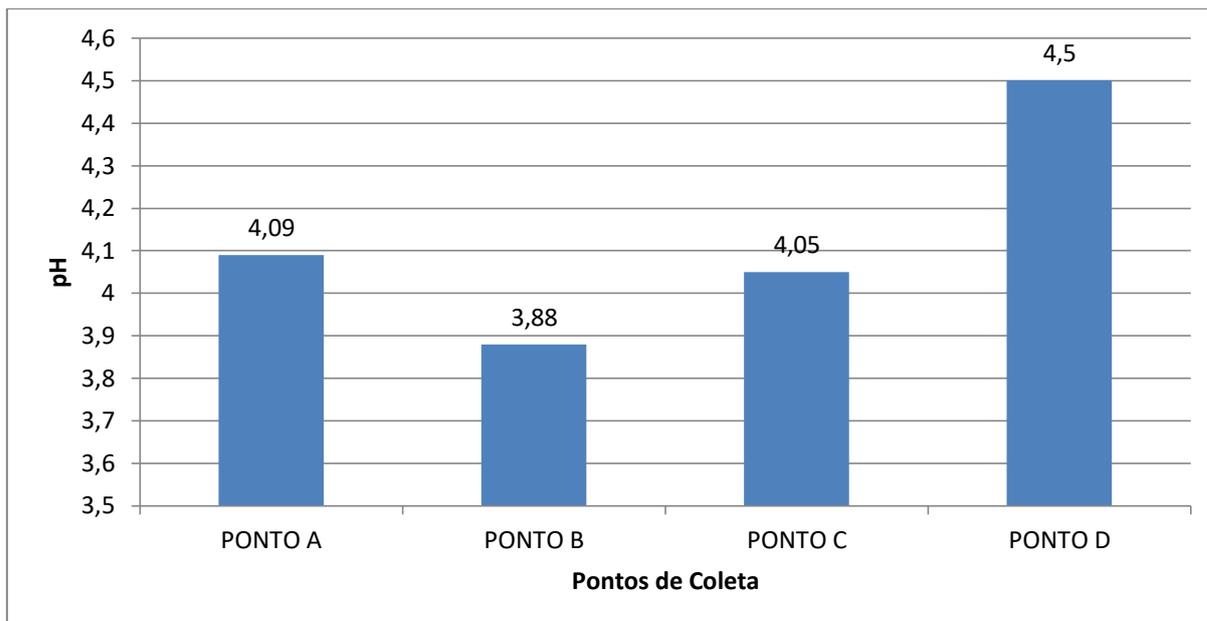
Foram realizadas medidas de pH das três amostras de águas subterrâneas (Pontos A, B e C) e uma amostra de água proveniente do abastecimento para comunidade (Ponto D), seus valores estão detalhados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Valores de pH das amostras de água analisadas.

Pontos de Coleta	pH			Valores Médios ( $\bar{x}$ )	Desvio Padrão (S)	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
	Amostra 1	Amostra 02	Amostra 3			
Ponto A	4,11	4,08	4,08	4,09	0,017	6,0 a 9,5
Ponto B	3,86	3,89	3,89	3,88	0,017	
Ponto C	4,04	4,06	4,04	4,05	0,012	
Ponto D	6,64	6,66	6,67	6,66	0,016	

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

O potencial hidrogeniônico é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade de acidez ( $\text{pH} < 7,0$ ), neutralidade ( $\text{pH} = 7$ ) ou alcalinidade ( $\text{pH} > 7,0$ ) de uma solução aquosa (PARRON, 2011). Como pode ser observado na Tabela os valores de pH foram caracterizados como ácidos dos ponto A ao D variando entre 3,88 a 6,6, onde apenas o ponto D encontra-se dentro do intervalo estabelecido pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde que estabelece que os valores variem de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2017). A distribuição final da água em si é afetada pelo pH, então o pH da água final deve ser controlado de modo que os carbonatos presentes sejam equilibrados (SOARES, 2018). Os resultados das médias referentes às medidas de pH para as amostras de águas do município de Jaçanã, encontram-se representados no (Gráfico 7).

**Gráfico 7.** Valores médios das medidas de pH de águas do Município de Jaçanã.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

O baixo pH da água aumenta sua corrosividade, que se torna um problema especialmente quando a água é armazenada e transportada por sistemas metálicos (CASALI, 2008). Dos três pontos onde foi apresentado pH abaixo do estabelecido, são águas de poços artesianos (Pontos A, B e C) e ficam armazenadas em caixas de fibra de vidro. Já o ponto D advém da capital do estado através de tubulações metálicas. Como a distribuição deste determinado ponto é pública, a água fica armazenada em um reservatório de concreto, e recebe um tratamento prévio. Com isto observa-se que o pH está dentro do estabelecido.

Costa et al. (2016) encontrou valores de pH 8,16 e 7,8 para poços na cidade de Pombal – PB, Vieira et al. (2012) encontrou 6,3; 6,6; e 7,7 para poços na cidade de Teresina-PI. Castro et al. (2014) encontrou valores entre 3,75 e 5,42 em poços na cidade de Barcarena – Pará, valores aproximados com os encontrados nesse estudo.

### 5.8. Análises de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>

Nas análises por fotometria de chama foram identificados os elementos Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>. Sódio, potássio são eletrólitos típicos encontrados no corpo. Estes são componentes essenciais dos fluidos corporais, como sangue e urina, e ajudam a regular a distribuição água em todo o corpo, além de desempenhar um papel importante no equilíbrio ácido básico (STIVANIN, 2014). Segundo Parron (2011)

concentrações de potássio em água superficiais variam de 1 a 3 L. Águas subterrâneas apresentam valores inferiores a 10/mg L, sendo mais frequente entre 0,5 e 5mg/L. A concentração de sódio na água potável geralmente não excede 20 mg / L e o sódio máximo recomendado na água para a Portaria do Ministério da Saúde nº 5/2017 é de 200 mg / L (BRASIL, 2017).

De acordo com Tabela 10, foram analisadas as concentrações de Sódio e Potássio de amostras de águas do Município de Jaçanã, com intuito de verificar a concentração desses cátions dissolvidos nas águas.

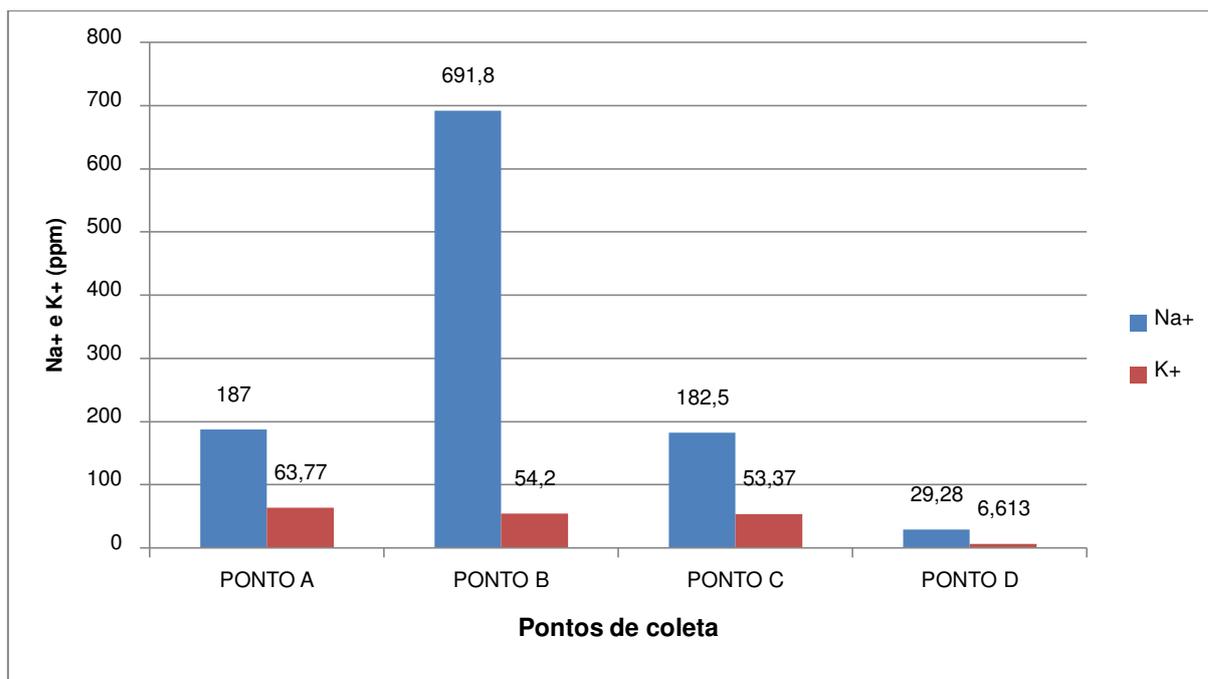
**Tabela 10.** Determinação das concentrações de Sódio e Potássio em amostras de águas da cidade de Jaçanã.

Pontos de Coleta	Valores para Na <sup>+</sup> (ppm)	Desvio Padrão	Valores para K <sup>+</sup> (ppm)	Desvio Padrão	Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde
PONTO A	<b>187,0</b>	3,39	<b>63,77</b>	1,28	200 PPM para sódio
PONTO B	<b>691,8</b>	6,5	<b>54,20</b>	2,5	
PONTO C	<b>182,5</b>	5,7	<b>53,37</b>	2,95	
PONTO D	<b>29,28</b>	1,10	<b>6,613</b>	0,147	

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Com relação à Tabela 10 as amostras apresentaram diferentes concentrações de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> no fotômetro de chama. Todas as amostras representam alto teor de sódio e baixa concentração de Potássio.

De acordo com o Gráfico 8, podemos observar que o teor de Na<sup>+</sup> mais alto está no Ponto B, onde também é o único ponto que está fora dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde que diz que o valor máximo para uma água potável é 200 ppm. Os outros pontos A, C e D apresentam valores de sódio dentro do padrão exigido pela portaria (BRASIL, 2017). A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2017) não estabelece um limite máximo para a concentração de potássio, mas podemos observar que o ponto B obteve a maior concentração de potássio, apresentando valor igual 63,77 e o ponto D obteve menor concentração de potássio com valor de 6,613.

**Gráfico 8.** Valores médios para Sódio e Potássio de águas do Município Jaçanã.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Valores encontrados por Medeiros Filho (2018) na determinação de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  no fotômetro de chama de água de poços na cidade de Taperoá para  $\text{Na}^+$  variou de 32,10 a 1407,0 ppm, valor bem acima do encontrado nesse estudo e para  $\text{K}^+$  13,34 a 90,8 ppm.

### 5.9. Síntese dos parâmetros físico-químicos das amostras analisadas

Na tabela 11, 12 e 13 respectivamente podem ser observados a média seguida do desvio-padrão dos resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos analisados, sendo estes: medidas de pH, Turbidez, condutividade, alcalinidade, cloretos, dureza total, sólidos dissolvidos totais e concentrações de sódio e potássio, obtidos para as amostras de águas do Município de Jaçanã-RN onde os pontos destacados em vermelho estão em desacordo com a portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde, pois os mesmos estão acima dos valores permitidos (BRASIL, 2017).

**Tabela 11.** Análises para Turbidez, pH e condutividade para águas do município de Jaçanã- RN.

PONTOS	Turbidez/ NTU	pH	Condutividade / mS cm <sup>-1</sup>
<b>Máximo permitido pelo MS</b>	<b>5 NTU</b>	<b>6,0 ≤ pH ≤ 9,5</b>	<b>Não especificado</b>
<b>A</b>	0,75 ± 0,035	4,09* ± 0,017	3,04 ± 0,0,16
<b>B</b>	0,31 ± 0,016	3,88* ± 0,017	5,15 ± 0,016
<b>C</b>	0,23 ± 0,023	4,05* ± 0,012	3,87 ± 0,012
<b>D</b>	1,82 ± 0,025	6,66 ± 0,016	0,15 ± 0,000839

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

**Tabela 12.** Medições de Alcalinidade, Cloretos, Dureza e Sólidos Dissolvidos Totais para águas do município de Jaçanã- RN.

PONTOS	Alcalinidade/ mg/L	Cloretos/ mg/L	Dureza / mg/L CaCO <sub>3</sub>	STD mg/ L
<b>Valor máximo permitido pelo MS</b>	<b>Não especificado</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000 mg/L</b>
<b>A</b>	74 ± 0,58	1,34 ± 0,70	280,2 ± 0,7	2033* ± 0,0119
<b>B</b>	66 ± 0,58	2,09 ± 0,70	530,4* ± 0,7	3453* ± 0,0398
<b>C</b>	60 ± 0	1,42 ± 1	420,4 ± 1	2716 ± 0,0133
<b>D</b>	52 ± 0,58	0,21 ± 0	40 ± 0	138 ± 0,00138

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

**Tabela 13.** Determinação das concentrações de Sódio e Potássio em amostra de água da cidade de Jaçanã- RN.

Pontos	Sódio (Na <sup>+</sup> ) ppm	Potássio (K <sup>+</sup> ) ppm
A	187,0 ± 3,39	63,77 ± 1,28
B	691,8 ± 6,5	54,20 ± 2,5
C	182,5 ± 5,7	53,37 ± 2,95
D	29,28 ± 1,10	6,613 ± 0,147
Valor máximo permitido pelo MS	200 ppm	Não determinado

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

## 6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados das análises das águas de poços artesianos e de abastecimento advinda do sistema Adutora Monsenhor Expedito, observou-se que as propriedades físico-químicas analisadas das amostras dos poços em alguns aspectos estão em desacordo dos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde. Os Pontos A, B, C onde as medidas de pH, sólidos totais dissolvidos, e o Ponto B os valores de sódio e dureza, apresentam os valores superiores aos estabelecidos pela Portaria nº 5/2017. O Ponto D, onde a água recebe um tratamento prévio, antes de sua distribuição, está dentro de todos os padrões físico-químicos estabelecidos pela Portaria nº 5/2017.

Portanto, mesmo considerando que as amostras dos poços artesianos estão em desacordo dos padrões estabelecidos para o consumo humano, estas águas podem ser utilizadas para atividades primárias, pois para consumo humano é necessário um monitoramento e tratamento periódico de forma a averiguar a qualidade das águas, considerando também as análises microbiológicas.

No entanto, a pesquisa teve sua relevância para com os estudos de água do Município de Jaçanã- RN, pois a referida matriz ainda não tinha sido estudada. A pesquisa contribuiu para um melhor encaminhamento de novas pesquisas, e principalmente no que se refere à análise dos parâmetros físico-químicos e verificando a potabilidade dessas águas, contribuindo assim para um melhor esclarecimento da qualidade das águas para a referida comunidade do Município de Jaçanã – RN.

## 7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Balanço das águas**: Publicação anual da agência nacional das águas. 2015.

ALMEIDA, Jaqueline Colvora de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 52f. Monografia (graduação)- Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; DONHA, A. G.; KOTINDA, A. C. P. **A relação da qualidade e quantidade da água no ambiente urbano e rural**. Complexidade: redes e conexões do ser sustentável. Curitiba, PR: SENAR, 2014. p 488.

APHA, 2012. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. 22ed. Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

BRASIL, Governo do Brasil. **Saiba mais sobre as três maiores bacias hidrográficas do País**. 2018. <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meioambiente/2018/03/saiba-mais-sobre-as-tres-maiores-bacias-hidrograficas-do-pais/#conteudo>> Acesso em março de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5**. Dispõe sobre a “Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde”. Anexo XX - Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade (Origem: PRT MS/GM 2914/2011). Brasília, 2017. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html). Acesso em janeiro de 2019.

CARDOSO, Raiany Anielly Silva. **Análise físico química de águas do município de Frei Martinho/ PB**. 54f. Monografia (Curso de Licenciatura em Química). Universidade Federal de Campina Grande. Cuité, 2017.

CASALI, A.C. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 172f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2008.

CASTRO, J. S. O. ; RESQUE JÚNIOR, B. T. B.; PONTES, A. N.; MORALES, G. P. Potabilidade das Águas Subterrâneas para o Consumo Humano na área do Polo Industrial de Barcarena-Pará. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2931, 2014.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Variáveis de Qualidade das Águas. 2016. Disponível em: Acesso em: em abril de 2018.

CIRILO, J A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido**. Estud. av. v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008 .

CLARK, R.; KING, J. **O Atlas da Água**. 1ª ed. Editora: Publi folha. São Paulo, 2005.

COSTA, M. D. S.; FERNANDES. E. A.; SANTOS, T. T. A.; MARQUES, M. T. B.; FERREIRA , A. C. Caracterização das águas subterrâneas usadas na irrigação de hortaliças numa comunidade do sertão paraibano. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016, Campina Grande – PB. Anais. Disponível em: < <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/resumo.php?idtrabalho=551>> Acesso em maio de 2019.

CPRM – **Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do Município de Jaçanã: CPRM/PRODEEM, 2005.

Exercito Brasileiro. **Noticiário do Exército**. João Pessoa, 2013. Disponível em <[http://www.eb.mil.br/web/midia-impressa/noticiario-do-exercito?p\\_p\\_auth=QFO1UOBo&p\\_p\\_id=56&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column3&p\\_p\\_col\\_count=3&\\_56\\_groupId=16541&\\_56\\_articleId=3566025](http://www.eb.mil.br/web/midia-impressa/noticiario-do-exercito?p_p_auth=QFO1UOBo&p_p_id=56&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column3&p_p_col_count=3&_56_groupId=16541&_56_articleId=3566025)> Acesso em fevereiro 2019.

FRAZÃO, P.; NORO, L. R. A.; ELY, H. C.; PINHEIRO, H. **O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto**. Saúde em Debate [online]. v. 42, n. 116, 2018.

FREITAS, Marcelo Bessa de. **TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**. 2001. 54f.FIOCRUZ/ENSP. Rio de Janeiro, 2001.

Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília: FUNASA; 2013.

Fundação nacional de saúde. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA, 2014.

HARRIS, DANIEL C., **Análise Química Quantitativa**, 6ª Edição, LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro-RJ, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. V4. 2017. Acesso em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/jaçana/panorama>> Acesso em janeiro 2019.

LIBANIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, 3ª Ed. Editora Átomo, 2010.

LIMA, V.L. A.; FARIAS, M.S.S. Recursos hídricos. In: ROCHA, A. P.T; et al. (Org.). **Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro**. Campina Grande, PB: EPGRAF, 2011. cap. 4.

LIMA, R. B.; OLIVEIRA, D. S.; BATISTA, R. O; ALVES, S. M. C.; SILVA, F. U.; SOUZA, L. Análise físico-química da água de três poços subterrâneos no município de Mossoró-RN. **Blucher Proceedings**, São Paulo, v.3, n.1. p.505-514. 2015.

MACEDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. Águas e águas**. Jorge Macedo. Juiz de Fora, 2007.

MEDEIROS FILHO, Francisco Carlos de. **Utilização de adsorvente natural proveniente da cortiça para tratamento de águas**. Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuite- PB, 2018.

MIRLEAN, N.; MACHADO, M. I.; OSINALDI, G. M.; DEMOLINER, A.; BAISCH, P. **O impacto industrial na composição química das águas subterrâneas com enfoque de consumo humano**. Quím. Nova, vol.28, no.5, 2005.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H, R. et al. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas: Estudos e aplicações**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido. 2012.

OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, É. T. G.; NOBREGA, J. A. **Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica**. Quím. Nova, v. 27, n. 5, p. 832-836, 2004.

PALUDO, D. **Qualidade da água do Município de Santa Clara do Sul**. 2010. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Centro Universitário Univates. Lajeado, 2010.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H.F; PEREIRA,C.M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. 1.ed. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2011, 69 p.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: Transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento/** Roberto Marinho Alves da Silva – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

SPERLING, M.V. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

SOARES, Aline de Oliveira. **Dureza das águas subterrâneas na zona rural do município de Santa Cruz- RN.** 38f. Monografia (graduação)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

STIVANIN, S.C.B. **Desequilíbrio eletrolítico: sódio, potássio e cloro. Seminário apresentado na disciplina Transtornos Metabólicos dos Animais Domésticos,** Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 10p.

SUASSUNA, J. **A má distribuição da água no Brasil.** Repórter Brasil. 2004 Disponível em <<https://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil/>> Acesso em Abril de 2019.

VIEIRA, K. P. G.; FERREIRA, L. L. G.; CRONEMBERGER, M. G. O. **Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada em hortas comunitárias.** In: XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2012, Bonito – MS. Anais. Disponível em:<<https://aguassubterranas.abas.org/asubterraneas/article/view/27683>> Acesso em junho de 2019.