



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE  
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE  
CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA

JOSÉ ROMILDO CAZÉ FREIRE

**APLICAÇÃO DA FARINHA DO MARACUJÁ PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS  
DO MUNICÍPIO DE JAÇANÃ-RN**

Cuité-PB  
2023

JOSÉ ROMILDO CAZÉ FREIRE

**APLICAÇÃO DA FARINHA DO MARACUJÁ PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS  
DO MUNICÍPIO DE JAÇANÃ-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Farmácia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do grau de bacharel em Farmácia.

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

Cuité-PB  
2023

F866a Freire, José Romildo Cazé.

Aplicação da farinha do maracujá para tratamento de águas do município de Jaçanã - RN. / José Romildo Cazé Freire. - Cuité, 2023. 52 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.

"Orientação: Profa. Dra. Denise Domingos da Silva".

Referências.

1. Água. 2. Consumo humano. 3. Chafarizes. 4. Águas subterrâneas. 5. Água – tratamento – farinha de maracujá. I. Silva, Denise Domingos da. II. Título.

CDU 556(043)

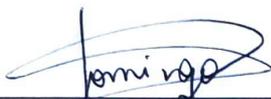
José Romildo Cazé Freire

**APLICAÇÃO DA FARINHA DO MARACUJÁ PARA  
TRATAMENTO DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE JAÇANÃ-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de  
Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal de Campina  
Grande, para obtenção do grau de Bacharelado em Farmácia.

Aprovada em 31/05/2023

**BANCA EXAMINADORA**



---

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



---

Prof. Dr. Gustavo Fabian Velardez (Avaliador) UFCG/CES/UABQ



---

Prof. Dr. João Batista da Silva (Avaliador) UFCG/CES/UAFM

À Deus por toda força e aos meus amados pais,  
Rosinaldo Oliveira Freire e Lucilene da Silva Cazé por  
todo apoio, incentivo e cuidado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus por sua presença constante em minha vida, por toda proteção, força e coragem que nunca me permitiram desistir dos meus objetivos.

Aos meus pais Rosinaldo e Lucilene por todo apoio, cuidado, amor, carinho e incentivo aos meus estudos. Amo vocês!

A todos da minha família, por cada palavra de incentivo e pelo cuidado comigo.

A minha professora orientadora Denise Domingos da Silva, por toda ajuda e contribuições no decorrer da minha vida acadêmica. Obrigado por todo incentivo à pesquisa, pelo acolhimento no laboratório e principalmente por ter acreditado em mim e no meu trabalho, minha eterna gratidão.

Aos avaliadores e professores Gustavo Fabian Velardez e João Batista da Silva, por todas as suas contribuições neste trabalho e no decorrer da vida acadêmica, meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental e Química Analítica da UFCG/CES pelo suporte para as realizações das análises.

Ao Laboratório de Bromatologia (LABROM) da UFCG/CES pelas análises no fotômetro de chama.

Ao Laboratório de Eletroquímica e Corrosão pela realização das análises no Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva-EDX.

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

A todos que me incentivaram no decorrer da minha formação.

*“Se a educação sozinha não  
transforma a sociedade, sem  
ela tampouco a sociedade  
muda”.*

Paulo Freire

## Resumo

À água, é o elemento central para a existência da vida, dessa forma, necessita de um cuidado especial em relação a sua qualidade e disponibilidade, visto que, embora seja um recurso natural abundante, a depender do local e época do ano, ela pode tornar-se escassa. Uma das alternativas viáveis para enfrentar essa problemática vem sendo a utilização de águas subterrâneas, através da perfuração de poços artesianos, porém, existem poucas informações em relação a qualidade dessas águas consumidas pela população. O objetivo deste trabalho é determinar algumas propriedades físico-químicas de águas de abastecimento de diferentes fontes de águas de chafarizes do Município de Jaçanã-RN, observando alguns parâmetros como turbidez, condutividade elétrica, dureza, alcalinidade, pH, sólidos totais dissolvidos, identificação de sódio e potássio, teor de cloreto. Após a realização dos estudos das amostras analisadas, foi possível observar que nem todas as águas de chafarizes utilizadas pela população do Município de Jaçanã-RN encontram-se apropriadas para o consumo humano, como determina Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, tornando assim viável a utilização de um adsorvente natural farinha do maracujá para uma tentativa de adequação dessas águas com o que determina o Ministério da saúde com a atual portaria em vigor do MS. O adsorvente utilizado se mostrou eficiente no processo de tratamento das amostras por ter diminuído os valores de alguns parâmetros estudados como a dureza total, teor de sódio e cloretos, mas, para o parâmetro de turbidez houve um aumento significativo em todas as amostras analisadas.

**Palavras chaves:** consumo humano; chafarizes; águas subterrâneas.

## Abstract

Water is the central element for the existence of life, therefore, it needs special care in relation to its quality and availability, since, although it is an abundant natural resource, depending on the place and time of year, it can become scarce. One of the viable alternatives to face this problem has been the use of groundwater, through the drilling of artesian wells, however, there is little information regarding the quality of these waters consumed by the population. The objective of this work is to determine some physical-chemical properties of water supply from different sources of water from fountains in the Municipality of Jaçanã-RN, observing some parameters such as turbidity, electrical conductivity, hardness, alkalinity, pH, total dissolved solids, identification of sodium and potassium, chloride content. After carrying out the studies of the analyzed samples, it was possible to observe that not all the water from the fountains used by the population of the Municipality of Jaçanã-RN are suitable for human consumption, as determined by Ordinance GM/MS No. 888, of May 4 of 2021 of the Ministry of Health, thus making the use of a natural adsorbent passion fruit flour feasible in an attempt to adapt these waters to what the Ministry of Health determines with the current ordinance in force of the Ministry of Health. The adsorbent used proved to be efficient in the sample treatment process as it reduced the values of some studied parameters such as total hardness, sodium and chloride content, but for the turbidity parameter there was a significant increase in all analyzed samples.

**Keywords:** human consumption; fountains; underground water.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b>	<b>17</b>
2.1	Objetivos específicos	17
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
3.1	Água	18
3.2	Abastecimento de Água	18
3.3	Águas subterrâneas	19
3.4	pH	20
3.5	Condutividade elétrica	20
3.6	Turbidez	20
3.7	Dureza total	21
3.8	Cloretos	21
3.9	Alcalinidade	21
3.10	Sólidos totais dissolvidos	22
3.11	Concentração de Sódio e Potássio no fotômetro de chama	22
3.12	Adsorção	22
3.13	Adsorvente naturais	23
3.14	Farinha de maracujá	23
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
4.1	Área de estudo	24
4.2	Coleta das amostras	24
4.3	Caracterização dos parâmetros físico-químicos	25
4.3.1	pH	26
4.3.2	Condutividade elétrica	26
4.3.3	Turbidez	27
4.3.4	Dureza total	27
4.3.5	Cloretos	28
4.3.6	Alcalinidade	28
4.3.7	Identificação de potássio e sódio por fotômetro de chama	29
4.3.8	Determinação de sólidos totais dissolvidos	29

4.3.9	Análise da composição química do adsorvente no Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDX-RF)	30
4.3.10	Adsorção por filtração	30
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>32</b>
5.1	Análises físico-químicas das amostras de Jaçanã-RN antes do processo de adsorção	32
5.1.1	pH	32
5.1.2	Condutividade Elétrica	33
5.1.3	Turbidez	35
5.1.4	Dureza Total	36
5.1.5	Teor de Cloretos	37
5.1.6	Identificação de Sódio e Potássio por fotômetro de chama	38
5.1.7	Sólidos totais dissolvidos	39
5.1.8	Alcalinidade	40
5.2	Análise das propriedades físico-químicas após a adsorção por filtração com o adsorvente natural farinha de maracujá	41
5.2.1	Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva- EDX	41
5.2.2	Dureza Total	43
5.2.3	Sódio	43
5.2.4	Cloretos	44
5.2.5	Turbidez	45
5.2.6	pH	45
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>48</b>

## Lista de Ilustrações

<b>Figura 1</b>	Peagâmetro pH 21 – Hanna	26
<b>Figura 2</b>	Condutivímetro AT - 255	26
<b>Figura 3</b>	Turbidímetro DLT-WV	27
<b>Figura 4</b>	Reação de titulação de dureza total.	27
<b>Figura 5</b>	Reação de titulação do teor de cloretos.	28
<b>Figura 6</b>	Reação de titulação de alcalinidade	28
<b>Figura 7</b>	Fotômetro de chama QUIMIS Q498M	29
<b>Figura 8</b>	Espectrômetro digital EDX – 7000	30
<b>Figura 9</b>	Processo de agitação magnética	31

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Localização e profundidade dos poços analisados	25
Tabela 2	Valores médios de pH dos poços antes do processo de adsorção	32
Tabela 3	Valores médios da condutividade elétrica dos poços e dos chafarizes	34
Tabela 4	Valores médios da turbidez dos poços e dos chafarizes	35
Tabela 5	Valores médios da dureza total dos poços e dos chafarizes	36
Tabela 6	Valores médios do teor de cloretos dos poços	37
Tabela 7	Valores médios da identificação de sódio e potássio das amostras	38
Tabela 8	Valores médios dos sólidos totais dissolvidos dos poços antes da adsorção	39
Tabela 9	Valores médios da alcalinidade dos poços antes da adsorção	40
Tabela 10	Composição química do maracujá in natura e após a adsorção por filtração das amostras A e C	42

## Lista de Gráficos

Gráfico 1	Valores médios das análises de Dureza após a adsorção	43
Gráfico 2	Valores médios das análises de Sódio Na <sup>+</sup> após a adsorção	44
Gráfico 3	Valores médios das análises de cloretos após a adsorção	44
Gráfico 4	Valores médios das análises de Turbidez após a adsorção	45
Gráfico 5	Valores médios das análises de pH após a adsorção	46

## Lista de Quadros

Quadro 1	Localização dos poços analisados em Jaçanã-RN	25
----------	---	----

## 1. Introdução

A água é essencial para a manutenção da vida de todas as espécies existentes na Terra. O aumento da população e o aumento discrepante dos setores agrícolas e industriais, faz-se necessário uma busca maior por água potável, sendo assim, acarreta em desequilíbrios entre as necessidades e a disponibilidade de água (OLIVEIRA, 2020).

A escassez de água vem afetando a cada dia uma parcela ainda maior da população mundial, por isso a importância de levantar debates a respeito deste assunto. O uso irracional e contaminação da água, a supressão de vegetação e manejo inadequado do solo tem contribuído para aumentar a escassez pelo mundo, inclusive no Brasil (MEDEIROS, 2016).

No Brasil, especificamente na região semiárida, devido principalmente à escassez, à população vem sofrendo pela falta de abastecimento de água e sua distribuição acaba ocorrendo de forma desigual, já que esses recursos são ofertados por intermédio de carros pipas e captação residencial da água de chuva (MEDEIROS, 2020).

Observando esse cenário, e buscando uma alternativa viável para resolver essa crise hídrica que acomete a região Nordeste, as águas de fontes subterrâneas, vem ganhando um grande destaque, através da perfuração de poços tubulares, que tem por objetivo a coleta dessas águas contidas no subsolo, para dessa forma melhorar a qualidade de vida daquela região. Todavia, cabe salientar que embora esse sistema de abastecimento, por meio de águas subterrâneas tenha sido implementada principalmente pelo setor público municipal e ajudar no abastecimento da população local, é uma forma de abastecimento que deixa margens para possíveis contaminações, visto que disponibiliza grande volume de água, porém sem tratamento adequado.

Essas águas subterrâneas, na maioria das vezes, chegam para o consumo da população, sem que haja qualquer tipo de tratamento prévio, visto que são poucos os estudos e pesquisadores que estudam a qualidade dessas águas. Desta forma, todos aqueles que utilizam essas águas, estão expostos a possíveis contaminações que essas águas podem conter, podendo assim, trazer sérios riscos à saúde da população

local que fazem o uso da mesma. Diante dessa problemática e considerando a importância da água para a sobrevivência humana, observa-se a necessidade de conhecer melhor as características físico-químicas das águas, para assim conhecer o seu nível de qualidade.

Segundo Medeiros *et al* (2012), às águas naturais no Brasil, sobretudo na região semiárida, apresentam as maiores concentrações de teores de sais, em sua composição que varia com a concentração total de sais, geologia local e tipo de fonte de água. A água por apresentar-se vulnerável às condições ambientais a qual está exposta, necessita na maioria das vezes, de um tratamento para torná-la potável (RIGOBELLO *et al.*, 2009).

De acordo com Oliveira *et al.*, (2016), diante da problemática acerca do controle da qualidade de águas consumidas e o tipo de abastecimento seja por domicílios e/ou por águas subterrâneas está sendo distribuída sem devida análise, entretanto, este uso indiscriminado ignora a possibilidade da contaminação química da água e esta, por conseguinte, poderá provocar danos à saúde humana, ao meio ambiente e a indústria.

Diante desse problema, faz-se necessário fazer, o tratamento da água que consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequado ao consumo humano (FUNASA, 2013).

Nessa perspectiva, algumas pesquisas têm sido realizadas a fim de encontrar formas e recursos que possam minimizar os contaminantes presentes em águas subterrâneas, porém essas ações ainda são escassas, visto que muitas cidades, principalmente interioranas, não dispõem de aparatos legais para fiscalização e monitoramento, a respeito das águas que estão sendo disponibilizadas a população local.

Na busca para tentar melhorar a qualidade de vida das pessoas, alguns estudos vêm demonstrando que a utilização de adsorventes naturais tem possibilitado a remoção de alguns contaminantes presentes em águas, contribuindo para que essas águas possam ser reutilizadas para consumo. Um desses adsorventes naturais estudados tem sido a farinha de maracujá, que em estudos recentes tem se mostrado a eficácia para tratamento de águas

## **2. Objetivo geral**

Desenvolver estudo analítico utilizando adsorvente natural (farinha de maracujá) para tratamento de águas subterrâneas do município de Jaçanã- RN.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Selecionar e realizar processo de amostragem de matrizes aquosas para desenvolvimento da pesquisa no Município de Jaçanã- RN;
- Realizar determinações de pH, turbidez e condutividade elétrica;
- Determinar o teor de cloretos, alcalinidade e dureza total;
- Determinar os sólidos dissolvidos totais;
- Determinar o teor de sódio e potássio por meio de fotometria de chama;
- Propor metodologia de tratamento para águas em estudo utilizando adsorvente natural (farinha de maracujá);
- Determinar a composição química da farinha de maracujá por Fluorescência de raios X por Energia Dispersiva (EDX);

### **3. Fundamentação teórica**

#### **3.1 Água**

O planeta Terra apresenta um volume de aproximadamente 1,4 bilhão de km<sup>3</sup> de água, cobrindo cerca de 70% da superfície da Terra, sabe-se, que 97% desse recurso é constituído de águas salgadas que estão armazenadas nos oceanos. As águas doces se concentram nas calotas polares, águas subterrâneas, rios e lagos. As águas salgadas são as que possuem uma grande densidade de sal em sua composição, enquanto que a água doce é própria para o consumo humano (PENA, 2019).

Barbosa et al. (2017) e Medeiros (2019) afirmam que a água é um recurso natural essencial para o desenvolvimento social e econômico de uma região, apresentando a necessidade de um controle e gestão de sua disponibilidade a fim de maximizar os retornos à sociedade.

Embora exista a consciência de que as águas com os padrões mínimos de potabilidade são essenciais para a qualidade de vida das pessoas, muitas localidades ainda não possuem acesso à água potável. De acordo com Andreoli et al. (2013), este fato é decorrente do aumento de áreas muito povoadas, dos processos de urbanização, industrialização e produção agrícola que faz com que o grande volume de água que o país possui esteja se reduzindo de forma acelerada.

Faltas de chuvas, desperdícios e a contaminação do solo são alguns dos exemplos que podem levar ao desabastecimento desse recurso essencial para a vida humana. Existem no País graves problemas sociais relacionados com a água, que vão desde situações de carência absoluta até o desperdício, passando por problemas de baixa qualidade por contaminação orgânica e química, falta de consciência para o reuso, entre outras (AUGUSTO et al., 2012).

#### **3.2 Abastecimento de água**

De acordo com Silva (2016), o abastecimento de água é um conjunto de obras e serviços que suprem água potável para a população a fim de ser utilizada para

consumo e indústrias.

Embora o planeta terra seja coberto na sua maioria por água, são inúmeras as situações, na qual uma parcela considerável da população não tem a quantidade suficiente para suprir as suas necessidades básicas. Entretanto, o monitoramento das condições da água para o consumo deve ser realizado e neste sentido existem ações destinadas à vistoria rotineira da qualidade da água, que é indispensável para determinar uma segurança para o consumo, buscando sempre a proteção à saúde pública (PORTO et al., 2011)

Garantir a qualidade da água para consumo humano fornecida por um sistema de abastecimento público, constitui elemento essencial das políticas de saúde pública (RODRIGUES, 2014).

### **3.3 Águas subterrâneas**

A composição química das águas subterrâneas é composta de diversas fontes de solutos como: gases atmosféricos, produtos do intemperismo de rochas e derivados de atividades humanas (QUAGGIO, et al., 2018). As substâncias dissolvidas, geralmente estão em seu estado iônico e a presença de alguns cátions e ânions específicos (sódio, cálcio, bicarbonato, etc) é devido à solubilidade desses compostos (SANTOS, 2008). Essas águas são essenciais para a vida, servem para abastecimento das cidades e do campo, insumos para atividades econômicas, sustentam sistemas aquáticos e fundamentais em florestas em regiões de clima seco ou tropical. É o recurso natural mais extraído do subsolo brasileiro. Entre as atividades que mais utilizam esse recurso está o atendimento doméstico, abastecimento público urbano, e abastecimento múltiplo, respectivamente (HIRATA, et al., 2019).

Em um contexto de crise hídrica em que a população está passando, que abrange além da escassez da água, falhas em ações sustentáveis, tanto por parte de políticas públicas, como por parte do cidadão comum, as águas subterrâneas assumem um papel de protagonismo (VILAR, 2016).

### **3.4 pH**

O pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução e corresponde ao logaritmo do inverso da concentração de íons  $H^+$  na solução. É fator primordial nos processos de coagulação, desinfecção e abrandamento das águas, no controle da corrosão e no tratamento dos esgotos e despejos industriais (FUNASA, 2014).

O pH da água precisa ser controlado, possibilitando que os carbonatos presentes sejam equilibrados, para que não ocorra nenhuma consequência como uma alta acidez da água, devendo variar de 6,0 a 9,5 de pH (BRASIL, 2006).

### **3.5 Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica é determinada pela possibilidade de uma solução conduzir a passagem de corrente elétrica, isto dependendo da presença de cátions ou ânions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para a ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir a corrente elétrica (APHA,2016).

O parâmetro condutividade elétrica não determina quais os íons estão presentes em determinada amostra de água, mas, contribui em possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorrem na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, rochas, minerais e etc (CAVALCANTI, 2010).

### **3.6 Turbidez**

A turbidez é um parâmetro que é definido como uma característica física de amostras de água que reduz a sua transparência à passagem de luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez, também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas (FUNASA, 2014).

### 3.7 Dureza total

A dureza é a concentração de cátions multi metálicos em solução. Os cátions frequentemente associados à dureza são cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), e em menor escala ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ), estrôncio ( $\text{Sr}^{2+}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) (BRASIL, 2006). A origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais) (FUNASA, 2014).

### 3.8 Cloretos

Os cloretos estão distribuídos na natureza geralmente na forma de sais de sódio ( $\text{NaCl}$ ), de potássio ( $\text{KCl}$ ), e sais de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ). A maior quantidade desses sais está presente nos oceanos (FUNASA, 2014).

Os cloretos em altas concentrações são indicativos de poluição em um corpo hídrico, nas águas destinadas para consumo humano sua concentração está associada à alteração de sabor e à aceitação para consumo em concentrações superiores a 200-300 mg/L (BRASIL, 2011).

### 3.9 Alcalinidade

A alcalinidade é responsável por indicar a quantidade de íons presentes na água capaz de neutralizar os  $\text{H}^+$ . Os bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) são os principais constituintes da alcalinidade (BRASIL, 2006).

A alcalinidade está relacionada ao pH, águas que apresentam o valor para pH entre 4,4 e 8,3 significa que a alcalinidade será devido apenas bicarbonatos, o pH entre 8,3 e 9,4 significa que a alcalinidade será devido aos carbonatos e bicarbonatos e pH maior que 9,4 significa que a alcalinidade será de hidróxidos e carbonatos. Em algumas partes do Brasil, as águas naturais apresentam alcalinidades inferiores a 100 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (LIBÂNIO, 2010).

De acordo com Monteiro et al. (2018), o teor de alcalinidade na água é influenciado pelo contato da mesma com decomposições rochosas, com dejetos industriais, ou ainda, com reações que envolvam o  $\text{CO}_2$  de origem atmosférica e da

oxidação da matéria orgânica.

### **3.10 Sólidos totais dissolvidos**

Os sólidos totais dissolvidos representam todos os constituintes químicos que estão dissolvidos na água. Segundo Casali (2008), águas com excesso de STD se tornam desagradáveis ao paladar em virtude da alteração no gosto e o consumo pode provocar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e ocasionar a formação de cálculos renais.

Nos recursos hídricos, os sólidos totais dissolvidos podem prejudicar e causar danos à vida aquática, pois são capazes de sedimentar o leito dos rios e conseqüentemente destruir os organismos responsáveis pelo fornecimento de alimento. Além disso, os sólidos totais podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (CETESB, 2015).

### **3.11 Concentração de Sódio e Potássio no fotômetro de chama**

O fotômetro de chama é um aparelho analítico usado para o estudo do espectro de emissão de certas substâncias (sódio, potássio). A fotometria de chama tem a vantagem de ser simples, rápida, de alta sensibilidade e de baixo consumo de amostra (QUIMIS, 2011).

### **3.12 Adsorção**

A adsorção é um método que permite compreender a habilidade de matérias sólidas em se acumular na sua superfície elementos existentes em fluidos líquidos ou gasosos, ocasionando a separação dos componentes. O termo “adsorção” refere-se à técnica na qual as moléculas se acumulam na camada interfacial, a dessorção denota o método inverso (MAIA,2019).

A adsorção é dividida em dois tipos: adsorção física e adsorção química. Na física, a ligação do adsorvato à superfície do adsorvente entende em uma interação relativamente fraca a qual pode ser concedida às forças de Van der Waals. De outro modo, a quimissorção requer a troca ou partilha de elétrons entre as moléculas do adsorvato e a superfície do adsorvente, a qual se origina em uma nova reação química mais forte que na fisissorção (SILVA, 2017).

### 3.13 Adsorvente naturais

A utilização de adsorventes naturais torna-se ainda mais significativa desde que os mesmos sejam provenientes de resíduos agroindustriais que em grande parte consistem em um problema ambiental conforme o volume produzido. Estudos afirmam que os resíduos agrícolas de materiais lignocelulósicos produzidos por variados processos são as matérias primas, que estão sendo mais empregadas para processos adsorptivos, visto que apresentam grande capacidade de troca iônica, além da grande disponibilidade e serem renováveis. Ainda de acordo com o autor, o Brasil dispõe de um grande potencial agrícola o que provoca a geração de uma grande quantidade de resíduos agroindustriais que na maioria das vezes são descartados. (MOREIRA, 2018).

### 3.14 Farinha do maracujá

Segundo dados mais recentes do (IBGE, 2021) o Brasil produziu 690 mil toneladas de maracujá amarelo no ano de 2021 - (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), chegando ao posto de maior produtor e exportador desse fruto. Todavia, grande parte deste fruto é descartada de forma inadequada na natureza, visto que normalmente as cascas e sementes não são aproveitadas. A casca deste fruto, é composta por celulose, hemicelulose, lignina e pectina, que se conectam por meio de pontes de cálcio intermoleculares, sendo capazes de estabelecer interações com espécies externas à sua estrutura, tornando-a promissora para o reaproveitamento. Uma destas formas de reaproveitamento deste material é através de processos de filtração para tentativa de melhoramento de padrões físico-químicos da água.

## **4 Metodologia**

### **4.1 Área de estudo**

De acordo com o último censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2010, o Município de Jaçanã-RN está localizado na microrregião da Borborema Potiguar. Com uma população estimada em aproximadamente 9.341 habitantes, onde dispõe de uma área de 54.561 km apresentando 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.

O sistema de abastecimento de água do município de Jaçanã-RN 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.

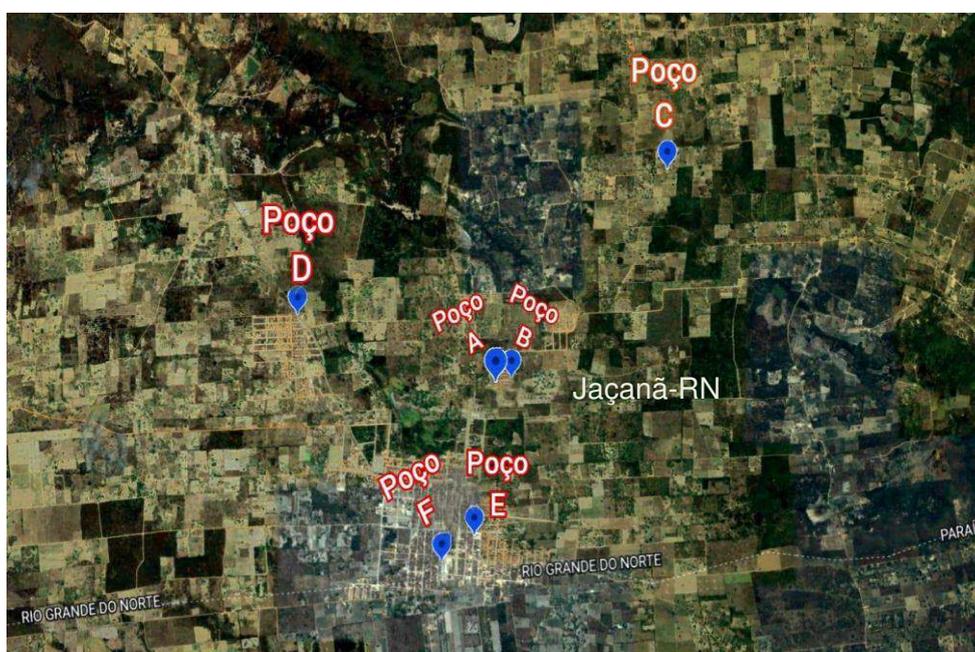
### **4.2 Coleta das amostras**

Para o desenvolvimento da pesquisa foram selecionados 6 poços subterrâneos no município de Jaçanã-RN. No processo de amostragem foram coletadas 3 amostras de cada ponto, onde estas foram identificadas e armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 2,0L previamente higienizadas, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração até a análise, com o intuito de evitar alterações nas características das mesmas. A Tabela 1 informa a localização dos poços subterrâneos e sua profundidade, já o quadro 1 a localização dos poços subterrâneos no mapa.

**Tabela 1:** Localização e profundidade dos poços analisados

Poços analisados	Localidade	Profundidade
Poço A	Conjunto Flores II	42 metros
Poço B	Conjunto Flores II	46 metros
Poço C	Sítio São Domingos	48 metros
Poço D	Conjunto Flores I	41 metros
Poço E	Rua J. G. Medeiros	39 metros
Poço F	Rua Francisco Paula	42 metros

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

**Quadro 1:** Localização dos Poços analisados em Jaçanã-RN

Fonte: Google maps, 2023.

#### 4.3 Caracterização dos parâmetros físico-químicos

As análises foram realizadas no laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental, no laboratório de Química Analítica (Bioambi/UFCG), no laboratório de Eletroquímica e Corrosão foram realizados os testes de EDX e no laboratório de Bromatologia foram realizadas as análises de fotometria de chama, ambos localizados no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande. As metodologias adotadas seguiram o manual prático de análise de água da Fundação

Nacional da Saúde (FUNASA, 2014) e o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2006).

#### 4.3.1 pH

A determinação de pH foi realizada com um peagômetro *pH 21 – Hanna*, sendo o mesmo previamente calibrado com soluções tampão ácido de  $4,01 \pm 0,01$  e básico de  $10,01 \pm 0,01$  ( APHA,2006).

**Figura 1.** Peagômetro pH 21 – Hanna.



Fonte: Autoria própria, 2023

#### 4.3.2 Condutividade elétrica

A Condutividade elétrica foi determinada utilizando um *condutivímetro AT- 255*, 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  $25^\circ\text{C}$  ( APHA,2006).

**figura 2.** Condutivímetro AT - 255.



Fonte: Autoria própria, 2023.

### 4.3.3 Turbidez

O parâmetro de turbidez foi determinado por um turbidímetro modelo *DLT-WV*, previamente calibrado com soluções padrões de < 0,10 NTU, 10 NTU, 100 NTU e 800 NTU ( APHA,2006).

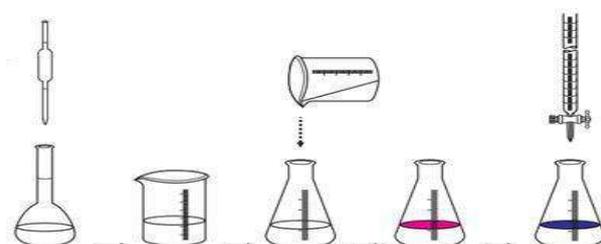
**Figura 3.** Turbidímetro DLT-WV



Fonte: Autoria própria, 2023.

### 4.3.4 Dureza total

Para determinação da dureza foi utilizado o método de volumetria de complexação utilizando como complexante o agente titulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) e utilizando como indicador Negro de Eriocromo (FUNASA, 2013).



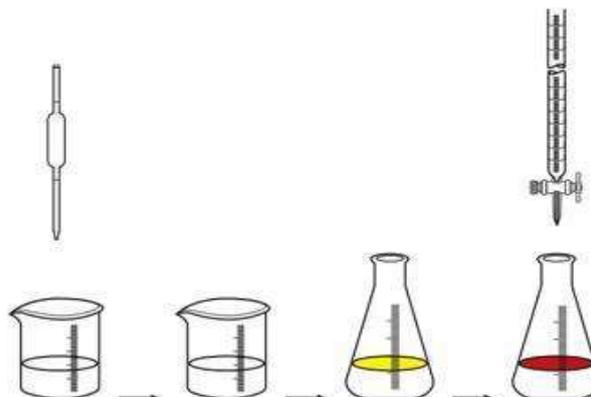
**Figura 4.** Reação de titulação de dureza total.

Fonte: Adaptado do Manual Prático de Análises de águas da FUNASA (2013).

### 4.3.5 Cloretos

O teor de cloretos foi determinado pela técnica de volumetria de precipitação, onde foram realizadas titulações com solução-padrão de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,1 mol/L e solução indicadora de cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) 0,1 mol/L (APHA, 2012).

**Figura 5.** Reação de titulação do teor de cloretos.

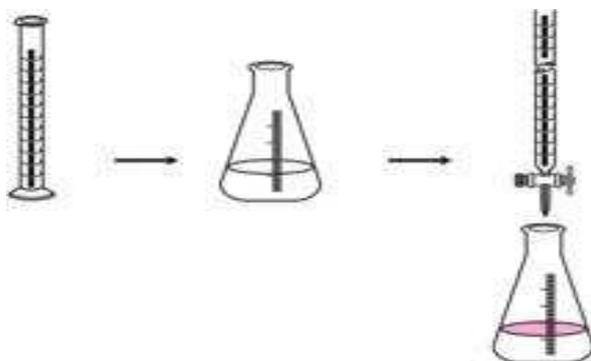


Fonte: Adaptado do Manual Prático de Análises de águas da FUNASA (2013).

### 4.3.6 Alcalinidade

Foi utilizado o método de volumetria de neutralização para realizar as medidas de alcalinidade, utilizando como titulante a solução padrão de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e como substância indicadora o alaranjado de metila (FUNASA, 2013).

**Figura 6.** Reação de titulação de alcalinidade.



Fonte: Adaptado do Manual Prático de Análises de águas da FUNASA (2013).

#### 4.3.7 Identificação de potássio e sódio por fotômetro de chama

Para a determinação dos cátions metálicos,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , foi utilizado um fotômetro de chama QUIMIS Q498M calibrado com soluções padrão de 100 ppm de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  (QUIMIS,2011).

**Figura 7.** Fotômetro de chama QUIMIS Q498M.



Fonte: Autoria própria, 2023.

#### 4.3.8 Determinação de sólidos totais dissolvidos

A determinação de sólidos totais dissolvidos foi realizada com todas as amostras provenientes de poços subterrâneos do município de Jaçanã. Para este procedimento os béqueres foram lavados e colocados em uma estufa para secagem. Em seguida, essas vidrarias foram levadas até uma balança analítica para calcular o seu peso inicial. Na sequência, em triplicata, foram adicionados 100 ml de cada uma das amostras e adicionadas na estufa pré-aquecida. Por fim, os resíduos de amostras secas foram levados novamente até uma balança analítica para medir o seu peso final, com o objetivo de calcular a diferença dos valores obtidos durante o processo de secagem das amostras.

#### 4.3.9 Análise da composição química do adsorvente no Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDX-RF)

A determinação da composição química da cortiça *in natura* e após a adsorção foi feita pela técnica de Fluorescência de raios X por Energia Dispersiva (EDX-RF), utilizando um espectrômetro digital da SHIMADZU, modelo EDX-7000.

**Figura 8.** Espectrômetro digital EDX – 7000.



Fonte: Autoria própria, 2023.

#### 4.3.10 Adsorção por filtração

Para o tratamento das amostras foi utilizado o adsorvente natural (farinha de maracujá). Para esse processo de adsorção por filtração utilizou-se as amostras que apresentaram as maiores diferenças entre alguns dos principais parâmetros analisados durante a pesquisa, como dureza total e turbidez, no caso as amostras A e C apresentarem os maiores e menores valores nos parâmetros analisados. Num primeiro momento utilizou-se uma balança semi-analítica para pesar aproximadamente 3g da farinha de maracujá. Na sequência, a referida amostra foi colocada em um béquer, junto com água 100 mL destilada, para sofrer agitação magnética, com o objetivo de lavagem do material.

Após a lavagem do adsorvente, 100 mL de água de cada amostra A e C, foram adicionados ao adsorvente, e na sequência levadas até um agitador magnético, para agitação. Em seguida esses 100 ml de água de cada amostra, foram filtrados em um papel filtro analítico, para que desta forma fossem realizados posteriormente as análises físico-química dessas amostras A e C após o processo de adsorção por filtração.

**Figura 9.** Processo de agitação magnética.



Fonte: Autoria própria, 2023.

## 5 Resultados e discussões

### 5.1 Análises físico-químicas das amostras de Jaçanã-RN antes do processo de adsorção

Nas tabelas e gráficos abaixo estão expressos os valores médios e os respectivos desvios padrões das análises físico-químicas realizadas antes da adsorção: pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza total, alcalinidade, cloretos, sólidos totais dissolvidos e concentração de sódio e potássio das amostras do município de Jaçanã-RN. Para todos os parâmetros determinados, foram empregados os valores máximos permissíveis segundo a PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde.

#### 5.1.1 pH

A Tabela 2 apresenta os valores encontrados para o parâmetro de pH das 6 amostras de águas e os seus respectivos desvios padrões.

**Tabela 2:** Valores médios de pH dos poços antes do processo de adsorção.

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios de pH</b>
Ponto A	4,3 ± 0,1
Ponto B	4,0 ± 0,1
Ponto C	4,0 ± 0,2
Ponto D	4,1 ± 0
Ponto E	4,0 ± 0,2
Ponto F	4,1 ± 0
<b>VMP*</b>	<b>Não especificado</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O valor do pH influencia na organização das formas livre e ionizada de vários

compostos químicos, além de auxiliar para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de determinar o potencial de toxicidade de diversos elementos. As variações de pH podem ter origem natural através da dissolução de rochas e fotossíntese ou antropogênica através dos despejos domésticos e industriais. (Funasa, 2014).

De acordo com a Funasa (2013), o potencial hidrogeniônico (pH) é considerado como a concentração do íon hidrogênio de uma solução. Este parâmetro apresenta uma variação de 0 a 14 e determina a intensidade de acidez ( $\text{pH} < 7,0$ ), neutralidade ( $\text{pH} = 7$ ) ou alcalinidade ( $\text{pH} > 7,0$ ) de uma solução aquosa (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Ao analisar a tabela 2, no que diz respeito a análise dos valores médios de pH das amostras analisadas, ocorreu uma variação de 4,0 a 4,3, o que significa que estas amostras apresentam características de acidez, contudo não existe um valor médio que sirva de referência para o pH de acordo com a nova PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde. Diferentemente das determinações anteriores da portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que previa uma variação de pH aceitável para o consumo humano entre 6,0 a 9,5.

Em um estudo realizado por Castro et al. (2014) encontrou valores iguais a 3,75 e 5,42 em poços na cidade de Barcarena – Pará, valores próximos aos encontrados neste estudo.

Em conformidade, Santos et al. (2019) em águas do Chafariz Municipal de Cuité- PB, encontrou os valores na análise de pH de 4,59 e 4,05 respectivamente.

### **5.1.2 Condutividade Elétrica**

A Tabela 3 apresenta os valores encontrados para o parâmetro de Condutividade Elétrica das 6 amostras de águas e os seus respectivos desvios padrões.

**Tabela 3:** Valores médios da condutividade elétrica dos poços e dos chafarizes.

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios da Condutividade elétrica (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>
Ponto A	$3,1 \pm 0$
Ponto B	$3,2 \pm 0,1$
Ponto C	$3,3 \pm 0,1$
Ponto D	$2,5 \pm 0,1$
Ponto E	$3,0 \pm 0$
Ponto F	$2,6 \pm 0$
<b>VMP*</b>	<b>Não especificado</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica. (Funasa 2014).

De acordo com Libânio (2010), a condutividade elétrica da água relaciona a resistência elétrica ao comprimento e é expressa usualmente em  $\mu\text{S/cm}$  (microSiemens por centímetro). O mesmo autor afirma que as águas naturais apresentam geralmente condutividade elétrica inferior à  $100 \mu\text{S/cm}$ , mas, em ambientes poluídos por efluentes domésticos ou industriais, os valores podem chegar a  $1000 \mu\text{S/cm}$ .

Na determinação da condutividade elétrica, podemos notar que os poços que apresentaram maiores e menores valores foram o C ( $3,3 \mu\text{S/cm}$ ) e o D ( $2,5 \mu\text{S/cm}$ ) respectivamente, no entanto, não existem valores pré-estabelecidos pelo ministério da saúde para comparar essa grandeza. Cardoso R. (2017) no município de Frei Martinho-PB obteve por meio de suas análises que a condutividade elétrica das amostras de águas dos poços e do açude municipal variaram de 204,1 a 3393,3

$\mu\text{S/cm}$ . Enquanto que Santos et al. (2019) no seu estudo no município de Cuité-PB obteve os valores de  $620,9 \mu\text{S/cm}$  e  $3030 \mu\text{S/cm}$ . Diferentemente desses valores encontrados na literatura, os valores encontrados nesta pesquisa de condutividade elétrica das amostras de águas do Município de Jaçanã-RN, encontram-se bem abaixo do que foram encontrados nesses estudos anteriores, todavia, não existem valores de referência de acordo com o Ministério da Saúde.

### 5.1.3 Turbidez

A turbidez pode ser provocada com a presença de algas, plâncton, matéria orgânica e várias outras substâncias como zinco, ferro, manganês e areia, em função de processos naturais de erosão ou por despejos de efluentes domésticos e industriais. Contudo, a turbidez está relacionada com a presença de materiais sólidos em suspensão que reduzem a transparência da água. Água com turbidez elevada oferece desvantagens, pois dificulta o processo de desinfecção pela proteção que os sólidos suspensos oferecem aos microrganismos presentes na água (CETESB, 2009). Os dados obtidos referentes a turbidez das amostras estão expressos na tabela 5 abaixo.

**Tabela 4:** Valores médios da turbidez dos poços e dos chafarizes.

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios da Turbidez (NTU)</b>
Ponto A	$0,8 \pm 0$
Ponto B	$0,1 \pm 0$
Ponto C	$0,3 \pm 0,2$
Ponto D	$0,3 \pm 0,2$
Ponto E	$0,3 \pm 0$
Ponto F	$0,1 \pm 0,1$
<b>VMP*</b>	<b>5,0 NTU</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Analisando a tabela 4, foi possível observar que a turbidez das amostras analisadas variaram entre 0,1 e 0,8 NTU, com uma variação dentro dos padrões de referência. Em conformidade com os valores encontrados na pesquisa, em um estudo realizado por Cardoso 2017, em poços subterrâneos na cidade de Frei Martinho-PB, os valores da turbidez variaram entre 0,03 e 2,76 NTU, valores estes bem próximos comparados com os dados apresentados na tabela 4.

#### 5.1.4 Dureza Total

Na tabela 5 estão inseridos os valores encontrados para o parâmetro da dureza total.

**Tabela 5:** Valores médios da dureza total dos poços e dos chafarizes.

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios da Dureza Total (mg/L de CaCO<sub>3</sub>)</b>
Ponto A	840,7 ± 0,1
Ponto B	800,7 ± 0,1
Ponto C	960,8 ± 0,1
Ponto D	520,4 ± 0,1
Ponto E	520,4 ± 0,1
Ponto F	600,5 ± 0,1
<b>VMP*</b>	<b>500 mg/L de CaCO<sub>3</sub></b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>), e em menor escala, ferro (Fe<sup>2+</sup>), manganês (Mn<sup>2+</sup>), estrôncio (Sr<sup>2+</sup>) e alumínio (Al<sup>3+</sup>).

No que diz respeito a Tabela 5, observa-se que os valores de dureza das amostras variaram de 520,4 a 960,8 CaCO<sub>3</sub>. Desta forma, todas as amostras analisadas encontram-se acima do que determina a PORTARIA GM/MS Nº 888, DE

4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde, visto que o valor máximo estabelecido como aceitável para o consumo humano é de  $300 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ , contudo, no presente estudo, algumas amostras apresentam uma concentração de até três vezes maior do que recomenda o MS.

Em um estudo semelhante apresentado por Silva, (2019) no município de Jaçanã– RN obteve-se valores que variaram de 40 a  $530,4 \text{ mg/L}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Em dados apresentados por Farias, Farias e Neto (2016) no município de Boa Vista – PB, obtiveram valores que variaram de 237,5 a  $3850 \text{ mg/L}$  de  $\text{CaCO}_3$ .

### 5.1.5 Teor de Cloretos

Na tabela 6 encontram-se os valores obtidos para o parâmetro do teor de cloretos das amostras da presente pesquisa.

**Tabela 6:** Valores médios do teor de cloretos dos poços

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios do teor de Cloretos (mg/L)</b>
Ponto A	$2,5 \pm 0,1$
Ponto B	$2,6 \pm 0$
Ponto C	$2,7 \pm 0,1$
Ponto D	$1,7 \pm 0$
Ponto E	$2,3 \pm 0,1$
Ponto F	$1,8 \pm 0$
<b>VMP*</b>	<b>250 mg/L</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O cloreto é um íon importante nas águas subterrâneas e superficiais, podendo ter origem antrópica e/ou geológica, sendo a lixiviação de rochas, a contaminação por esgotos domésticos e industriais a sua principal origem (PIRATOBA et al, 2017).

Segundo a Funasa (2014), elevadas concentrações de cloretos na água podem causar restrições ao seu uso devido ao sabor que estes lhe conferem e ao efeito

laxativo que podem causar nos consumidores. No tratamento dos cloretos, apresentado acima, os valores tiveram uma variação entre 1,7 e 2,7 mg/L. Ambos os poços apresentam valores dentro do recomendado pelo Ministério da Saúde. Em um estudo realizado por Souza et al. (2015) do Goytacazes – RJ em comunidades de águas de abastecimento apresentam valores bem abaixo do volume permitido pelo MS com valores de 8,06; 8,64; e 9,76 mg/L de cloretos.

Em conformidade Souza et al. (2020), encontrou baixas concentrações de cloretos nas amostras de águas de abastecimentos do município de São Vicente do Seridó-PB, variando de 0,164 a 0,496 mg/L.

### 5.1.6 Identificação de Sódio e Potássio por fotômetro de chama

Na tabela 7 encontram-se as concentrações de sódio e potássio que foram obtidas nas amostras.

**Tabela 7:** Valores médios da identificação de sódio e potássio das amostras.

<b>Amostras</b>	<b>Sódio (Na<sup>+</sup>) (ppm)</b>	<b>Potássio (K<sup>+</sup>) (ppm)</b>
Ponto A	168,6 ± 0,1	45,5 ± 0
Ponto B	173 ± 1,0	39,9 ± 0,1
Ponto C	181,6 ± 4,8	48,8 ± 0
Ponto D	223,9 ± 2,5	48,1 ± 0,1
Ponto E	169,3 ± 0,7	15,5 ± 0,1
Ponto F	159,5 ± 3,4	29,2 ± 0,5
<b>VMP*</b>	<b>200 ppm</b>	<b>Não especificado</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A Fotometria de chama é o método analítico baseado em espectroscopia atômica mais simples, capaz de realizar uma análise quantitativa de um dado analítico. Consiste em uma fonte onde é introduzida à solução contendo cátions metálicos que

são excitados e ao retornarem a estados menos energéticos liberam energia (MAIA,2017).

As águas naturais contêm sódio devido à sua abundância e alta solubilidade de seus sais em Água (FUNASA,2013).

O potássio é um elemento essencial tanto na nutrição das plantas quanto na dos humanos e ocorre em águas subterrâneas como resultado da dissolução mineral de material vegetal em decomposição e escoamento agrícola, (FUNASA, 2013).

Foram analisadas as concentrações de Sódio e Potássio das amostras de águas subterrâneas do município de Jaçanã–RN, com o intuito de verificar a concentração desses elementos dissolvidos nas águas.

Percebe-se que as amostras apresentaram diferentes concentrações de Sódio e Potássio no Fotômetro de Chama. As concentrações de sódio das amostras variaram entre 159,5 ppm a 223,9 ppm. Todas as amostras apresentaram um teor de sódio, dentro dos valores máximos permitidos pelo Ministério da Saúde de 200 mg/L, exceto a amostra D que possui uma concentração maior de sódio que as demais amostras. No entanto, para os valores médios de Potássio, o Ministério da Saúde não disponibiliza um valor de referência, no entanto no presente estudo os valores variaram entre 15,5 ppm até 48,8 ppm.

### 5.1.7 Sólidos totais dissolvidos

Na tabela 8 estão expostos os valores médios de Sólidos Totais Dissolvidos

**Tabela 8:** Valores médios dos sólidos totais dissolvidos dos poços antes da adsorção

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios dos STD (mg/L)</b>
Ponto A	2,8 ± 0
Ponto B	2,6 ± 0
Ponto C	3,0 ± 0
Ponto D	1,6 ± 0
Ponto E	2,2 ± 0
Ponto F	1,9 ± 0
<b>VMP*</b>	<b>500 mg/L</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Embora pouco se fala sobre o assunto, de acordo com Calasi (2008) o acúmulo de sólidos totais dissolvidos podem ocasionar em riscos à saúde, visto que além de provocar um gosto desagradável da água, pode provocar também o surgimento de cálculos renais. Como apresentado na tabela acima, todos os valores médios de sólidos totais dissolvidos das amostras, se enquadram ao valor máximo permissível pelo disponibilizado pelo Ministério da Saúde, que é de até 500 mg/L com uma variação de 1,6 mg.L<sup>-1</sup> à 3,0 mg.L<sup>-1</sup>. Em conformidade Silva et al. (2017), encontrou em amostras de poços subterrâneos do município de Remígio-PB valores que variaram de 180,6 mg/L a 268,3 mg/L.

### 5.1.8 Alcalinidade

Na tabela 9 pode-se observar os valores obtidos nas análises de alcalinidade das amostras.

**Tabela 9:** Valores médios da alcalinidade dos poços antes da adsorção

<b>Amostras</b>	<b>Valores médios da alcalinidade (mg/L)</b>
Ponto A	2,0 ± 0,1
Ponto B	2,0 ± 0,1
Ponto C	2,0 ± 0,1
Ponto D	2,0 ± 0,1
Ponto E	2,2 ± 0,1
Ponto F	1,9 ± 0
<b>VMP*</b>	Não especificado

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Valores muito elevados de alcalinidade podem ser indesejáveis em uma água a ser utilizada para fins industriais, uma vez que podem ocasionar problemas de formação de depósitos e corrosão de acordo com a utilização desta água CETESB, (2013).O Ministério da Saúde não determina um valor fixo de referência definido para a alcalinidade. Todavia, a pesquisa encontrou uma alcalinidade variando entre 1,9

mg/l e 2,2 mg/l, como é apresentado na tabela. Nos dados apresentados por Silva (2014), os valores da alcalinidade total das amostras de águas de Cuité-PB variaram entre 12 e 18 mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

## **5.2 Análise das propriedades físico-químicas após a adsorção por filtração com o adsorvente natural farinha de maracujá**

Após a caracterização físico-química de alguns pontos de chafarizes do município de Jaçanã-RN, e analisado alguns dos principais indicadores encontrados, foi utilizado um adsorvente natural, a farinha do maracujá, com o intuito de melhorar algumas das propriedades físico-químicas encontradas, para desta forma tentar adequar esses pontos de abastecimento de águas utilizados pela população local, com a portaria vigente PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, ficou comprovada a eficiência da farinha do maracujá como um adsorvente natural promissor, visto que esse adsorvente conseguiu nesse estudo, melhorar alguns dos principais parâmetros analisados.

A tabelas e gráficos abaixo, apresentam os dados obtidos da análise físico-química das amostras A e C após o processo de adsorção por filtração, utilizando a farinha do maracujá como um adsorvente natural.

### **5.2.1 Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva- EDX**

Essa técnica é empregada para medir a intensidade dos Raios-X que são emitidos pelos elementos químicos devidamente excitados, em determinados elementos químicos (MOREIRA, 2010).

Esse aparelho consiste em quantificar os elementos encontrados durante o processo de análise da amostra. Com o intuito de identificar e quantificar os elementos contidos nas amostras estudadas, a tabela abaixo apresenta a análise da farinha de maracujá, antes e depois do processo de adsorção por filtração utilizando o adsorvente natural farinha de maracujá. Para essa análise utilizou-se a farinha de maracujá *in natura* e as amostras A e C, após o processo de filtração. A tabela 9, apresenta os dados obtidos neste tipo de análise.

**Tabela 10:** Composição química do maracujá *in natura* e após a adsorção por filtração das amostras A e C.

<b>Elementos</b>	<b>Farinha de maracujá <i>In natura</i> %</b>	<b>Farinha de maracujá após adsorção (amostra A) %</b>	<b>Farinha de maracujá após adsorção (amostra C) %</b>
<i>Potássio (K)</i>	73,3	18,6	19,5
<i>Calcio (Ca)</i>	20,9	57,7	58,2
<i>Fosforo (P)</i>	1,8	0,2	0,3
<i>Ferro (Fe)</i>	1,4	5,6	5,8
<i>Enxofre(S)</i>	1,3	2,6	2,5
<i>Bromo (Br)</i>	0,5	1,2	1,4
<i>Maganês (Mn)</i>	0,3	-	0,9
<i>Rubídio (Rb)</i>	0,2	0,7	0,2
<i>Zinco (Zn)</i>	0,2	0,1	0,7
<i>Estrôcio (Sr)</i>	0,1	0,7	-
<i>Cobre (Cu)</i>	0,1	-	0,4
<i>Bario (Ba)</i>	-	7,2	6,9
<i>Silício (Si)</i>	-	5,4	3,1

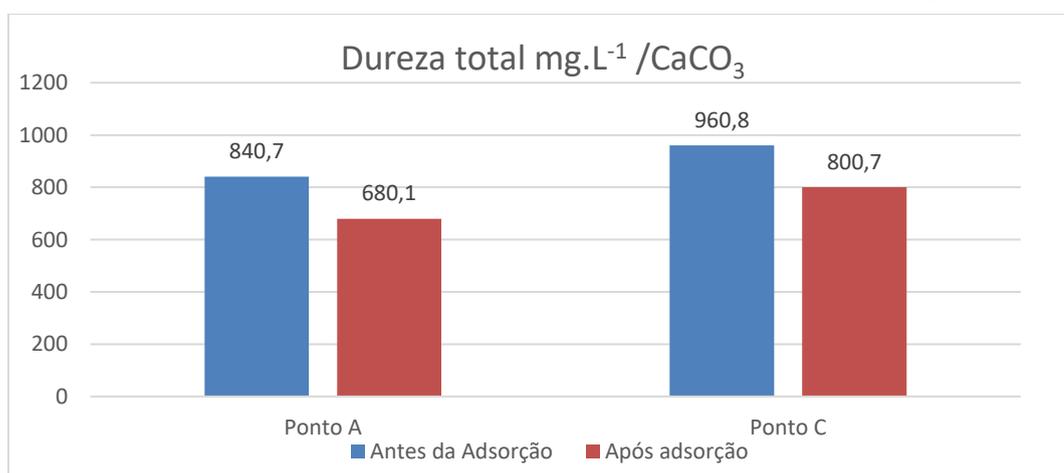
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Ao realizar os estudos da composição química da farinha do maracujá *in natura* e após a adsorção por filtração, foi possível observar que, ocorreu uma menor adsorção do Potássio (K) após o tratamento comparando-se com a mostra *in natura*, ocorrendo sua diminuição. Já no que se refere às concentrações de Cálcio (Ca), ambas as amostras analisadas, registraram um aumento nas concentrações de cálcio, devido a uma maior adsorção desse elemento. O elemento manganês (Mn) e Cobre (Cu) foi identificado e quantificado apenas na amostra C. Foi possível observar também, que Silício (Si) e Bário (Ba), foram detectados na composição química dos adsorventes, após passarem pelo processo de adsorção por filtração, o que provavelmente implica dizer que estes metais podem estar presentes nas matrizes analisadas.

### 5.2.2 Dureza Total

De acordo com o gráfico 1, pode-se observar que embora as amostras continuem com concentrações elevadas de níveis de dureza, o adsorvente farinha de maracujá respondeu bem às expectativas, com uma redução considerável de dureza total, após passar pelo processo de adsorção, como se observa na amostra A que caiu de 840,7 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> para 680,1 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> e a amostra C que diminuiu de 960,8 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> para 800,7 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> respectivamente. Todavia, as amostras analisadas continuam em desacordo com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da saúde para o consumo humano que é de até 300 mg.L<sup>-1</sup> /CaCO<sub>3</sub>.

Gráfico 1: Valores médios das análises de Dureza após a adsorção

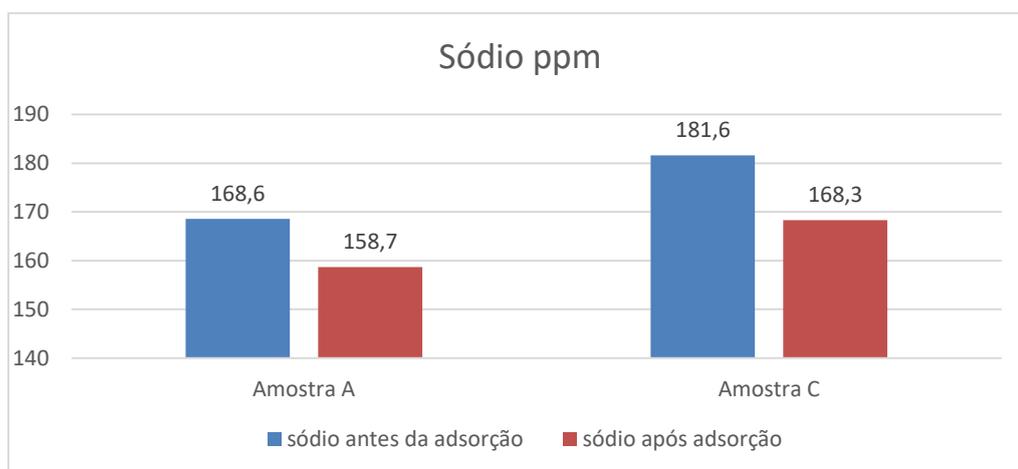


Fonte:Dados da pesquisa, 2023.

### 5.2.3 Sódio

Com relação ao gráfico 2, as amostras de águas subterrâneas dos chafarizes do município de Jaçanã-RN apresentaram uma variação considerável nas concentrações de sódio. Após o tratamento, ambas as amostras mostraram uma diminuição nos teores de sódio, diminuindo de 168,6 para 158,7 ppm na amostra A, e de 181,6 para 168,3 ppm na amostra C mantendo-se dentro do recomendado pela PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde que é de até 200 ppm.

Gráfico 2: Valores médios das análises de Sódio Na<sup>+</sup> após a adsorção

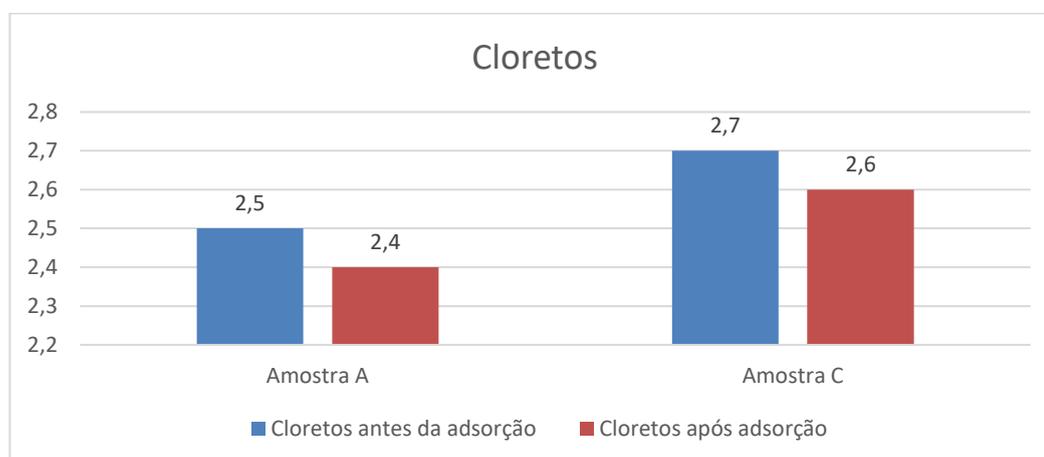


Fonte: dados da pesquisa, 2023.

### 5.2.4 Cloretos

Observa-se no gráfico 3 que, após passar pelo processo de adsorção com a farinha do maracujá, ambas as amostra A e C de águas subterrâneas do município de Jaçanã-RN mostraram leves reduções nas concentrações de cloretos, apresentando os valores de 2,4 e 2,6 mg/L respectivamente após adsorção, evidenciando o baixo teor de cloretos nas amostras analisadas, que encontram-se em conformidade com o que preconiza o ministério da saúde para valores aceitos para o teor de cloretos que é de até 250 mg/L. Neste caso dos teores de Cloretos não houve uma alteração significativa após as amostras serem tratadas com o adsorvente farinha de maracujá.

Gráfico 3: Valores médios das análises de cloretos após a adsorção



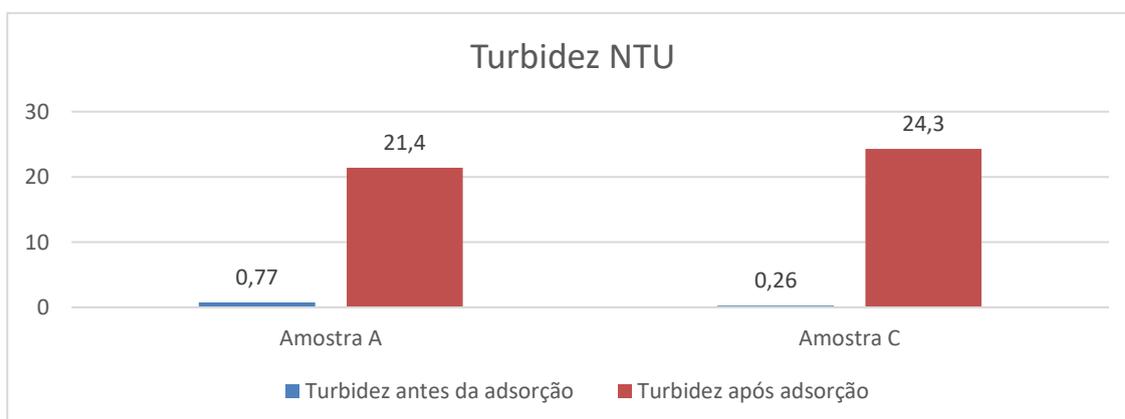
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

### 5.2.5 Turbidez

No que se refere à turbidez, as amostras A e C apresentaram um aumento significativo em comparação com seus valores iniciais, passando de 0,77 NTU para 21,4 NTU e 0,26 NTU para 24,3 NTU respectivamente após o tratamento com a farinha do maracujá.

Diante do aumento da turbidez das amostras analisadas, uma das possíveis causas, podem ser a liberação de algumas substância, como proteínas que fazem parte da composição química da farinha do maracujá, outra provável causa para aumento da turbidez das amostra A e C seria a lavagem da amostra que poderia ser realizadas mais vezes, além das 3 lavagens realizadas durante a pesquisa. Diante do exposto, pode-se afirmar que o adsorvente proveniente do maracujá não apresentou eficiência significativa para este o parâmetro da Turbidez das amostras analisadas.

**Gráfico 4:** Valores médios das análises de Turbidez após a adsorção



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

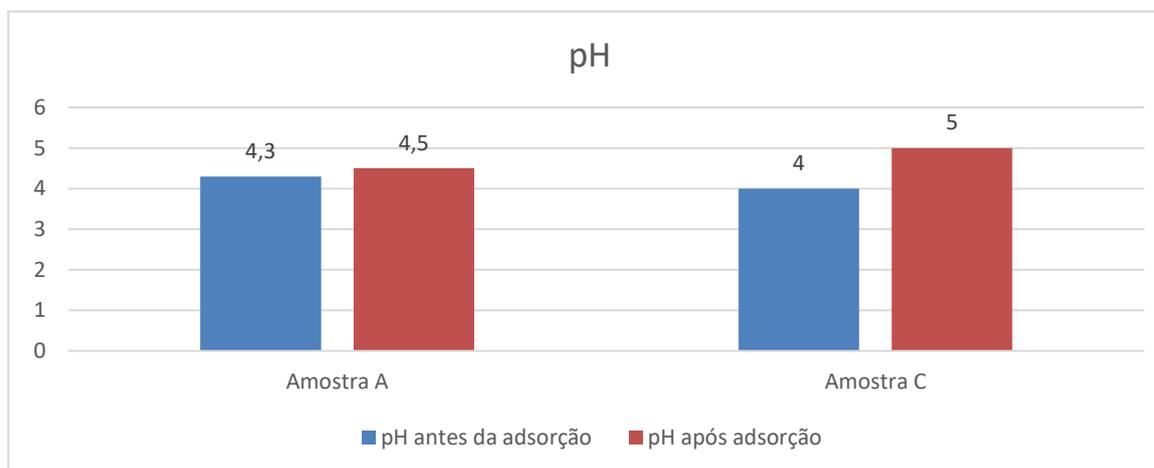
### 5.2.6 pH

Com relação ao gráfico 5, as amostras analisadas de águas subterrâneas dos chafarizes do município Jaçanã-RN apresentaram um aumento nos valores de pH. Entretanto, desde a última atualização da PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde, não existe um valor médio que sirva de referência para o pH de acordo com a nova portaria vigente do MS.

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).

**Gráfico 5:** Valores médios das análises de pH após a adsorção



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

## 6 Conclusão

Após a realização dos estudos das amostras de alguns pontos de chafarizes de águas do município de Jaçanã-RN, foi possível observar que a utilização do adsorvente natural Farinha de Maracujá foi bastante promissor para o tratamento de águas subterrâneas para abastecimento da população, visto que ocorreu a melhoria de alguns parâmetros analisados como o teor de sódio das amostras, bem como a redução da Dureza total das amostras que foram submetidas ao tratamento com o adsorvente natural.

Observou-se que alguns parâmetros após passarem pelo tratamento de adsorção com o adsorvente não se adequaram aos níveis exigidos pela PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde, como é o caso da Turbidez das amostras que aumentaram consideravelmente os seus valores após o tratamento com a farinha do maracujá.

Entretanto, embora alguns dos parâmetros analisados estejam em desacordo com o que estabelece o Ministério da Saúde, essas águas podem ser utilizadas para atividades secundárias da população local, como para higiene pessoal e trabalhos domésticos, visto que para o consumo humano ainda necessitam de uma avaliação periódica e mais criteriosa, como análises microbiológicas, para que assim possam ser consideradas a principal fonte de água potável para a comunidade jaçanaense.

Contudo, estudos posteriores poderão ser realizados, levando em consideração que ocorreu o surgimento de alguns elementos, como o Bário e o Silício após as análises de EDX nas amostras, elementos estes que podem ser de origem natural dos minerais da crosta terrestre local e até da insineração de resíduos sólidos.

O estudo da potabilidade da água é de suma importância para a saúde pública, visto que a água possui uma grande variedade de constituintes que podem provocar doenças e tem uma capacidade única de transmitir rapidamente enfermidades para um grande número de pessoas. Diante disso, este trabalho torna-se relevante por apresentar à comunidade acadêmica e ao município de Jaçanã-RN informações a respeito da qualidade das águas consumidas pela população local, visando o bem estar e a qualidade de vida das pessoas que residem neste município.

Desta forma o estudo apresenta-se relevante, pois é um trabalho pioneiro para este tipo de matriz ( águas subterrâneas), utilizando este adsorvente ( farinha de maracujá).

## 7 Referências bibliográficas

APHA - AWWA - WPCF. American Public Health Association; American Water Work Association; Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Rodger B. BAIRD, Andrew D. CLESCERI; American Public Health Association: Washington, 19th.edition, 2006.

ARAÚJO, M. C. de; SANTOS, F. M. da S.; OLIVEIRA, M. B. M. de. **Análise da qualidade da água do riacho Cavouco** - UFPE. Recife, PE. 2012/2013. Disponível em<[http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wpcontent/uploads/2013/07/MarlyetaChagas-deAraujo-ufpeTrabalho\\_2073002545.pdf](http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wpcontent/uploads/2013/07/MarlyetaChagas-deAraujo-ufpeTrabalho_2073002545.pdf)> Acesso em 01 de setembro de 2022.

AUGUSTO, L. G. S. et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Revista Ciência e saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1511-1522. 2012.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Brasília (DF), 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo**. Brasília, 2006. 212 p.

BRASIL. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Brasília (DF), 2021.  
CARDOSO, R. A. S. **Análise físico química de águas do município de Frei Martinho/ PB**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2017.

CARDOSO, RAIANY ANIELLY SILVA. **Análise Físico-Química de Águas do Município de Frei Martinho- PB**. 2017. Tese (Licenciatura) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2017.

CASALI, A. C. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 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, v.10, n.19; p. 2931, 2014.

CAVALCANTI, P. S. D. **Qualidade físico-química da água da bacia no alto do Rio Paraná Costa/GO**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado- Curso de Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2010.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-ari%C3%A1veisde-%20Qualidadedas-%C3%81guas#condutividade>. Acesso em: 28 out. 2021.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.4ed. Brasília: Funasa, 2013.

DANTAS, Lorena Vanessa Medeiros et al. **Utilização da casca do fruto da Oiticica (*Licania rígida Benth*) no tratamento de amostras de águas de poços de São José do Seridó-RN**. TCC. 2020.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**.

FUNASA, **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 4ª edição. Brasília: FUNASA, 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Acesso em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/barauna/panorama>. Acesso em: 30 jun. 2021.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

MAIA, I. B. **Desenvolvimento de Espectrômetro de Emissão em Chama de baixo custo dedicado à determinação de Na, K, e Li**. Trabalho de conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MEDEIROS FILHO, F. C. et al. **Análise físico-química de amostras de águas em diferentes cidades da Paraíba**. In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2., 2017, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Editora Realize Eventos, 2017.

MEDEIROS FILHO, F. C. et al. Aplicação da cortiça (*Quercus Suber L.*) como adsorvente natural para o tratamento de amostras aquosas. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 15-36, jul./dez., 2019.

MEDEIROS FILHO, F. C. **Utilização de adsorvente natural proveniente da cortiça para tratamento de água**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2018.

MEDEIROS, F. et al. Aplicação da cortiça como adsorvente natural para o tratamento de amostras aquosas. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 2, 2020.

MEDEIROS, J. F; GHEYI, H.R; NASCIMENTO, L.B; Salinidade solo e da água e seus efeitos na produção agrícola. In: GHEYI, H, R. et al. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas: Estudos e aplicações**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: UFRB, 2012. cap.10.

MEDEIROS, R.S. **Impactos de medidas de conservação de água na área rural: uma avaliação do programa produtor de águas na recepção do produtor.** Trabalho de conclusão de Curso. Distrito Federal, DF, 2016.

MONTEIRO, G. F. et al. Avaliação físico-química da água subterrânea de um poço do Município de Remígio-PB. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 3., 2018, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize. 2018. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V8N200228>

OLIVEIRA, A, B, F. **Potencial de Reutilização de lamas de ETA para remoção de sulfatos Caso de estudo: ETA de Santa Águeda.** 126 f. Dissertação (Mestrado Licenciatura em Ciências de Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, 2020.

OLIVEIRA, J. M.B.; CASTRO, A. C. L.; PEREIRA, E. D.; AZEVEDO, J. W.J. **Qualidade da água subterrânea em comunidades rurais de São Luís – MA.** Revista Espacios, vol. 37, n.31, p 11. 2016.p.134-157, 2014.

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.

PENA, R. F. A. **"Distribuição da água no mundo"**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em: 13 maio 2023.

PIRATOBA, A. R. A. et al. **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil.** Rev. Ambient. Água.vol. 12, n. 3 Taubaté. Jun. 2017.

PORTO, M. A. L. et al. Coliformes em água de abastecimento de lojas fast- food da Região Metropolitana de Recife (PE, Brasil). **Ciências e Saúde Coletiva**, v.16, n. 5, p.2653-2658, 2011.

QUAGGIO, C, S. et al. Variações na composição das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral em território brasileiro e sua relação com anomalias hidrogeoquímicas. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 3, p. 283-294, 2018.

QUIMIS. Aparelhos científico LDTA. **Manual de Instruções do fotômetro de chama. Q498M.** Diadema/SP. 2011.

RIGOBELLO EC, et al. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena. **Revista Acadêmica: Ciências Agrária e Ambiental**, 2009; 7(2): 219-224.

RODRIGUES, A. B. **Avaliação de risco da qualidade da água de abastecimento de um hospital público regional de urgência e emergência.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2014.

SANTOS, M. C. et al. Determinação de propriedades físico-químicas das águas do chafariz do município de Cuité-pb. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 1, p. 19, 2019.

SANTOS, M. C. et al. Determinação de propriedades físico-químicas de águas do chafariz do município de Cuité-PB. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 1, p.17-35, 2019.

SANTOS, M. C. et al. Determinação de propriedades físico-químicas de águas do chafariz do município de Cuité-pb. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 6, n. 1, p. 19, 2019.

SANTOS, S. R; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto e Saúde**, v. 13, n. 24/25, p. 46-53, out, 2013.

SILVA, A. B. et al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. **Águas Subterrâneas**, [s. l], v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.

SILVA, A. R. et al. Caracterização físico-química das águas dos poços tubulares localizados nas cidades de Cuité e Areial no semiárido paraibano. **5º Simpósio de Segurança Alimentar: Alimentação e Saúde**, Bento Gonçalves-RS, 2015.

SILVA, F. S. M. **Avaliação da qualidade da água de abastecimento do município de Jaçanã/RN**. 2019. 85 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2019.

Silva, Fablina Suzení Moraes. **Avaliação da Qualidade da Água de Abastecimento do Município de Jaçanã-RN**. TCC. 2019.

SILVA, J. M. D. **Avaliação de propriedades físico-químicas de águas de cisternas e poços subterrâneos da zona rural do município de Cuité-PB**. 2014. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2014.

SOARES, J. A. S. **Gestão de recursos hídricos: conflito pelo uso da água no açude Epitácio Pessoa - PB**. 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2014.

SOUZA, A. P. et al. Estudo analítico de águas de abastecimento utilizando tratamento com adsorvente farinha de banana verde. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 7, n. 2, p. 31-44, 2020.

SOUZA, F.P.; PERTEL, M.; TEIXEIRA, T.; FERREIRA, A. V.; MENEZES, L.E.C.F.; PEREIRA, P.S.F.; **Qualidade da água de abastecimento da comunidade tamarindo em campos dos Goytacazes/RJ**.

VILAR, P. C. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. **Ambiente Sociedade**, v. 29, n. 41, p.83-102, 2016.