



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

**UTILIZAÇÃO DA CASCA DO FRUTO DA OITICICA (*LICANIA RÍGIDA*
BENTH) NO TRATAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUAS DE POÇOS DE SÃO
JOSÉ DO SERIDÓ – RN**

LORENA VANESSA MEDEIROS DANTAS

CUITÉ – PB

2021

LORENA VANESSA MEDEIROS DANTAS

**UTILIZAÇÃO DA CASCA DO FRUTO DA OITICICA (*LICANIA RÍGIDA*
BENTH) NO TRATAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUAS DE POÇOS DE SÃO
JOSÉ DO SERIDÓ – RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Campina Grande – PB, para obtenção do grau de graduada em Licenciatura em Química sob a orientação da Prof^ª. Dra. Denise Domingos da Silva.

CUITÉ – PB

2021

D192u

Dantas, Lorena Vanessa Medeiros.

Utilização da casca do fruto da Oiticica (*Licania rigida* Benth) no tratamento de amostras de águas de poços de São José do Seridó - RN. / Lorena Vanessa Medeiros Dantas. - Cuité, 2021.

42 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2021.

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

Referências.

1. Análise de água. 2. Água subterrânea. 3. Adsorvente natural. 4. Água de poço. 5. Oiticica - casca - água de poço. 6. *Licania rigida* Benth. 7. Água de poço - São José do Seridó - RN. 8. Casca do fruto da Oiticica. I. Silva, Denise Domingos da. II. Título.

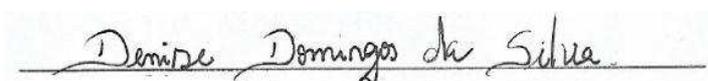
CDU 54(043)

LORENA VANESSA MEDEIROS DANTAS

**UTILIZAÇÃO DA CASCA DO FRUTO DA *LICANIA RÍGIDA* (OITICICA) NO
TRATAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUAS DE POÇOS DE SÃO JOSÉ DO
SERIDÓ – RN**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da
Universidade Federal de Campina Grande para a obtenção do grau de Licenciado em
Química

BANCA EXAMINADORA



Prof^a Dr^a Denise Domingos da Silva (Orientadora) UFCG/CES/UABQ

Prof^a Dr^a Vilma Araújo da Costa (Avaliadora) UFRN

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

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais e meus irmãos e minha avó Mariquinha (in memória), pois gostaria muito que ela estivesse presente nesse momento, amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cuité – PB e aos governos que incentivaram a expansão universitária nos sertões, esta Universidade fez a diferença na minha vida!

Aos meus amparadores espirituais, eu sei que estiveram me ajudando em toda esta caminhada, não foi fácil, mas estou finalizando este ciclo, vocês são demais!

A minha avó Mariquinha, quantas saudades vovó, de onde você estiver espero que esteja vendo esta conquista, pois sempre foi exemplo de força pra mim, e jamais te esquecerei.

A Professora Denise pelo incentivo e apoio, é minha referência como profissional, obrigada por tudo, eu faria tudo novamente professora, um dia espero ser um pouco parecida contigo. Minha eterna gratidão e admiração!

A Professora Vilma pelas sugestões aqui acatadas e colaboração nesta banca, muito obrigada!

Ao professor João Batista por ter aceitado o convite de participar desta banca, e por suas contribuições ao trabalho, muito obrigada!

A minha família, principalmente aos meus pais por sempre me apoiarem, e incentivarem durante a minha caminhada, vocês são meu alicerce!

Aos meus irmãos, senti muitas saudades e infelizmente perdi muitas coisas do crescimento de vocês, mas vocês sempre estiveram no meu coração!

A Jussiê, que além de namorado é meu grande incentivador, obrigada por tudo!

Ao meu amigo, colega e parceiro de trabalho, Carlos, eu não tenho palavras pra agradecer o quanto você me deu forças nesta caminhada!

Aos meus colegas e amigos, Bibia, Ana Maria, Moisés, Jonas, Joklevson, Breno, Romildo, Anderson, Victória, Cylla e Djaine, aprendi demais com vocês, foi muito bom compartilhar conhecimento e risadas com todos!

A Mika, uma amiga muito querida, que chegou no finalzinho do curso, mas que é muito especial e esteve comigo nesse momento de tão importante!

A professora Joana, carinhosamente chamada por mim de Tia Jô, muita saúde, paz, e vida longa, foi muito importante para mim nesta caminhada, sentirei saudades!

Ao professor Juliano Rufino por ser um grande exemplo de profissional e um grande incentivador para continuar nesta caminhada!

Ao CA de Química, por poder contar com vocês nessa luta tão bonita e necessária!

A minha cliente que virou amiga, Carol, e ainda ganhei uma sobrinha (Clarice) de coração, muito obrigada por tudo!

A família que adotei como minha em Cuité, Chiquinha, Seu Antônio, Alicinha, Fabrícia, Cidinha e Bruninho, obrigada pelo acolhimento, vocês foram meu lar nesta caminhada!

Ao Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental, por proporcionar tanto aprendizado e mesmo com todas as limitações promove conhecimento científico de alta qualidade para a comunidade acadêmica!

A todos os professores que contribuíram para minha formação profissional, eu sou apenas gratidão!

A todos os funcionários desta instituição que de forma incansável sempre cuidaram para que esta passagem fosse a mais agradável possível, deixando os ambientes limpos, dando um bom dia ou boa tarde, obrigada!

“Deus me proteja de mim e da maldade de gente boa,
da bondade da pessoa ruim,
Deus me governe e guarde ilumine e zele assim”.

Francisco César Gonçalves

RESUMO

A problemática da água é um fator que atinge grande parte do Brasil, e principalmente a região nordeste que possui longos períodos de estiagem, o que torna a água um bem de difícil acesso à população. Levando em consideração esse contexto, a utilização de águas subterrâneas estabeleceu-se como sendo a forma mais acessível que a população dispõe para suprir suas necessidades básicas de consumo. Entretanto, o uso indiscriminado destas fontes torna-se um veículo passível de contaminação química e essa, por conseguinte, poderá provocar danos à saúde humana como o aparecimento de patologias, desta forma, a utilização de tratamentos de águas com adsorventes naturais é um recurso de baixo custo, de fácil acesso e sem riscos de contaminação química. Nessa perspectiva, como o nordeste já teve como fonte de renda a extração do óleo da Oiticica (*Licania Rigida*) a utilização da casca do fruto da Oiticica mostra-se uma possível fonte de utilização como adsorvente natural para tratamento de águas. Este trabalho teve como objetivo demonstrar a eficiência do adsorvente natural proveniente do fruto da Oiticica como meio viável e de baixo custo para tratamento da redução da condutividade elétrica e dureza total de águas. Para isso, foi necessário realizar determinações de pH, turbidez e condutividade elétrica. Como também, o teor de cloretos, alcalinidade, dureza total, STD e as concentrações de sódio e potássio pela técnica do fotômetro de chama. Em seguida foi analisado no Espectrômetro de Fluorescência de Raios - X por Energia Dispersiva - EDX a composição química da casca do fruto da oiticica in natura e após o tratamento das amostras. Após a realização do estudo foi possível verificar a eficiência da casca da Oiticica como adsorvente natural para tratamento de amostras de águas. Com este adsorvente foi possível constatar a redução da condutividade elétrica e da dureza total e ainda as concentrações de STD. O adsorvente natural utilizado proveniente da Oiticica apresenta-se como promissor por ser um material viável economicamente, não trás riscos a saúde humana e não polui o meio ambiente após sua utilização.

Palavras-chave: Análise de águas; Casca do fruto da Oiticica; Adsorvente natural;

ABSTRACT

The problem of water is a factor that affects much of Brazil, and especially the northeastern region, which has long periods of drought, which makes water an asset that is difficult for the population to access. Taking this context into account, the use of groundwater has established itself as being the most accessible way that the population has to meet their basic consumption needs. However, the indiscriminate use of these sources becomes a vehicle liable to chemical contamination and this, therefore, may cause damage to human health such as the appearance of pathologies, in this way, the use of water treatments with natural adsorbents is a resource of low cost, easy access and no risk of chemical contamination. In this perspective, as the northeast already had the extraction of oil from Oiticica (*Licania Rigida*) as a source of income, the use of the peel of the fruit of Oiticica is a possible source of use as a natural adsorbent for water treatment. This work aimed to demonstrate the efficiency of the natural adsorbent from the Oiticica fruit as a viable and low-cost medium for treating the reduction of electrical conductivity and total hardness of water. This work aimed to demonstrate the efficiency of the natural adsorbent from the Oiticica fruit as a viable and low cost means for treating the removal of electrical conductivity and total water hardness. For this, it was necessary to carry out determinations of pH, turbidity and electrical conductivity. For this, it was necessary to carry out determinations of pH, turbidity and electrical conductivity. As well as, the chloride content, alkalinity, total hardness, STD and the sodium and potassium concentrations by the flame photometer technique. Then, the chemical composition of the skin of the fruit of the Oiticica in natura was analyzed in the X – ray fluorescence spectrometer Dispersive Energy – EDX and after the treatment of the samples. After conducting the study, it was possible to verify the efficiency of cork as a natural adsorbent for the treatment of water samples. With this adsorbent, it was possible to verify the reduction of electrical conductivity and total hardness and also the concentrations of STD. The natural adsorbent used from Oiticica is promising because it is an economically viable material, does not pose risks to human health and does not pollute the environment after use.

Keywords: water analysis; peel of the fruit Oiticica; natural adsorbent;

SUMÁRIO

2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Águas	11
3.2 Águas subterrâneas	12
3.3 ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	12
3.3.1 Turbidez.....	12
3.3.2 Condutividade elétrica.....	13
3.3.3 pH.....	13
3.3.4 Alcalinidade.....	14
3.3.5 Cloretos.....	14
3.3.6 Dureza total.....	15
3.3.7 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	15
3.4 Contaminação Química da Água	16
3.5 Adsorção	16
3.6 Adsorventes Naturais	17
3.6.1 Casca do fruto da oiticica (<i>Licania Rigida</i>) como adsorvente natural	17
4. METODOLOGIA	19
4.1 Área de Estudo.....	19
4.2 Coleta das Amostras	20
4.3 Caracterização dos parâmetros físico-químicos.....	21
4.3.1 pH.....	22
4.3.2 Condutividade Elétrica	22
4.3.3 Turbidez.....	22
4.3.4 Dureza Total	22

4.3.5	Cloretos.....	23
4.3.6	Alcalinidade.....	23
4.3.7	Sólidos Dissolvidos Totais	23
4.3.8	Concentração de potássio e sódio no Fotômetro de chama.....	23
4.4	Coleta e preparação do adsorvente	24
4.5	Determinação da granulometria do adsorvente	24
4.6	Processo de tratamento do adsorvente.....	25
4.7	Cromatografia em coluna	26
4.9	Espectrômetro de Fluorescência de Raios – X por Energia Dispersiva (EDX) ..	27
5.	RESULTADOS ANTES DO PROCESSO DE ADSORÇÃO.....	28
5.1.1	pH.....	28
5.1.2	Condutividade Elétrica.....	29
5.1.3	Turbidez	30
5.1.4	Alcalinidade	31
5.1.5	Cloretos.....	31
5.1.6	Dureza Total.....	32
5.1.7	STD	33
5.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES APÓS ADSORÇÃO DA CASCA DO FRUTO DA OITICICA (<i>LICANIA RIGIDA</i> BENTH).....	34
5.2.1	pH.....	34
5.2.2	Condutividade Elétrica	35
5.2.3	Cloretos.....	36
5.2.4	Dureza.....	37
5.2.5	STD.....	38
5.2.6	Concentração de Sódio e Potássio no fotômetro de chama.....	39
5.2.7	Caracterização da casca do fruto da <i>Licania Rigida</i> por meio do EDX após tratamento das amostras	41

6. CONCLUSÃO	44
7. REFERÊNCIAS	46

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Árvore Oiticica (<i>Licania Rigida</i> Benth).....	18
Figura 2. Mapa do Rio grande do Norte e identificação de São José do Seridó – RN.....	19
Figura 3. Imagem de satélite do município de São José do Seridó – RN com os pontos de coletas das amostras analisadas.....	20
Figura 4. Condutivímetro usado nas medidas realizadas.....	22
Figura 5. Imagem do processo de preparação do adsorvente: (1) – fruto seco, (2) – Casca do fruto da Oiticica quebrada, (3) – Casca do fruto da oiticica triturada.....	24
Figura 6. Imagem do processo de granulometria do adsorvente de trabalho: (A) – Pesagem da casca do fruto da oiticica triturada, (B) - Material dentro do Rot-up para o processo de agitação e peneiras, (C) – Adsorventes de 125 e 250 μ m, respectivamente.....	25
Figura 7. Adsorvente em processo de lavagem com água destilada.....	26
Figura 8. Granulometrias escolhidas para o tratamento das amostras.....	26
Figura 9. Equipamento (EDX) em que foi realizada a identificação dos componentes químicos do adsorvente.....	28
Figura 10. Ósmio na forma de osmirídio, o mineral mais denso conhecido.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de pH das águas de poços de São José do Seridó – RN.....	28
Tabela 2. Valores médios de Condutividade Elétrica das águas de poços de São José do Seridó – RN.....	29
Tabela 3. Valores médios da Turbidez (NTU) das águas de poços de São José do Seridó – RN.....	30
Tabela 4. Valores médios da Alcalinidade dos poços de São José do Seridó – RN.....	31
Tabela 5. Valores médios dos Cloretos presentes nos poços de São José do Seridó – RN.....	31
Tabela 6. Valores médios da dureza total das águas dos poços analisados em São José do Seridó – RN.....	32
Tabela 7. Valores médios dos STD dos poços analisados em São José do Seridó – RN.....	33
Tabela 8. Valores de pH após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor resultados.....	34
Tabela 9. Valores de Condutividade elétrica após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor concentrações.....	35
Tabela 10. Valores de Cloretos após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor concentrações.....	36
Tabela 11. Valores de dureza total após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor valor.....	37
Tabela 12. Valores de STD após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor valor.....	38
Tabela 13. Valores de Sódio e Potássio antes e após a utilização do adsorvente nos pontos PB, PC e PD.....	39
Tabela 14. Percentual dos elementos químicos presentes na casca do fruto da Oiticica (<i>Licania Rigida</i>) antes e após adsorção por meio do EDX.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 . Classificação das peneiras do equipamento de Rot-up.....25

Quadro 2. Classificação da dureza das águas.....33

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

MS – Ministério da Saúde

CE – Condutividade Elétrica

pH – Potencial Hidrogeniônico

STD – Sólidos Totais Dissolvidos

PET - Politereftalato de etileno

EDX - Espectrômetro de Fluorescência de Raios – X por Energia Dispersiva

PA – Poço A

PB – Poço B

PC – Poço C

PD – Poço D

PE – Poço E

1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso fundamental para existência e manutenção das espécies de todo o planeta, é o líquido mais abundante existente e está presente em todos os seres vivos. Definitivamente, sem a mesma não sobreviveríamos mais do que poucos dias. É importante ao organismo para eliminar as toxinas e impurezas, e para um bom funcionamento de nossas funções vitais (BRASIL, 2014). Com isso, torna-se de extrema importância o uso desse recurso para a existência da vida.

Dessa forma, é necessário de acordo com os órgãos responsáveis que toda e qualquer água que seja utilizada para consumo esteja dentro dos parâmetros estabelecidos, para que não causem danos à saúde daqueles que a consomem, portanto indica-se, com a finalidade básica de torna-la segura do ponto de vista de potabilidade, que seja feito seu tratamento, para que possa eliminar as impurezas prejudiciais e nocivas à saúde humana.

Tendo em vista essa necessidade de tratamento das águas para o consumo humano, devemos levar em consideração que o Brasil é uma das nações com maior disponibilidade hídrica no mundo, mas sua distribuição não é igualitária e cerca de 8% da reserva de água doce encontra-se no Brasil (BRANDÃO *et al.*, 2019). Nesse contexto de insegurança hídrica que grande parte das regiões brasileiras passam, temos como referência a Região Nordeste, que como fonte alternativa utiliza águas de poços subterrâneos.

No Nordeste brasileiro e mais precisamente na região Seridó do Rio Grande do Norte, há longos períodos de estiagens. Dessa forma, vem se utilizando de águas subterrâneas para manutenção das atividades diárias da população, na qual é utilizada para o abastecimento de suas residências, criação de animais, cultivo de suas lavouras, entre outras atividades do cotidiano.

Assim, com a finalidade de amenizar essa problemática, as águas subterrâneas se tornaram uma fonte de abastecimento necessária para as populações diante de um cenário na qual encontramos secas e reservatórios vazios, tanto pela irregularidade pluviométrica quanto pela alta evaporação (SILVA, *et al.*, 2018; FARIAS, *et al.*, 2016).

De acordo com estudos encontrados na literatura, o tratamento de amostras de águas utilizando adsorvente natural tem se destacado de forma viável e promissora na região nordeste. Esses novos materiais adsorventes que apresentam um baixo custo tem atraído à atenção de pesquisadores atualmente, principalmente por não trazer impactos ao meio ambiente e ser de fácil acesso. Como alguns estudos já realizados com adsorventes não convencionais como a quitosana, o bagaço de cana, a fibra de coco, (ZANAROTTO *et al.*, 2008) a cortiça (MEDEIROS FILHO, 2018) a semente da acerola (SILVA, *et al.*, 2017), entre outros, tem se mostrado eficiente para a diminuição e controle de alguns parâmetros físico-químicos, dessa forma os adsorventes naturais devem ser cada vez mais utilizados para o tratamento de águas.

Portanto, com o intuito de divulgar o conhecimento científico e encontrar possíveis potenciais encobertos quanto à potencialidade de adsorventes naturais, estima-se analisar as águas subterrâneas da cidade de São José do Seridó – RN, e em seguida ser feita o tratamento das amostras com a casca do fruto da *Licania Rígida*.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar as propriedades físico-químicas de águas de poços de São José do Seridó – RN e propor um tratamento para estas águas, utilizando a casca da semente da *Licania Rígida* por meio da técnica de Cromatografia em coluna.

2.2 Objetivos Específicos

- ♣ Coletar as amostras de água de águas subterrâneas no Município de São José do Seridó – RN;
- ♣ Realizar as determinações de pH, turbidez e condutividade elétrica das amostras de água;
- ♣ Determinar o teor de cloretos, alcalinidade, dureza total e sólidos totais;
- ♣ Analisar a composição química antes e após o tratamento das amostras de águas do adsorvente utilizado;
- ♣ Utilizar a casca do fruto da Oiticica (*Licania Rígida*) como adsorvente natural no tratamento das amostras;

- ♣ Avaliar a eficácia da casca do fruto da Oiticica (*Licania Rigida*) como adsorvente no tratamento de amostras de águas de poços por meio da análise de EDX;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

No levantamento de dados nas bases científicas constataram-se estudos interessantes que envolvem distribuição de águas no Brasil e Nordeste, uso de águas de poços no sertão, utilização de adsorventes naturais e possíveis tratamentos em que podem ser aplicados em águas, estudos estes que podem contribuir de forma significativa para esta pesquisa.

3.1 Águas

De acordo com a Agência Nacional de águas (2020), estima-se que o Brasil possua aproximadamente 12% de toda água potável do planeta. Mas a distribuição natural desse recurso não acontece de forma harmônica e equilibrada.

No entanto, não é mais mistério que os recursos hídricos do planeta estão se esgotando de maneira sucessiva e que, é confirmada esta problemática em relação ao Nordeste, pelos resultados de pesquisas realizadas pela (ANA), de que 70% de 1,3 mil municípios do semiárido brasileiro podem ter problemas de abastecimento de água até 2025 (SUZUKI; 2006), problemas estes que já são vivenciados há alguns anos em cidades do interior.

De acordo com Aith (2015), desde 1966 que a Organização das Nações Unidas (ONU) declara em seus documentos que a água é um recurso e bem jurídico a ser protegido. O documento do Pacto dos Direitos Econômicos, Sociais Culturais de 1966 (ONU, 1966), ratificado pelo Brasil em 1992, afirma que todos os povos podem usufruir livremente de seus recursos naturais e que em caso algum poderá o povo ser privado de seus próprios meios de subsistência. Portanto, a água insere-se como um bem essencial para a subsistência humana.

Dessa forma, como o semiárido do Nordeste é caracterizado pelo baixo nível de chuvas, uma das soluções encontradas para amenizar os impactos causados pela seca foi à perfuração do solo na busca por reservatórios de água subterrânea (SANTOS, 2018).

Nessas águas há uma grande variedade de elementos e substâncias químicas dissolvidas e a sua fonte é o intemperismo natural das rochas, resultante de fluxo de água que dissolve os minerais e transporta os íons dissolvidos (PARRON, 2011).

3.2 Águas subterrâneas

A água subterrânea é toda a água que se encontra abaixo da superfície da terra, e de acordo com estudos feitos ao longo dos anos sabemos que o subsolo da região Nordeste é constituído em sua grande parte por rochas cristalinas e por este motivo as águas subterrâneas ocorrem em fraturas, falhas e fissuras entre as rochas, podendo se manifestar como águas doces, salobras ou salgadas, como assim são classificadas, promovendo um papel essencial na manutenção da vida do nordestino, da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos (SANTOS, *et al.*, 2018 *apud* AYRES, *et al.*, 1999).

No Brasil, e principalmente no Nordeste brasileiro a crise hídrica atinge grande parte da população, especialmente nas regiões que não possuem reservatórios de grande porte, e nessas regiões os mananciais existentes não conseguem suprir as necessidades básicas de abastecimento, tanto para o consumo humano quanto para a utilização nas culturas (ANA, 2020).

E em consequência dessa falta de água doce, a solução é o uso de águas subterrâneas, que decorre no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias que promovam uma melhoria na utilização de águas dos poços e possibilita a exploração desses recursos (BRASIL, 2017).

3.3 ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos da água de acordo com Dantas, *et al.*, (2020) fornece a definição da qualidade da água que se dá por meio da lei e dos órgãos que a normalizam, na qual estabelecem os padrões de qualidade que são determinados com limites aceitáveis das substâncias presentes no fluído de acordo com a sua forma de utilização.

3.3.1 Turbidez

A definição de turbidez pode ser dada como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A dificuldade à penetração da luz na água ocorre

devido a presença de material em suspensão, dessa forma, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas) (BRASIL, 2006). A turbidez pode ser reduzida por meio do processo de sedimentação, e o valor aceitável está compreendido entre 3 a 500 unidades NTU, e para fins de potabilidade ela deve ser inferior a 1 unidade de NTU.

De acordo com a FUNASA (2013) a análise da turbidez da água tem sua relevância, quando esta apresenta valor elevado, e dependendo de sua natureza, pode haver a formação de flocos pesados que decantam de forma mais rápida do que água com baixa turbidez. Além disso, a turbidez é um indicador sanitário e padrão organoléptico da água para o consumo humano.

3.3.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica representa a capacidade da água natural de condução elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Mais comumente são íons de ferro e manganês, mas também K^+ , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , desta forma, em consequência disso, é diretamente proporcional à concentração iônica (LIBÂNIO, 2010).

Na legislação brasileira não existe um limite superior no qual determina este parâmetro tido como aceitável. No entanto, deve-se notar que variações na condutividade da água, mesmo que não cause dano imediato ao ser humano, pode indicar contaminação do meio aquático por efluentes (LORDELO, *et al.*, 2016).

Deve ser expressa em unidades de resistência (Ω ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). A unidade mais usual para expressão da resistência elétrica da água atualmente é da unidade “S” (Siemens) (BRASIL, 2006).

3.3.3 pH

O potencial hidrogênio (pH) apresenta a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+) em uma solução (BRASIL, 2006). No cotidiano dos laboratórios das estações de tratamento ou empresas de abastecimento, por exemplo, o pH é analisado e ajustado quando se é necessário para favorecer o processo de coagulação e/ou floculação da água e também o controle da desinfecção.

O valor do pH abrange uma escala de 0 a 14. Quando a água apresenta pH abaixo de 7, a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Caso apresente pH 7 a definimos como neutra (FUNASA, 2013).

3.3.4 Alcalinidade

A alcalinidade aponta a quantidade de íons presentes na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Constitui, portanto, a medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo assim para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH (BRASIL, 2006).

Caracteriza a habilidade de neutralizar os íons H^+ , sendo constituída principalmente de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. A importância do conhecimento das concentrações destes íons possibilita obter informações sobre as características corrosivas ou incrustantes da água (MACÊDO, 2001).

E ainda assim, a alcalinidade apresenta importante função durante o processo de potabilidade das águas para consumo humano, principalmente quando se trata do processo de coagulação, pois minimiza a redução considerável do pH após a dispersão do coagulante (LIBÂNIO, 2010).

3.3.5 Cloretos

Os cloretos podem apresentar-se em águas naturais, são provenientes da dissolução de sais presentes na água na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio e geralmente estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. A presença desse componente acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e alumínio, além de alterar o sabor da água (ALVES, 2001). E, se apresentado em concentrações elevadas em águas doces são indicadores de poluição por esgoto doméstico (LENZI, 2009).

Sendo assim, águas com concentrações de 250 mg Cl^-/L podem apresentar sabor salino perceptível, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio (Na^+). No entanto, quando o cátion predominante for cálcio ou magnésio, o gosto salino pode ser perceptível apenas a uma concentração de cloreto acima de 1000 ppm (MORAIS, *et al.*, 2014; BACCAN, 2001).

3.3.6 Dureza total

A dureza é a característica designada à água por apresentar sais de metais alcalinos terrosos como magnésio e cálcio, indicando a concentração de cátions multivalentes na água (LIBÂNIO, 2010).

A dureza da água é expressada pelas unidades mg/L que equivalem em quantidade de carbonato de cálcio (CaCO_3) e pode ser classificada em mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO_3 ; dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3 ; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3 ; e muito dura: >300 mg/L de CaCO_3 . Valores desta amplitude normalmente não são encontrados em águas superficiais no Brasil, podendo ocorrer com mais facilidade e, em menor concentração, em aquíferos subterrâneos (COSTA, *et al*; 2016; FUNASA, 2014).

A dureza ainda pode ser classificada como temporária ou permanente. A dureza temporária, também conhecida de dureza de carbonatos, onde os bicarbonatos se decompõem em gás carbônico, e a água e os carbonatos insolúveis se precipitam através da ação do calor. Esse tipo de dureza persiste à ação dos sabões e gera incrustações. Já a dureza permanente ou dureza de não carbonatos corresponde à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, que também resiste à ação dos sabões, porém não produz incrustações devido seus sais serem muito solúveis na água e não serem decompostos pela ação do calor (FUNASA, 2013).

3.3.7 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os sólidos dissolvidos totais (SDT) é todo o resíduo que resta após a evaporação de uma porção de amostra à sua posterior secagem em estufa, até seu peso constante, também conhecido por resíduo total.

De acordo com Estevam, *et al.*, (2019) os sólidos dissolvidos totais (ou SDT) representam a medida de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas em uma amostra um dado líquido, apresentando a proporção de diferentes sólidos. Existe um leque de uso da análise de SDT: ela pode revelar se a água está pura ou poluída, por exemplo, e pode ser usada na agricultura na irrigação de culturas, dentre outros fins.

São representados pela soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água e são expressos em mg L^{-1} e mede a concentração de substâncias iônicas. A determinação dos STD indica a presença de substâncias químicas contaminantes. As substâncias dissolvidas podem conter íons orgânicos e íons inorgânicos (como

carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio e sódio) e em concentrações elevadas podem ser prejudiciais (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

3.4 Contaminação Química da Água

Segundo Dantas e colaboradores (2020) grande parte das doenças que acometem a população são provenientes de elementos químicos presentes nas águas, tais como, alumínio, cádmio e chumbo ou substâncias tóxicas de natureza orgânica, isso se dá pelo fato de não haver um tratamento apropriado, e a população por necessitar, consumir estas águas mesmo com qualidade duvidosa.

A contaminação química por meio de efluentes pode gerar consequências significativas na vida daqueles que consomem a água contaminada, inclusive adquirir patologias para toda a vida (DANTAS, *et al.*, 2020).

Portanto, a garantia da qualidade da água para consumo humano deve ser assegurada pelos serviços de abastecimento de água, sendo eles públicos ou privados, de forma que a água distribuída a população apresente todas as características de qualidade estabelecidas pela legislação vigente (FUNASA, 2013).

3.5 Adsorção

A adsorção é uma técnica de transferência de massa, a qual estuda a capacidade de certos sólidos se agruparem na sua superfície, proveniente de substâncias presentes em fluidos líquidos ou gasosos, possibilitando a fragmentação dos componentes desses fluidos (NASCIMENTO, *et al.*, 2020).

De acordo com Santos, *et al.*, (2017) os solutos adsorvidos são denominados como adsorvatos e o material sólido que é a fase rígida permanente é o adsorvente, uma vez que os constituintes adsorvidos concentram-se na superfície externa, quanto maior essa concentração na superfície externa por unidade de massa sólida, mais favorável será a adsorção (NASCIMENTO, *et al.*, 2020). Dessa forma, a adsorção tornou-se um método popular e tecnológico para remoção de algumas substâncias químicas que apresentam resistência aos tratamentos físico-químicos.

Esse método é objeto de interesse de estudiosos há muitos anos, mostrando capacidade tecnológica, biológica, além de poder ser aplicada em práticas na indústria e na proteção ambiental, tornando-se uma ferramenta útil em vários setores (NASCIMENTO, *et al.*, 2020).

De acordo com Santana *et al.*, (2020) a adsorção é um dos processos mais eficientes quando se trata de tratamento de águas, a fim de amenizar os níveis de compostos tóxicos entregues ao meio ambiente.

3.6 Adsorventes Naturais

De acordo com Medeiros Filho (2019), o adsorvente utilizado em tratamentos de efluentes tem a função de garantir a remoção de forma eficiente de contaminantes, promovendo o reuso da água, onde geralmente seria descartada pela falta de utilidade vista pela sociedade, tornando-a apropriada para o consumo.

Dessa forma, pode-se observar uma nova classe de adsorventes, isto se deve a algumas características peculiares que conferem a estes materiais importantes vantagens com relação aos materiais tradicionais. Os chamados adsorventes naturais, bioadsorventes, de baixo custo ou alternativos, pois em geral esses materiais são abundantes na natureza ou são subprodutos agroindustriais. Estes materiais podem ser utilizados sem tratamento ou submetidos a modificações destinadas a potencializar sua eficiência (RESENDE, 2019; AHMARUZZAMAN, 2008; LIN E JUANG, 2009; DE GISI *et al.*, 2016)

O adsorvente natural é designado a qualquer material que não seja produzido sinteticamente e que apresente propriedades adsorptivas de espécies químicas de origem inorgânica ou orgânica (MADRID *et al.*, 1997).

Considerando esses fatores, a escolha do adsorvente é fundamental no processo de tratamento das águas. Tendo em vista que nos dias atuais, a um grande leque de variedade de adsorventes no comércio, no entanto os mais utilizados são o carvão ativado e a sílica-gel, mas aos poucos outros estão ganhando espaço no mercado por sua eficiência e baixo custo (MEDEIROS FILHO, *et al.*, 2017).

3.6.1 Casca do fruto da oiticica (*Licania Rigida*) como adsorvente natural

O fruto da oiticica é constituído em sua maior parte por uma amêndoa, na qual se extrai um óleo que é utilizado em grande escala na indústria, e envolvido por uma casca fina, fibrosa e quebradiça, que após ser submetida à secagem ao sol, ou algum equipamento de secagem como a estufa, é fácil ser removida, sua cor varia entre pardo e o marrom após estar seca, e a casca compõe cerca de 27 a 35% da massa total do fruto (QUEIROGA, *et al.*, 2016; BAYMA, 1957; STRAGEVITCH *et al.*, 2005).

Figura 1. Árvore Oiticica (*Licania Rigida* Benth)



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Próximo à epiderme das sementes da *Licania Rigida*, há uma maior concentração de moléculas hidrofóbicas, possivelmente com funções impermeabilizadoras que protegem a amêndoa (QUEIROGA, *et al.*, 2016), que de acordo com Monteiro *et al.*, (2005) ao fazer alguns cortes nas casca do fruto verde constatou uma grande quantidade de tanino, que está ligada a proteção do fruto e atividade antimicrobiana, mas que de acordo com Pessoa (2015), que fez o teste de toxicidade em extratos etanólicos com sementes da *L. Rigida* foi observado que apresentou baixo ou nenhuma toxicidade de acordo com os ensaios feitos.

Dentro desta perspectiva, não foi encontrada nas bases de busca científicas analisadas nenhuma aplicação da casca do fruto da oiticica como adsorvente natural ou usada em tratamentos de águas, portanto, como é uma planta típica do nordeste e mais especificamente do sertão nordestino, tivemos o interesse de estudá-la como adsorvente e promover o uso desta casca do fruto da oiticica como bioadsorvente e observar sua eficiência.

3.7 Cromatografia em Coluna

A cromatografia é considerada uma técnica clássica, utilizada rotineiramente na separação de substâncias em laboratórios de pesquisa e aplicada a todas as áreas da ciência. Mais precisamente um método físico-químico de separação, na qual se baseia na migração de diferentes constituintes de uma determinada mistura, onde existe interação entre duas fases imiscíveis (XAVIER, 2020).

A cromatografia torna-se primordial no acompanhamento das reações de modificação química e na purificação dos produtos obtidos (FRANCISCO, *et al.*, 2017). No transcorrer da passagem da fase móvel sobre a fase estacionária os componentes da mistura são separados pelas duas fases de maneira que cada um deles é seletivamente parado pela fase estacionária o que ocasiona migrações diferenciais desses componentes. De maneira geral, a coluna cromatográfica é constituída por um tubo de vidro em posição vertical contendo a extremidade superior aberta e a inferior é estreita terminando com uma torneira que permite o controle da vazão da fase móvel (SILVA, 2019; VICHENEWSKI, 2006).

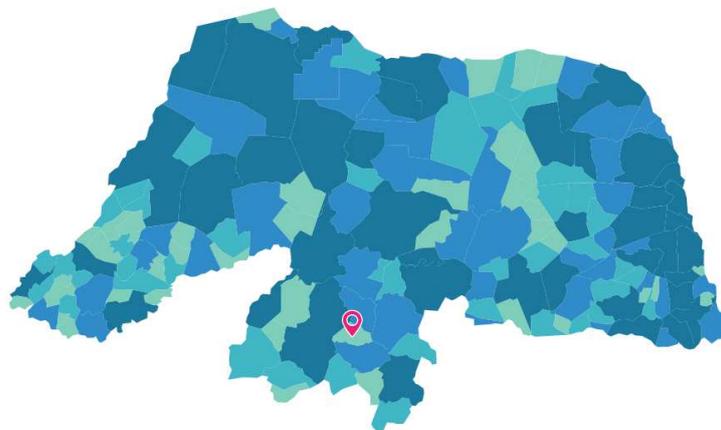
4. METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A área a ser estudada está localizada no município de São José do Seridó – RN, há 254,6 km de distância da capital do Estado do Rio Grande do Norte, Natal – RN, e distante 355,7 km da capital do Estado da Paraíba, João Pessoa – PB. Atualmente tem uma população estimada de 4.665 habitantes e área territorial de 174,505 km² (IBGE, 2020).

Está inserida na microrregião Central Potiguar, popularmente conhecida como Seridó potiguar, o que torna a localidade vulnerável as variações climáticas e chuvas irregulares, que há alguns anos atinge o município fortemente. Geologicamente o município abrange terrenos pertencentes ao Embasamento Cristalino, com rochas da Formação Seridó da idade Pré-Cambriano, 579 milhões de anos caracterizada por biotita xisto, sericita xisto, filitos e calcários. O solo é Bruno não Cálcio, Sílico-Argiloso e Pedregoso (CPRM, 2005).

Figura 2. Mapa do Rio grande do Norte e identificação de São José do Seridó - RN



Fonte: IBGE, 2020

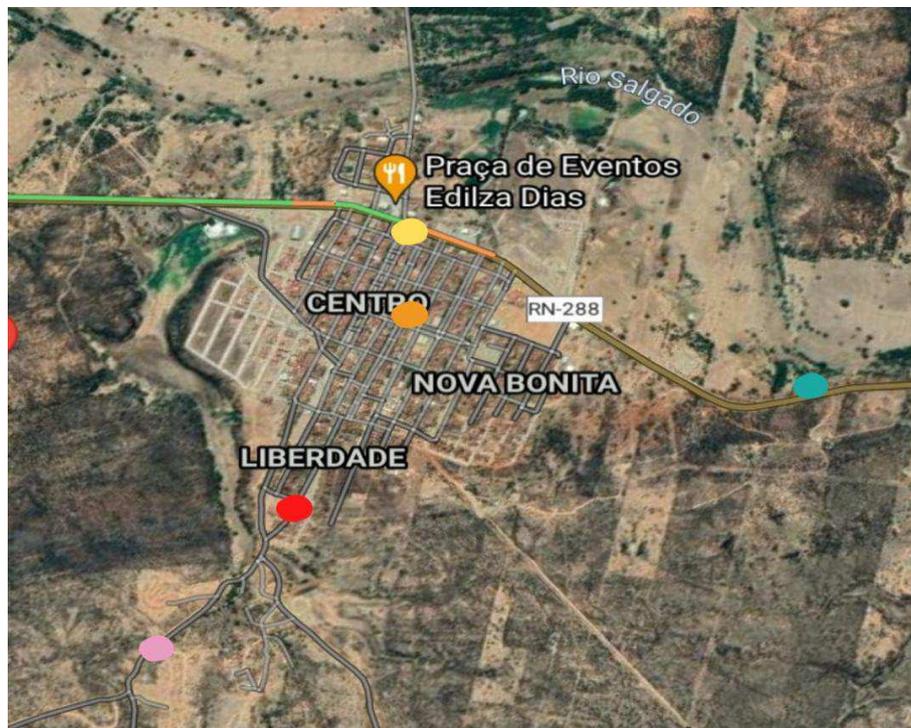
O sistema de abastecimento da cidade acontece por meio da CAERN, mas há muitos anos devido à falta de chuvas, e os poços de abastecimento não conseguem recuperar seu volume, grande parte da cidade não tem abastecimento pela companhia responsável, o que se faz necessário comprar águas de poços sem nenhum tipo de tratamento prévio.

4.2 Coleta das Amostras

As amostras de águas foram coletadas em diferentes pontos do município, no total foram cinco amostras. As mesmas foram identificadas e armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 2 L cada, previamente higienizadas, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração durante todo período das análises. As amostras se mantiveram mantidas em refrigeração para que não ocorra o desenvolvimento de algas e com temperatura abaixo de 25°C.

À baixo se pode observar o mapa com os pontos de coleta no município de São José do Seridó – RN.

Figura 3. Imagem de satélite do município de São José do Seridó – RN com os pontos de coletas das amostras analisadas.



Fonte: Google Maps.

4.3 Caracterização dos parâmetros físico-químicos

As medidas foram realizadas nos laboratórios de Biocombustíveis e Química Ambiental, Química Analítica, Química Geral, Eletroquímica e corrosão, Meio Fauna e Bromatologia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande e seguiram as metodologias recomendadas pelo *Standard Methods or the Examination of Water* (APHA, 2007), pelo manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2013) e pelo livro *Águas e Águas métodos laboratorial de análises físico-química e microbiológica* (MACÊDO, 2001).

Todas as medidas foram feitas em triplicata para que possamos minimizar os erros e ter um melhor tratamento de dados.

4.3.1 pH

As determinações de pH das amostras foram realizadas em um peagâmetro pH 21 – Hanna, o qual será previamente calibrado com soluções tampão ácido de $7,00 \pm 0,01$ e básico de $4,00 \pm 0,01$ (BRASIL, 2017).

4.3.2 Condutividade Elétrica

A condutividade foi determinada utilizando um condutímetro salinômetro modelo AT-255 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°C (SKOOG *et al.*, 2006).

Figura 4. Condutímetro usado nas medidas realizadas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

4.3.3 Turbidez

A turbidez foi determinada por um turbidímetro modelo TB1000, previamente calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU.

4.3.4 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 e com a portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde estabeleceu-se para dureza o teor máximo de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como permitido para água potável (APHA, 2007).

4.3.5 Cloretos

Na determinação do teor de cloreto foi utilizada a volumetria de precipitação com nitrato de prata (AgNO_3) pelo método de Mohr (APHA, 2007).

4.3.6 Alcalinidade

As medidas de alcalinidade serão realizadas pelo método de volumetria de neutralização com ácido sulfúrico (H_2SO_4) como agente titulante e solução indicadora alaranjado de metila (APHA, 2007).

4.3.7 Sólidos Dissolvidos Totais

Foi realizado por meio da metodologia utilizando o cálculo de massa, onde inicialmente, lavou-se previamente a cápsula de porcelana, depois, aqueceu por uma hora em estufa a 105°C , após este tempo, retirou-se a cápsula, resfriando-a até a temperatura ambiente em um dessecador. Após atingir a temperatura ambiente, pesou-se a cápsula anotando o valor referente ao seu peso. Mediu-se 100 mL de cada amostra em um balão volumétrico, logo, transferiu-se este volume para a cápsula previamente seca para ser realizada a evaporação do líquido. A evaporação na estufa, o processo teve uma duração de duas horas, em uma temperatura entre 250°C e mais duas horas em uma temperatura entre $103 - 105^\circ\text{C}$. Após a evaporação, a cápsula foi levada para o dessecador para esfriá-la. Em seguida, pesou-se novamente a cápsula contendo o resíduo seco. Todo esse processo consiste na medição entre a diferença de massa do processo antes e após evaporação do líquido (APHA, 2012).

4.3.8 Concentração de potássio e sódio no Fotômetro de chama

Para o diagnóstico da concentração dos cátions metálicos Potássio (K^+) e Sódio (Na^+) foi utilizado um fotômetro de chama modelo QUIMIS Q498M. O aparelho foi previamente calibrado com soluções padrão de 100 ppm de Na^+ e K^+ . Posteriormente, as amostras de águas foram analisadas com as respectivas concentrações onde foi determinada a coloração da chama específica de cada substância (QUIMIS, 2011).

4.4 Coleta e preparação do adsorvente

O fruto foi coletado diretamente da planta no mês de fevereiro de 2021, logo em seguida foi exposto ao sol para secar naturalmente, levou um tempo de 28 dias para que esse processo finalizasse. Após a secagem houve a quebra do fruto, na qual foram retiradas suas amêndoas e apenas sua casca foi triturada, onde foi utilizado um liquidificador e em seguida foi levada para a caracterização granulométrica.

Figura 5. Imagem do processo de preparação do adsorvente: (A) – fruto seco, (B) – Casca do fruto da Oiticica quebrada, (C) – Casca do fruto da oiticica triturada.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

4.5 Determinação da granulometria do adsorvente

A granulometria do adsorvente foi feita após sua secagem com respectiva trituração. As amostras foram todas pesadas e em seguida incorporadas ao equipamento para que fosse feita a agitação e os grãos fossem passando nas peneiras, o processo de agitação durou 10 minutos para cada pesagem feita.

O método de granulometria foi utilizado com o objetivo de classificar e caracterizar a dimensão do grão do adsorvente utilizado. O processo de peneiramento com agitação contém um conjunto de cinco peneiras com diferentes tipos de malhas numa máquina de

Rot-up. As peneiras apresentam intervalos diferentes e suas respectivas classificações, observe o quadro abaixo.

Quadro 1 . Classificação das peneiras do equipamento de Rot-up

Granulometria	Classificação
2mm	Areia muito grossa
1mm	Areia média
250 μ m	Areia fina
125 μ m	Areia muito fina
53 μ m	Silte

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Na figura 6, os adsorventes de granulometria de 250 μ m está enumerado na figura (c) na parte superior e o de 125 μ m está enumerado na imagem (c) na parte inferior.

Figura 6. Imagem do processo de granulometria do adsorvente de trabalho: (A) – Pesagem da casca do fruto da oiticica triturada, (B) - Material dentro do Rot-up para o processo de agitação e peneiras, (C) – Adsorventes de 125 e 250 μ m, respectivamente.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

4.6 Processo de tratamento do adsorvente

As medidas de granulometria para trabalho foram de 250 μ m e 125 μ m, pois foram as melhores granulometrias para a metodologia aplicada, pois quanto maior superfície de contato do adsorvente com a matriz aquosa, melhores serão os resultados.

O tratamento para limpeza prévia do adsorvente foi realizado apenas de forma física para que não houvesse contaminação química, pois posteriormente o adsorvente foi utilizado para o tratamento de águas. Portanto, o mesmo foi lavado com água destilada e colocado para agitação magnética em um bécquer por 30 minutos, após esse tempo realizou-se a filtração com papel filtro e em seguida foi repetido o processo. Após este procedimento o material ficou pronto para uso, como pode ser visualizado na figura 7, abaixo.

Figura 7. Adsorvente em processo de lavagem com água destilada.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Figura 8. Granulometrias escolhidas para o tratamento das amostras.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

4.7 Cromatografia em coluna

Para o tratamento das amostras foi utilizado a casca do fruto da oiticica (*Licania Rigida*) com duas granulometrias, e a técnica empregada foi a Cromatografia em Coluna em uma bureta de 25 mL. A bureta foi preenchida aos poucos com 3,0 gramas do adsorvente para realização do empacotamento da coluna, onde foi previamente lavada

com água destilada. Entretanto, mesmo seguindo com cautela todas as etapas, o processo de empacotamento não ficou adequado, pois a casca do fruto da oiticica apresentou uma baixa densidade e provocou uma perturbação no processo de empacotamento da coluna, tornando assim inviável a metodologia. Com isso, optou-se por utilizar o processo de adsorção por filtração.

4.8 Adsorção por filtração

Para o tratamento das amostras foi utilizado a casca do fruto da Oiticica (*Licania Rígida* Benth) como adsorvente natural e utilizou-se de duas granulometrias, 250µm e 125µm, respectivamente. As amostras analisadas por esta metodologia foram as amostras PB, PC e PD, devido estas apresentarem concentrações acima do que é estabelecido pelo Ministério da Saúde pela Portaria nº5/2017. O adsorvente da casca do fruto da oiticica foi pesado em uma balança analítica com medidas de 3,0 gramas cada. Após a pesagem foi feita a lavagem do adsorvente, para em seguida ser feito o tratamento nas amostras selecionadas.

Foi utilizado 100 mL de cada amostra (PB, PC e PD) para a realização do tratamento. Para a agitação foi utilizado o agitador magnético modelo QUIMIS M6261-22 com 220V a 600W, em seguida as amostras foram filtradas e por fim analisou-se as propriedades físico-químicas (anteriormente selecionadas) após a adsorção.

4.9 Espectrômetro de Fluorescência de Raios – X por Energia Dispersiva (EDX)

Por meio desta técnica foi feita a determinação da composição química da casca do fruto da Oiticica (*Licania Rígida*), na qual foi utilizado um espectrômetro digital da SHIMADZU modelo EDX – 700. Foi utilizado como padrão um metal esférico que avalia o percentual dos elementos químicos que o constitui, na qual para sua padronização foi necessário o tempo de 20 minutos. Em seguida as amostras foram introduzidas em micro tubos com as seguintes dimensões: 15 cm – largura.: 14 cm altura. Para que as amostras não sofram contaminação ou interferências, foi utilizado um filme fino de *polypropylene – 3520*, transparente que reveste a parte inferior e superior do tubo. Por fim, foi introduzida a amostra e feita sua respectiva leitura, o tempo para cada amostra foi de 4 minutos.

Figura 9. Equipamento (EDX) em que foi realizada a identificação dos componentes químicos do adsorvente.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

5. RESULTADOS ANTES DO PROCESSO DE ADSORÇÃO

Neste capítulo foi realizada a discussão dos resultados sem tratamento com o adsorvente.

5.1.1 pH

O potencial Hidrogeniônico (pH), apresenta a concentração de íons hidrogênio (H^+) presentes em uma solução, na qual aponta a intensidade da acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A variação do pH pode ocorrer de forma natural através da dissolução de rochas e por materiais orgânicos e/ou inorgânicos (LOPES, 2019; BRASIL, 2006).

Em seguida visualizamos a tabela 1 que mostra os valores médios de pH das águas dos poços de São José do Seridó – RN.

Tabela 1. Valores médios de pH das águas de poços de São José do Seridó - RN

Amostras	Valores
PA	7,68

PB	8,58
PC	7,60
PD	8,23
PE	7,60

Fonte. Dados da pesquisa, 2021.

Como pode ser visualizado na tabela 1, as amostras dos pontos analisados todas se encontram de acordo com a portaria n°5/2017 do Ministério da Saúde, onde as amostras variaram o valor de pH entre 7,58 a 8,58, enquanto o que é estabelecido e recomendado pela portaria é de $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$.

Os valores de pH quando se encontram fora dos valores permitidos trazem problemas tanto para quem consome quanto para qualquer ser vivo que necessite desta água, promovendo excesso de acidez ou alcalinidade.

De acordo com Costa *et al.*, (2006) as águas subterrâneas da Região do Seridó – RN obtiveram uma média de 7,2 e Pinheiro (2011) apresentou uma média de 8, ou seja, valores bem próximos do que foi diagnosticado.

5.1.2 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica expressa à capacidade da água de conduzir corrente elétrica. Esta propriedade pode ser um parâmetro pertinente para compará-la a quantidade de sais presentes no fluido.

A tabela 2 indica os valores médios de Condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) das amostras analisadas.

Tabela 2. Valores médios de Condutividade Elétrica das águas de poços de São José do Seridó - RN

Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	
Amostras	Valores
PA	3560
PB	930
PC	5370
PD	1140
PE	2800

Fonte. Dados da pesquisa, 2021.

De acordo com a Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde não existe nenhum valor máximo estabelecido para a condutividade elétrica. Mas segundo Libânio (2010) esse valor pode variar de acordo com o ambiente, se existir descarte industrial ou poluição perto da localidade aonde se encontram esses poços, no entanto ele estima um valor de $100 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ para ambientes sem interferência de contaminantes e em ambientes com poluição podem chegar até $1000 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$.

Observando os valores da tabela 2, notamos que o PB apresentou um baixo valor de sais dissolvidos e segundo Libânio (2010) o ponto encontra-se dentro do valor estimado, enquanto os pontos PD, PE, PA e PC apresentaram um pouco mais, no entanto o ponto que se destacou foi o PC, e como já foi descrito anteriormente, quanto maior a concentração iônica presente na solução maior será sua capacidade de conduzir corrente elétrica.

No entanto, para estes pontos analisados não foi constatado nenhuma indústria ou descarte de resíduos contaminantes próximos, existem apenas casas e currais de animais aos arredores.

5.1.3 Turbidez

A turbidez pode ser provocada pelas atividades antropogênicas como também por causas naturais.

Na tabela 3 apresenta-se os valores da Turbidez das amostras analisadas.

Tabela 3. Valores médios da Turbidez (NTU) das águas de poços de São José do Seridó - RN

Valores médios de Turbidez (NTU)	
Amostras	Valores
PA	0,09
PB	0,48
PC	0,09
PD	0,45
PE	0,10

Fonte. Dados da pesquisa, 2021.

De acordo com a Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde para águas subterrâneas o limite máximo deve ser de 5,0 NTU, e segundo o autor Sperling (2005), a turbidez mostra o grau de interferência da passagem da luz através da água, lhe conferindo uma aparência turva.

A tabela 3 mostra que os pontos PA, PC e PE apresentaram os menores valores, no entanto PA e PC apresentaram o mesmo resultado e os pontos PB e PD indicaram valores também bem próximos, e todos os resultados obtidos se encontram dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

5.1.4 Alcalinidade

De acordo com a Funasa (2013) a medida da alcalinidade se torna fundamental pelo fato de que a dosagem do tratamento químico é estabelecida a partir dos teores de alcalinidade.

A tabela 4 apresenta os valores de alcalinidade das águas dos poços analisados:

Tabela 4. Valores médios da Alcalinidade dos poços de São José do Seridó – RN

Valores médios de Alcalinidade (mg. L ⁻¹)	
Amostras	Valores
PA	53,33
PB	37,33
PC	36
PD	36
PE	32

Fonte. Dados da pesquisa, 2021.

De acordo com a tabela 4, observa-se que os pontos PB, PC, PD e PE apresentaram valores aproximados, variando do 37,33 a 32 mg. L⁻¹, mas o ponto PA apresentou um valor distinto dos demais. Na Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde não há valores tabelados em relação a alcalinidade.

5.1.5 Cloretos

Os cloretos estão presentes tanto nas águas brutas como tratadas, o que variam são suas concentrações em várias centenas de mg/L. Na qual se encontram em forma de cloreto de cálcio, cloreto de sódio e cloreto de magnésio (FUNASA, 2013).

Na tabela abaixo está descrita a quantidade média de cloretos presentes nos pontos analisados.

Tabela 5. Valores médios dos Cloretos presentes nos poços de São José do Seridó – RN

Valores médios de Cloretos (mg/L)	
Amostras	Valores
PA	0,8508
PB	0,1323
PC	1,4889
PD	0,2978
PE	0,6764

Fonte. Dados da pesquisa, 2021.

Nos valores encontrados na tabela 5 pode-se observar que estão todas dentro dos valores estabelecidos pela Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde.

No entanto, o ponto PC apresentou o maior valor com 1,4889 mg/ L e em seguida os pontos PA e PE , já os pontos PB e PD apresentaram valores intermediários e próximos. Portanto o ponto com maior valor e com o menor valor respectivamente, encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos para cloretos que é de 250 mg/ L.

5.1.6 Dureza Total

A dureza pode ser classificada de diferentes formas, de acordo com a Funasa (2014), o que define a quantidade de dureza das águas é a quantidade de cátions dissolvidos, entre eles o cálcio e magnésio, e a análise dessas concentrações é importante para a saúde dos seres vivos, indústria e meio ambiente.

Na tabela 6 encontram-se os valores médios da dureza total das águas dos poços analisados.

Tabela 6. Valores médios da dureza total das águas dos poços analisados em São José do Seridó – RN.

Valores médios de Dureza (mg/L CaCO ₃)	
Amostras	Valores
PA	794,65
PB	160,25
PC	1.413,2
PD	280,20
PE	586,50

Fonte: Dados da Pesquisa. 2021.

De acordo com os autores RICHTER e NETO (1991), a água tem uma classificação em relação a sua dureza, ela pode ser definida da seguinte maneira, observe o quadro 2.

Quadro 2. Classificação da dureza das águas

Classificação da dureza (mg /L CaCO ₃) das águas	
Mole	30 mg /L
Moderadamente dura	50 – 150 mg /L
Dura	150 – 300 mg /L
Muito dura	>300 mg /L

Fonte: RICHTER e Neto, 1991.

Dos cinco pontos analisados, apenas o ponto PB está classificada como água mole, o ponto PD foi classificada como água dura e os pontos PA, PC e PE estão fora do limite estabelecido pela Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde, onde é definido como água passível de consumo aquela que apresenta até 500 mg /L de CaCO₃.

5.1.7 STD

Os sólidos dissolvidos totais indicam a quantidade de substâncias dissolvidas, dentre elas podem conter carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, magnésio, cálcio, e sódio, e em altas concentrações podem prejudicar a saúde de quem consome esta água (PARRON *et al.*, 2011).

A tabela 8 apresenta os valores médios encontrados de STD das águas analisadas.

Tabela 7. Valores médios dos STD dos poços analisados em São José do Seridó - RN

Valores médios de STD (mg/L)	
Amostras	Valores
PA	2.130
PB	570
PC	4.000
PD	380
PE	1.480

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Observa-se que, apenas os pontos PB e PD encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pelo MS com a Portaria n° 5/2017 na qual o valor máximo de STD é 1.000 mg/ L , na qual as medidas variaram da menor concentração de 380 mg/ L a 4.000 mg/ L.

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES APÓS ADSORÇÃO DA CASCA DO FRUTO DA OITICICA (*LICANIA RIGIDA BENTH*)

Após a caracterização dos parâmetros físico-químicos foram realizados os testes de adsorção na qual as amostras foram tratadas por meio da adsorção por filtração utilizando a casca do fruto da Oiticica (*Licania Rigida Benth*) como adsorvente. Os parâmetros analisados foram, pH, condutividade elétrica, dureza, cloretos, STD e concentração de K^+ e Na^+ , que posterior ao tratamento foram realizados seus ensaios e após o tratamento foram repetidas as suas medidas, para em seguida ser realizada da comparação dos resultados antes e após procedimento experimental.

5.2.1 pH

O potencial hidrogeniônico é uma grandeza que varia de 0 a 14 na qual indicará a acidez, neutralidade ou alcalinidade da solução aquosa analisada. De acordo com Parron (2011), a solução ácida é aquela que apresenta $pH < 7,0$, a solução neutra é igual a 7 e a solução alcalina apresenta $pH > 7,0$.

Dessa forma, como pode ser visualizado na tabela abaixo foram escolhidos os pontos PB e PC para que fossem feitas as comparações entre os resultados, pois os respectivos pontos apresentaram os teores altos e baixos para alguns parâmetros analisados.

Tabela 8. Valores de pH após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor resultados.

pH		
Pontos	PB	PC
Antes do tratamento	$8,58 \pm 0,02$	$7,60 \pm 0,04$
Após o tratamento (125 μm)	$8,52 \pm 0$	$7,77 \pm 0,05$
Após tratamento (250 μm)	$8,42 \pm 0,04$	$8,01 \pm 0,08$

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Em relação ao pH após o tratamento com o adsorvente, observamos que o ponto PB houve uma pequena diminuição usando as duas granulometrias, e o ponto PC houve um pequeno aumento, que variou de 7,60 a 8,01, no entanto são valores que estão dentro dos padrões estabelecidos pela portaria n°5/2017 do Ministério da Saúde

(BRASIL, 2017), e de acordo com Parron (2011), as águas subterrâneas analisadas se encontram entre neutras e alcalinas.

De acordo com Souza (2013), em águas subterrâneas, geralmente os valores de pH variam entre 5,5 e 8,5.

5.2.2 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica em águas subterrâneas a CE é consideravelmente maior do que em águas superficiais devido à interação rocha-água (Souza, 2013). Observando os valores da tabela abaixo foram escolhidos os pontos com maior e menor valor de condutividade elétrica.

Tabela 9. Valores de Condutividade elétrica após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor concentrações.

Pontos	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	
	PB	PC
Antes do tratamento	930 \pm 0,6	5370 \pm 0,08
Após o tratamento (125 μm)	530 \pm 0,01	4410 \pm 0,05
Após tratamento (250 μm)	641 \pm 0,1	2660 \pm 0,01

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Na condutividade elétrica podemos observar que houve uma diminuição nos dois pontos, e com as duas granulometrias, no entanto no ponto PB a melhor redução foi com a granulometria de 125 μm , variou de 930 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ para 530 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, uma diminuição de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. Já o ponto PC o melhor resultado foi com a granulometria de 250 μm , na qual a redução foi de mais de 50% de eficiência, quando comparamos o valor antes do tratamento e após o tratamento.

Não existe valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde, mas de acordo com Libânio (2010) estima - se um valor de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ para ambientes sem interferência de contaminantes e em ambientes com poluição podem chegar até 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, dessa forma levando em consideração Libânio (2010) a água do poço PC estaria inserido em um ambiente contaminado.

De acordo com Fernandes *et al.*, (2005) a condutividade elétrica também está associada a questão pluviométrica, em período de chuva as concentrações baixam e em

períodos de estiagem as concentrações voltam a aumentar, segundo Lima e colaboradores (2014) que realizaram uma pesquisa avaliando a condutividade elétrica de águas de 10 poços de Crateús – CE e obtiveram resultados que variaram entre 440 e 2960 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. Já Alves *et al.*, (2018) obteve resultados para água de poços nos municípios de Pedra Lavrada – PB que variaram de 0,24 a 7,19 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$.

Almeida (2015), a fim de prever a condutividade elétrica do fruto e da amêndoa da oiticica em extrato aquoso verificou que razoavelmente as concentrações foram elevadas, pois seus valores obtidos variaram de 74,3 $\text{mS}\cdot\text{g}^{-1}\text{cm}^{-1}$ para a amêndoa e 461,2 $\text{mS}\cdot\text{g}^{-1}\text{cm}^{-1}$ para o fruto, conseqüentemente evidenciando maior concentração de íons presentes no meio aquoso para o fruto.

5.2.3 Cloretos

O cloreto é um dos principais ânions inorgânicos presentes em água. Normalmente, advêm da dissolução de minerais, (PARRON, 2011), quando se trata de águas subterrâneas. Em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (FUNASA, 2014).

Observando os valores abaixo de cloretos, os pontos escolhidos foram os pontos com maior e menor valor.

Tabela 10. Valores de Cloretos após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor concentrações.

Pontos	Cloretos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	
	PB	PC
Antes do tratamento	0,13 \pm 0,07	1,48 \pm 0,1
Após o tratamento (125 μm)	0,28 \pm 0,2	1,66 \pm 0
Após tratamento (250 μm)	0,14 \pm 0	1,51 \pm 0,07

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Podemos observar que o ponto PB houve um aumento na quantidade de cloretos, com a granulometria de 250 μm variou de 0,13 para 0,14 e com a granulometria de 125 μm variou de 0,13 para 0,28, um aumento de mais de 50% da quantidade posterior ao tratamento.

Em relação ao ponto PC o aumento não foi tão significativo, pois com a granulometria de 125 μm o resultado saiu de 1,48 para 1,66, ou seja, o maior aumento do ponto, pois com a granulometria de 250 μm o valor saiu de 1,48 para 1,51.

De acordo com Soares (2019) na cidade de Dona Francisca/RS, as amostras apresentaram concentrações de cloreto entre 132,8 e 147,9 mg.L^{-1}

5.2.4 Dureza

As águas subterrâneas por sofrerem com o processo de lixiviação da água no solo, normalmente são caracterizadas como mais duras que as águas superficiais. Esta dureza é notória pela diminuição de espuma nos afazeres domésticos, como lavar pratos, roupas e até mesmo tomar banho, além de causar incrustações nas tubulações (FUNASA, 2014).

Observando os valores abaixo da dureza total, os pontos escolhidos foram os pontos com maior e menor valor respectivamente.

Tabela 11. Valores de dureza total após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor valor.

Pontos	Dureza ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	
	PB	PC
Antes do tratamento	160,25 \pm 0,2	1.413,2 \pm 0,04
Após o tratamento (125 μm)	240,2 \pm 0	1.321,1 \pm 0,3
Após tratamento (250 μm)	160,1 \pm 0,2	1.114,5 \pm 0,04

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

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_3) das amostras analisadas dos poços B e C apresentam os valores de 240,2 e 1.321,1 mg.L^{-1} com a granulometria de 125 μm , e 160,1 e 1.114,5 mg.L^{-1} com a granulometria de 250 μm respectivamente sendo classificada como água dura para o poço B e muito dura para o poço C. No entanto dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que estabelece o limite máximo para dureza total o teor de 500 mg.L^{-1} de CaCO_3 (BRASIL, 2011), dessa forma o ponto PB se encontra dentro do estabelecido como valor máximo permitido para água potável.

O mesmo padrão de dureza definido como muito dura também foi encontrado por Dantas *et al.*, (2015), que em suas medidas caracterizou a água de um poço artesiano do município de Baraúna - PB com o de valor $641,88 \text{ mg/L}^{-1}$ de CaCO_3 , estando de forma semelhante ao ponto PC, ou seja, em desacordo com a portaria do Ministério da Saúde.

De acordo com Araújo, *et al.*, (2019), nas medidas da dureza total após a adsorção, a cortiça provocou um aumento nos valores para este parâmetro e de acordo com Soares (2019) as águas em Alegrete - RS variaram suas medidas de com 283 a 159 mg L^{-1} de CaCO_3 .

5.2.5 STD

Águas com excesso de STD são desagradáveis ao paladar em virtude da alteração no gosto, e o seu consumo pode provocar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e ocasionar a formação de cálculos renais, acarretando danos a saúde, além disso, as tubulações podem sofrer com problemas de corrosão (CASALI, 2008). Dentro desta perspectiva, as águas podem ser classificadas como doces quando o valor de STD estiver entre 0 - 500 mg/L, salobras quando $> 500 - 1500 \text{ mg/L}$ e salgadas quando $> 1500 \text{ mg/L}$ (ANA, 2010).

Na tabela 13 as medidas dos STD nos pontos que apresentaram maior e menor concentrações respectivamente de sólidos dissolvidos.

Tabela 12. Valores de STD após a utilização do adsorvente nos pontos em que apresentaram maior e menor valor.

Pontos	STD (mg/L)	
	PC	PD
Antes do tratamento	$4000 \pm 0,3$	$0,038 \pm 0,2$
Após o tratamento (125 μm)	$2740 \pm 0,4$	$0,010 \pm 0,3$
Após tratamento (250 μm)	$3004 \pm 0,3$	$0,021 \pm 0,2$

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Pode-se observar que os resultados obtidos forma muito positivos, quando analisamos o ponto PC nota-se uma redução de quase 50% com a granulometria de 125 μm e uma redução de aproximadamente 25% com a granulometria de 250 μm . O ponto PD mostrou redução tanto na granulometria de 125 μm quanto na de 250 μm , no

entanto a de 125 μm o resultado foi de aproximadamente 60% na diminuição dos sólidos dissolvidos na água.

De acordo com Lima *et al.*, (2015) em seu estudo obteve valores para os sólidos dissolvidos totais iguais a 416; 924 e 716 mg/L, já Veiga (2005) nos poços em que analisou e Oliveira *et al.* (2016) os resultados encontrados variaram de 10 a 150 mg/L e 20,865 a 244 mg/L respectivamente, sendo todos esses valores abaixo do encontrado no ponto PC. No entanto, Farias e colaboradores (2016) obtiveram resultados de STD em poços que variam de 500 a 1500 mg/L.

5.2.6 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. A fotometria de chama é uma técnica simples, rápida, de alta sensibilidade e de baixo consumo de amostra (QUIMIS, 2011).

De acordo com Araújo *et al.*, (2020) o sódio é um dos elementos químicos de mais fácil acesso, pois o mesmo é encontrado em maior abundância na Terra, pois é solúvel em água. Já o potássio é um elemento encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, sendo a lixiviação das rochas a sua principal fonte natural. Portanto, a extração antrópica é uma das suas fontes de acesso, visto que é um elemento utilizado na indústria e na agricultura (ZUIN *et al.*, 2009).

Na tabela abaixo, estão dispostos os valores obtidos referentes à quantificação de sódio e potássio nas amostras analisadas.

Tabela 13. Valores de Sódio e Potássio antes e após a utilização do adsorvente nos pontos PB, PC e PD.

Amostras	Concentração de K^+ e Na^+ (ppm)		
	Média antes do tratamento (ppm)	Média após adsorção (ppm) 125 μc	Média após adsorção (ppm) 250 μc
PB	K 15,43 \pm 0,77	K 36,2 \pm 0,13	K 49,1 \pm 1,09
	Na 120,4 \pm 1,2	Na 118,3 \pm 0,40	Na 105,2 \pm 1,06
PC	K 40,7 \pm 1,26	K 101,6 \pm 1,35	K 76,2 \pm 0,82
	Na 182,4 \pm 6,35	Na 176,5 \pm 2,70	Na 184,4 \pm 2,04
PD	K 15,4 \pm 0,28	K 62,0 \pm 0,21	K 38,4 \pm 0,38
	Na 109,9 \pm 7,39	Na 114,2 \pm 6,17	Na 116,3 \pm 2,63

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Como pode ser visualizado na tabela 14 as amostras apresentaram diferentes concentrações de Sódio e Potássio na análise do fotômetro de chama. Todas as amostras apresentaram alto teor de Sódio e menor concentração de Potássio. Essas diferenças podem estar associadas aos tipos de minerais presentes no solo dos respectivos poços.

Nos valores obtidos no PB observa-se que houve um aumento na quantidade de potássio e uma pequena diminuição no sódio.

O ponto PC houve um grande aumento de potássio, principalmente na granulometria de 125 μm e com a granulometria de 250 μm observamos um aumento no sódio. O ponto PD aumentou as concentrações de sódio e potássio nas duas granulometrias.

No entanto, podemos observar que todas as medidas de sódio e potássio encontra-se dentro do padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde (2011), que permite como valor máximo 200 mg/L.

Estudos realizados no fotômetro de chama anteriormente por Silva e colaboradores (2017) no município de Taperoá - PB em amostras de águas subterrâneas, destacam valores de sódio com concentrações altas, variando em 472 e 1.145 mg.L^{-1} , respectivamente, considerado fora do padrão do Ministério da Saúde (2011), onde o valor máximo permitido é de 200 mg/L. Já em relação as concentrações de Potássio os valores variaram entre 5,85 e 14,04 mg.L^{-1} .

De acordo com Medeiros Filho (2018), em seu estudo após o uso do adsorvente observou-se que nas amostras com baixas concentrações de CaCO_3 ocorreu pouca variação de $|\text{Na}^+|$ e em altas concentrações de CaCO_3 ocorreu um aumento da mesma. No entanto, no ponto PC caracterizou-se a maior concentração de CaCO_3 , e observando as concentrações de $|\text{Na}^+|$ notou-se que as concentrações permaneceram praticamente a mesma após a adsorção, com uma leve de diminuição com o adsorvente de 125 μm e um pequeno aumento na granulometria de 250 μm .

Este aumento de Na^+ e K^+ estão correlacionados a uma maior solubilidade desses constituintes presentes do adsorvente nesta respectiva matriz. E que em granulometrias maiores este efeito é mais significativo, o que foi confirmado pelas análises de EDX.

5.2.7 Caracterização da casca do fruto da *Licania Rigida* por meio do EDX após tratamento das amostras

O Espectrômetro de Fluorescência de Raios - X por Energia Dispersiva - EDX é um equipamento utilizado na determinação da composição química de uma amostra. Na qual determina as substâncias presentes contidas na amostra analisada. Portanto, foi verificada a composição química da casca do fruto da Oiticica in natura e também após adsorção, possibilitando a verificação dos componentes químicos do material in natura e após o tratamento.

As diferentes amostras mostraram que a casca do fruto da oiticica apresenta diferentes constituintes, onde foi possível qualificar e quantificar o material durante toda análise.

De acordo com a tabela 15 a composição química do adsorvente variou entre os diferentes constituintes presentes. Na casca do fruto da oiticica in natura a amostra apresentou um percentual de cálcio (Ca) inferior ao percentual de potássio (K), no entanto, após o tratamento utilizando o adsorvente o cálcio (Ca) aumentou o seu percentual em todos os pontos. Isto se explica devido o tamanho da granulometria utilizada, quanto menor for o grânulo melhor será o processo de adsorção para o tratamento desejado da referida matriz.

Normalmente, o cálcio é encontrado na forma de carbonato e bicarbonato. A solubilidade do bicarbonato de cálcio é relacionada com a quantidade de CO₂ dissolvido, que, por sua vez, depende da pressão, do pH e da temperatura (PARRON, 2011; SOUZA, 2013).

Tabela 14. Percentual dos elementos químicos presentes na casca do fruto da Oiticica (*Licania Rigida*) antes e após adsorção por meio do EDX.

Componentes	Casca do fruto da Oiticica in natura %	Casca do fruto da Oiticica Após tratar PB %	Casca do fruto da Oiticica Após tratar PC %	Casca do fruto da Oiticica Após tratar PD %
K	46,822	6,765	0,584	0,687
Ca	40,641	63,521	51,062	62,535
Si	9,507	25,631	44,619	32,393

S	1,729	1,740	2,103	1,190
Fe	0,483	0,974	0,591	0,698
Sr	0,279	0,686	0,252	0,444
Cu	0,117	0,370	0,240	0,202
Zn	0,110	0,154	0,179	0,136
Br	0,103	-	-	0,116
Mn	0,085	-	0,151	-
As	0,064	-	-	-
P	0,060	-	-	-
Os	-	0,159	-	-
Ti	-	-	0,218	0,067
Co	-	-	-	0,102
Ho	-	-	-	0,396
Ba	-	-	-	1,034

Fonte. Dados da pesquisa, 2021.

Em relação aos metais pesados aqui encontrados presentes no adsorvente, antes do tratamento das amostras foram detectados o potássio (K) com maior porcentagem, logo em seguida o cálcio (Ca), o silício (Si) e o enxofre (S), os demais como, ferro (Fe), estrôncio (Sr), cobre (Cu), zinco (Zn), bromo (Br), manganês (Mn), arsênio (As) e fósforo (P) foram encontrados com menos de 1%.

Após o tratamento do ponto PB observamos que a maior porcentagem era de cálcio (Ca), seguido de silício (Si), potássio (K) e enxofre (S), no entanto o bromo (Br), manganês (Mn), arsênio (As) e fósforo (P) não foram mais detectados e deram lugar ao ósmio (Os).

O ósmio (Os) é um metal, e de forma natural é encontrado como tetróxido de ósmio (OsO_4), perigoso aos olhos por ser tóxico e volátil, por isso é utilizado na maioria das vezes na forma de liga, e comumente utilizado na química orgânica como agente oxidante e em muitos processos biomédicos (OSMIO – Os, 2021).

Figura 10. Ósmio na forma de osmirídio, o mineral mais denso conhecido.



Fonte:><http://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/osmio.htm>>.

No ponto PC foi observado que após o tratamento o elemento em maior percentual passou a ser o cálcio (Ca), seguido do silício (Si) e enxofre (S), o ferro (Fe) não apresentou sequer 1%, ou seja, houve uma grande redução, e já não foi detectada a presença do bromo (Br), arsênio (As) e fósforo (P) e surgiu a presença do titânio (Ti).

O titânio (Ti) é um metal, conhecido por sua resistência à oxidação, bem parecido com a platina, em relação a essa propriedade. Possui alta condutividade elétrica (TITÂNIO – Ti, 2021).

Em relação ao ponto PD observa-se que após o tratamento o maior percentual encontrado no adsorvente foi de cálcio (Ca), silício (Si), enxofre (S) e bário (Ba), além do bário foi detectado titânio (Ti), cobalto (Co) e hólmio (Ho). No entanto o bário (Ba) apresentou um percentual maior que 1%, consideravelmente grande quando comparamos aos demais.

O bário (Ba) é um elemento quimicamente semelhante ao cálcio (Ca), no entanto é altamente reativo com a água e álcool, e por este motivo deve-se ter a precaução, pois os compostos de bário quando são dissolvidos em água são altamente venenosos (BÁRIO – Ba, 2021).

Pode-se observar que houve uma grande modificação na composição do adsorvente após adsorção, no entanto, isto garante que o processo de adsorção foi demonstrado, principalmente, no tratamento da dureza total, devido o aumento considerável (quantificação) do cálcio (Ca) após o tratamento das amostras de água.

6. CONCLUSÃO

Após a realização deste estudo foi possível verificar os parâmetros físico-químicos das águas do município de São José do Seridó - RN. As matrizes aqui analisadas apresentaram diferentes parâmetros que puderam ser usadas para o tratamento com o adsorvente da casca do fruto da oiticica (*Licania Rigida*).

As análises com a granulometria de 250 μm do ponto de vista geral se mostrou mais eficiente, esse resultado está ligado ao tipo de matriz utilizada.

Após adsorção com as duas granulometrias houve a diminuição da condutividade elétrica das amostras que apresentavam concentrações altas, porém, a amostra com menor concentração, a redução foi menor.

Em relação à dureza total que apresentou concentrações elevadas, houve uma melhor redução no ponto PB utilizando a granulometria de 125 μm e o ponto PC seu melhor resultado foi com a granulometria de 250 μm .

Por meio da análise de composição química no Espectrômetro de Fluorescência de raios-X por Energia Dispersiva-EDX observou-se um aumento de percentual considerável do cálcio (Ca) após o tratamento, o que comprova a diminuição da dureza total.

Diante do exposto foi possível demonstrar a importância do adsorvente, na qual se pode apresentar ainda a contribuição científica, especialmente para a indústria química, ao mostrar a possibilidade de utilização da casca do fruto da oiticica como adsorvente natural, até então nas bases de dados pesquisadas não foram encontradas referências para o material com essa aplicação (adsorvente natural para tratamento de águas), no qual confere a este trabalho ser pioneiro em relação à utilização do material como adsorvente. Faz-se necessário estudos mais aprofundados do material.

A importância desta pesquisa para a cidade de São José do Seridó – RN se deu pela grande quantidade de poços perfurados e utilização destas águas sem nenhum tipo de tratamento, podendo acarretar ao longo dos anos patologias a aqueles que utilizam dessas águas.

Dessa forma, este trabalho tem como relevância mostrar estes dados a comunidade em geral sobre as propriedades físico-químicas das amostras de águas subterrâneas de São José do Seridó – RN, como também a utilização de um adsorvente natural proveniente de uma planta da região no tratamento de águas, sendo de baixo custo e de fácil acesso.

7. REFERÊNCIAS

AITH, F. M. A; ROTHBARTH, R; O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, v.29 (84), 2015.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Avaliação dos Recursos Hídricos Subterrâneos e Proposição de Modelo de Gestão Compartilhada para os Aquíferos da Chapada do Apodi, entre os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará.**

Hidrogeoquímica, Vulnerabilidade dos Aquíferos e Riscos de Contaminação. Brasília: ANA, SIP, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA.

Abastecimento: Publicação anual da agência nacional de águas. 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica>> . Acesso em 20 de março de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Água**

Subterrânea: Publicação anual da agência nacional de águas. 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/ana/pt-br/@@search?SearchableText=%C3%A1gua+subterr%C3%A3nea>> . Acesso em: 20 de março de 2021.

ALMEIDA, T. S. S; **Caracterização físico química do fruto e susceptibilidade antimicrobiana do óleo de Licania rigida Benth (oititica).** 2015.

ALVES, F. R. S., DA SILVA, D. D., BATISTA, A. S. S., DA SILVA, W. M., & COSTA, V. A. DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ANALÍTICA UTILIZANDO PENEIRAS MOLECULARES PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE PEDRA LAVRADA-PB. *Educação, Ciência e Saúde*, 5(1), 20. 2018.

ALVES, C. **Tratamento de águas de abastecimento.** 3. ed. Porto: Publindústria, 2010. análises físico-químicas e microbiológicas. Juiz de Fora. 2001.

AYRES, R.S.; WEATCOT, D. W. **A QUALIDADE DA ÁGUA NA AGRICULTURA**. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros, F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

APHA, Awwa. WEF (2005) Métodos padrão para o exame de água e esgoto. **American Public Health Association, American Water Works Association e Water Environment Federation** , 2007.

de Souza Araújo, A. M., dos Santos, M. C., & da Silva, D. D. **APLICAÇÃO DA CORTIÇA COMO ADSORVENTE NATURAL PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE BARAÚNA-PB**. 2019.

ARAÚJO, A. M; MEDEIROS FILHO, F. C; SILVA, D. D. APLICAÇÃO DE ADSORVENTE NATURAL UTILIZANDO METODOLOGIAS ANALÍTICAS PARA “CLEAN-UP” DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 7, n. 1, 2020.

ATKINS, P. W. **Físico-química**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. v. 3.

BÁRIO – Ba. Disponível em: <
<http://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/bario.htm>>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

BRANDÃO, A.S; CABRAL, A.E.B, DEUS, E.P., SILVA, W.K.D.; SILVA, W.M.M. Estudo de Caso: Uso de água recuperada na construção civil. **Revista DAE**, v. 67, n. 217, maio/2019. Disponível em:
<http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_217_n_1782.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2021.

BRASIL. **Manual de procedimentos em vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2006.

BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2006.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde**. Diário Oficial da União. 5 Set 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO nº. 5/2017**. 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 Portabilidade (origem. PRTMS/GM 2914/2011). Brasília, 2017.

DE BRITTO COSTA, Ana Mônica; DE MELO, José Geraldo; DA SILVA, Fernando Moreira. Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 20, n. 1, 2006.

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

COSTA, M. J. S; FONSÊCA, J. A. C; **Avaliação da dureza de águas, proveniente de poços tubulares da cidade de São João do Rio do Peixe – PB, para uso como fonte alternativa**. 2º Simpósio Nordestino de Química, 2016. Teresina – PI.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DIRETORIA TÉCNICA E MEIO AMBIENTE – T – **SABESP**. Revisão 1 - NTS 013 : 1999. Disponível em: < <https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts013.pdf> > . Acesso em 22 de março de 2021.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Recife, 2020. Disponível em : <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/SJDS140.PDF>> Acesso em 29 abril de 2021.

COSTA, A. M. de B; MELO, J. G. de; SILVA, F. M. da; Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 20, n. 1, 2006.

DANTAS, A. M. et al. Determinação da dureza de águas coletadas em reservatórios no município de Baraúna-PB: Açude e Poço Artesiano. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1 p. 1-8, nov. 2015.

DANTAS, L. V. M; ARAÚJO, A. M. de S; SILVA, D. D. da; A influência das análises físico químicas das águas para a promoção da saúde: uma revisão. **Livro digital: Meio Ambiente: tecnologia e sustentabilidade a serviço da vida**. Cap. 1; p. 26.

CINASAMA, 2020. Disponível em: <https://cinasama.com.br/livros/#1591755744952-2263c9f2-012f>.

DEGANI, A. L. G; CASS, Q. B; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. **Rev. Química Nova na Escola**, nº 7, 1998.

ESTEVAM, M; SILVA, A. W. da; SILVA, F. F. da; Análise Física da Água de entrada no Sistema Agroindustrial de Curtume em Maringá- Paraná. **Rev. Ci. e Nat.**, Santa Maria v.41, e16, p. 01-09, 2019 DOI:10.5902/2179460X36610, ISSN 2179-460X.

FARIAS, D. S. C. R.; FARIAS, S. A. R.; NETO, J. D. Avaliação de águas de poços tubulares para consumo humano no Município de Boa Vista, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 11, n. 5, p.08-14, Edição especial, 2016.

Fernandes, M. A. B., Santiago, M. M. F., Gomes, D. F., Mendes Filho, J., Frischkorn, H., & de Lima, J. O. G. A ORIGEM DOS CLORETOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CHAPADA DO APODI CEARÁ. *Águas subterrâneas*, 19(1). 2005.

FRANCISCO, C. R., HELENO, S. A., CALHELHA, R. C., GONÇALVES, O. H., BARREIRO, M. F., GARCÍA, P. A., & FERREIRA, I. C. **Cromatografia em Camada Fina e Cromatografia em Coluna utilizadas na síntese química de derivados do ergosterol**. 10º Encontro Nacional de Cromatografia. 2017.

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

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. Brasília: FUNASA, 2014.

GHASSEMI, F.; JAKEMAN, A. J.; NIX, H. A. **Salinization of land and water resources: Humans causes, extent, management and case studies**. Camberra: Center

for Resources and Environment Studies/The Australian Nacional University, 1995, 526p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. São José do Seridó -RN : **Panorama**. Publicação anual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/sao-jose-do-serido/panorama>> . Acesso em 11 de março de 2021.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LIBANIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas/SP. 3ª Edição, Editora Atomo, 494 p., 2010.

LIMA, J. O. G.; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Revista virtual de química**. v. 6, n. 2, p. 279-292, 2014.

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.

LORDELO, L. M. K.; BORJA, P. C.; PORSANI, M. J.; ANDRADE, J. DE; MORAES, L. R. S. **Qualidade das águas superficiais e subterrâneas do município de Santa Brígida – sertão da Bahia, para abastecimento humano**. IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cruz das Almas, Bahia, p. 2, 2016.

LUCAS, A. A. T., et al. Qualidade da água no riacho Jacaré, Sergipe e Brasil usada para irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 8, n. 2, p. 98-105, 2014.

MACEDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Águas e águas. Jorge Macedo. Juiz de Fora, 2001.

- MADRID, Y.; CAMARA, C. **Biological substrates for metal preconcentration and speciation**. Trends in Analytical Chemistry, v. 16, p. 36 - 44, 1997.
- MANZIONE, R. L. **Águas Subterrâneas**. Paco Editorial, 2015.
- MEDEIROS FILHO, F.C.; RAMOS, J.F.; SILVA, A.P.S.; VERLARDEZ, G.F.; **Análise físico-química de amostras de águas em diferentes cidades da Paraíba**. II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. 2017
- MEDEIROS FILHO, F. C. D; **Utilização de adsorvente natural proveniente da cortiça para tratamento de águas**. 2018.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5; p.892-896, 2005.
- Nascimento, R. F. D., Lima, A. C. A. D., Vidal, C. B., Melo, D. D. Q., & Raulino, G. S. **C. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. 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.
- Ósmio - Os. Disponível em: <<http://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/osmio.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- PARRON, L. M; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, 2011.
- PESSOA, I. P; **Caracterização química, atividade antioxidante e segurança de uso de sementes de Licania rigida Benth**. Dissertação - 2015.
- PINHEIRO, V. da S; **Aplicação de flotação por ar dissolvido para tratamento de águas duras da região Seridó-RN**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2011.

QUEIROGA, V. de P; BARBOSA, C. R. C; FIRMINO, P. de T; ALMEIRDA, F. de A. C; ALBUQUERQUE, E. M. B. de; **Oiticica: Exploração Agrônômica e Aproveitamento Energético**. 2ed. Campina Grande: AREPB, 2016.

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

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, J. M. A evolução tecnológica do tratamento de água. **Revista DAE–SABESP**, v. 161, 1991.

RODRIGUES, J. B.; SILVA, D. D. S.; FREITAS, S. J. N.; CABRAL, A. C. L. C.; PFEIFF, G. K.; AMORIM, I. L. S.. Qualidade da água utilizada na irrigação de produtos orgânicos: o caso de um polo agrícola em Paço Lumiar/MA. **Nature and Conservation**, v.13, n.1, p.16-21, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.001.0003>.

SANTANA, G.B; NÓBREGA, D. C; OLIVEIRA, J. T; MARTINS, I. A; NASCIMENTO, R.F; VIDAL, C. B. Aplicação da semente de moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante natural no tratamento de efluente de indústria de tintas no Ceará. **Revista Tecnologia** (UNIFOR), Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 1-17, jun. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5020/23180730.2020.9889>.

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

SAÚDE, Fundação Nacional de. Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS. Brasília: **Funasa**. 2013.

SILVA, A. C. P. D; Uso de adsorvente natural proveniente da semente de acerola como alternativa para tratamento de águas subterrâneas. 2017.

SILVA, A. C. P. da; JUNIOR, F. P. de A; Silva, D. D. da. **Uso de adsorvente natural proveniente da semente de acerola como alternativa para tratamento de águas subterrâneas**. I CONIDIS. 2017.

SILVA, A. V. B.; RAMALHO, Â. M. C. Arenas, atores e ação coletiva em torno da crise hídrica: o caso da sub bacia hidrográfica do rio Taperoá no semiárido paraibano. **II Workshop internacional sobre a água no semiárido brasileiro**- Editora Realize, 2015.

SOUZA, F. A. In: **WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**, 1., 2013, Anais. Campina Grande: 2013.

SOARES, G. B. **Caracterização hidroquímica de águas subterrâneas aliada ao uso de óxido de grafeno reduzido para adsorção de herbicidas**. 2019.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

SUZUKI, N. **Crise hídrica pode atingir abastecimento de água de 30 milhões**. Carta Maior–Meio Ambiente. 12 dez 2006.

Titânio - Ti. Disponível

em: <<http://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/titanio\htm>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

Um mundo de água subterrânea sob o mercosul. Canal de inofrmação. **A água em revista**. Belo Horizonte, ano IV, n.7, p.79-82, 1996.

VEIGA, G. **Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos Industriais de algumas empresas da grande Florianópolis**. Relatório para obtenção como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Química – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

XAVIER, L. A; SOUZA, E. C. A.; DE L. R. Elenilda. Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna: proposta de um experimento fácil e rápido. **RCT - Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 6, 2020.

ZANAROTTO, R; RAYMUNDO, A.S; DEL, P. P. B; BELISÁRIO, M; RIBEIRO, J.N; RIBEIRO, A.V.F.N; Avaliação de adsorventes naturais no tratamento de efluentes

contendo o corante vermelho congo. **48° Congresso Brasileiro de Química**; Rio de Janeiro, 2008.

ZUIN, V. G; IORIATTI, M. C. S; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 31. 2009.