



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

JOKLEVSON LOPES DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DO
RIO PIRANHAS-AÇU COM “CLEAN-UP” POR CROMATOGRAFIA EM
COLUNA**

CUITÉ-PB

2019

JOKLEVSON LOPES DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DO
RIO PIRANHAS-AÇU COM “CLEAN-UP” POR CROMATOGRAFIA EM
COLUNA**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de
Licenciatura em Química pela Universidade
Federal de Campina Grande para a obtenção do
grau de Licenciando em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Denise Domingos da Silva

CUITÉ-PB

2019

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

S237d Santos, Joklevson Lopes dos.

Determinação de propriedades físico-químicas da água do rio Piranhas-Açu com “clean-up” por cromatografia em coluna. / Joklevson Lopes dos Santos. – Cuité: CES, 2019.

51 fl.

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

Orientadora: Dra. Denise Domingos da Silva.

1. Rio Piranhas-Açu. 2. Adsorvente natural. 3. Casca do maracujá. I. Título.

Biblioteca do CES – UFCG

CDU 556

JOKLEVSON LOPES DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DO
RIO PIRANHAS-AÇU COM “CLEAN-UP” POR CROMATOGRAFIA EM
COLUNA**

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

Aprovado no dia 18 de junho de 2019

BANCA EXAMINADORA

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

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

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

Aos meus pais, Dos Santos e Jordana e a minha irmã Roanna, eu jamais serei capaz de retribuir, todo carinho, amor e incentivo de vocês. Minha vida sem vocês não faz sentido.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Nossa Senhora dos Aflitos e Santa Rita de Cássia por me abençoar, me proteger e a superar todos os desafios nessa jornada.

Aos meus pais, Dos Santos e Jordana por serem essenciais na minha vida, por sempre acreditarem em mim, demonstrando amor e um incentivo incondicional. Serei eternamente grato a vocês.

A minha irmã Roanna, por sempre me apoiar e estar ao meu lado em todos os momentos.

Meus avós (in memoriam) Jose Amaro e Maria e Joca Germano e Dozinha que onde é que estejam estão felizes por essa conquista.

A minha avó Telzinha, minha grande incentivadora por todo apoio.

A minha orientadora professora Dra. Denise Domingos da Silva pela orientação e dedicação. Foi uma grande incentivadora, uma pessoa muito importante na minha vida acadêmica.

Ao professor Dr. Gustavo Velardez pelos seus ensinamentos, pelas sugestões e contribuições acadêmicas.

Ao corpo docente do curso de Química do CES, esses que foram fundamentais na minha formação acadêmica.

Ao PET por ter feito diferença na minha vida acadêmica e pessoal, e a cada um que tive a oportunidade de trabalhar junto.

Aos meus amigos e colegas de laboratório Ana Maria, Breno, Carlos e Wedja pelo companheirismo e ajuda de sempre.

Ao Laboratório de Bicombustíveis e Química Ambiental (BIOAMBI) da UFCG/CES pela realização da pesquisa.

Ao Laboratório de Bromatologia (LABROM) da UFCG/CES pelas análises no Fotômetro de Chama.

Ao Laboratório de Eletroquímica e Corrosão (LEC) da UFCG/CES pelas análises da composição química no Espectrômetro de Fluorescência de Raio-X por Energia Dispersiva – EDX.

Ao Laboratório de Meio Fauna (LABMEIO) da UFCG/CES pelas análises da granulometria e diâmetro no equipamento Rot-up.

A todos que me ajudaram direta e indiretamente meu muito obrigado.

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

Paulo Freire

RESUMO

A água é fundamental para o ser humano e aos demais seres vivos. Sua existência é de extrema importância para conservação da vida. É utilizada para o consumo humano, atividades sociais e econômicas. O rio Piranhas-Açu é importante para o desenvolvimento dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. O rio depois de percorrer parte da Paraíba, chega a Jardim de Piranhas – RN trazendo em seu leito aquático uma adversidade de poluentes que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e aos moradores que dependem dessa água para a sobrevivência. Parte das indústrias do setor têxtil e os esgotos sanitários lançam seus efluentes industriais no rio sem nenhum tratamento. Para a melhoria dessa água, métodos de tratamento de água e de remoção desses poluentes são necessários. O presente estudo teve por objetivo avaliar os padrões físico-químicos da qualidade da água do rio Piranhas-Açu antes e após a utilização da cromatografia em coluna utilizando o adsorvente natural (casca de maracujá) para o tratamento de água. E verificar a qualidade da matriz e comparar os valores de potabilidade estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde Nº 5/2017. Serão realizadas análises físico-químicas da água com as medidas de pH, condutividade elétrica e turbidez, assim medidas, do teor de cloreto, dureza total e as concentrações de sódio e potássio no fotômetro de chama e avaliar a eficiência do adsorvente natural na purificação da qualidade da água.

Palavras-chave: Rio Piranhas-Açu; Adsorvente natural; Casca do maracujá.

ABSTRACT

Water is fundamental for humans and other living things. Their existence is of utmost importance for the preservation of life. It is used for human consumption, social and economic activities. The Piranhas-Açu River is important for the development of the states of Paraíba and Rio Grande do Norte. The river, after crossing part of Paraíba, arrives at Jardim de Piranhas - RN bringing in its aquatic beds an amount of pollutants that can be harmful to the environment and to the residents who depend on this water for survival. Some industries in the textile sector and sanitary sewers discharge their industrial effluents into the river without any treatment. For the improvement of this water, methods of water treatment and removal of these pollutants are necessary. The present study had the objective of evaluating the physicochemical patterns of water quality of the Piranhas-Açu river before and after the use of column chromatography using a natural adsorbent (passion fruit peel) to treat water. And check the quality of the matrix and compare the potability values established by Ministry of Health Order No. 5/2017. Physico-chemical analyzes of the water will be carried out with pH, electrical conductivity and turbidity measurements, as well as chloride, total hardness and sodium and potassium concentrations in the Flame Photometer and to evaluate the efficiency of the natural adsorbent in the purification of water quality.

Keywords: Piranhas-Açu River; Natural adsorbent; Bark of passion fruit.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivos Específicos.....	18
3. Fundamentação teórica	19
3.1. Água	19
3.2. Efluentes urbanos e industriais	20
3.3. Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte.....	21
3.4. Aspectos físico-químicos da água.....	21
3.4.1. Turbidez	21
3.4.2. Dureza total	22
3.4.3. Cloreto.....	22
3.5. Fotômetro de chama	22
3.6. Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX.....	23
3.7. Contaminação química da água.....	23
3.8. Adsorção.....	23
3.9. Adsorventes naturais	24
3.9.1. Cascas de maracujá como biomassa adsorvente.....	24
4. METODOLOGIA	25
4.1. Área de Estudo	25
4.2. Coleta das amostras	25
4.3. Determinação dos parâmetros físico-químicos.....	26
4.3.1. pH.....	26
4.3.2. Condutividade elétrica	27
4.3.3. Turbidez	27
4.3.4. Dureza total	28
4.3.5. Cloretos	28
4.4. Fotômetro de chama	28
4.5. Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX.....	29

4.6.	Secagem do resíduo e preparação do adsorvente	30
4.7.	Tratamento com adsorvente	31
5.	Resultados e discussões	31
5.1.	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	31
5.2.	Condutividade Elétrica	33
5.3.	Turbidez	34
5.4.	Dureza	35
5.5.	Cloreto	37
5.6.	Fotômetro de chama	38
5.7.	Caracterização das amostras de água após o tratamento com o adsorvente.....	39
5.7.1.	Adsorvente natural	39
5.8.	Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX.....	41
6.	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Distribuição da água doce no planeta.....	18
Figura 2. Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu.....	20
Figura 3. Mapa do Rio Grande do Norte, região do Seridó em destaque.....	24
Figura 4. a) Imagem de satélite do rio Piranhas-Açu. b) rio Piranhas-Açu as margens da cidade de Jardim de Piranhas – RN.....	25
Figura 5. Potenciômetro utilizado nas análises de pH.....	26
Figura 6. Condutivímetro mCA-150/Mca-150P.....	26
Figura 7. Turbidímetro modelo DLT-WV.....	27
Figura 8. Fotômetro de chama.....	28
Figura 9. Equipamento digital de EDX.....	29
Figura 10. A) Cascas do maracujá selecionadas e cortadas ao meio. B) Cascas lavadas e sem sementes. C) Em processo de secagem na estufa. D) Cascas secas e prontas para trituração.....	29
Figura 11. Coluna cromatográfica preenchida casca de maracujá com diâmetro de 500 μm	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores médios de pH da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.....	31
Gráfico 2. Valores médios de condutividade elétrica da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.....	32
Gráfico 3. Valores médios de turbidez da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.....	34
Gráfico 4. Valores médios de dureza da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.....	35
Gráfico 5. Valores médios de cloreto da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Determinação dos valores médios das concentrações de Sódio e Potássio da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.....	37
Tabela 2. Comparação dos resultados de pH e condutividade elétrica antes e após adsorção da casca do maracujá (filtração).....	39
Tabela 3. Comparação dos resultados de dureza e turbidez antes e após adsorção da casca do maracujá (filtração).....	39
Tabela 4. Comparação dos resultados de cloreto, sódio e potássio antes e após adsorção da casca do maracujá (filtração).....	40
Tabela 5. Percentual dos elementos químicos da casca do maracujá antes e após adsorção utilizando o Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX.....	41

1. INTRODUÇÃO

A água é de grande importância para o ser humano e aos demais seres vivos. Sua existência é fundamental para conservação da vida. A água é um recurso abundante na natureza, é utilizada para o consumo humano, atividades sociais e econômicas. (OLIC, 2002)

A ação do homem nos rios, lagos e mares, vêm sendo excessivamente degradadas através da urbanização desordenada, expansão de indústrias, desmatamentos nas margens dos rios, queimadas e desperdícios, que levam à redução do volume de água, além da contaminação e poluição. (VEIGA, 2005)

Segundo a UNESDOC (2006), o “Global Environmental Outlook’s Baseline Scenario” de 2012 da OECD projetou um aumento no risco de escassez de água até 2050, com uma perspectiva de 2,3 bilhões de pessoas vivendo em áreas com grave restrição hídrica. Outro prognóstico do relatório diz que o mundo irá enfrentar um déficit hídrico de 40% em 2030, caso nenhuma ação seja tomada. A quantidade de água consumida no mundo se divide na agricultura (70%), seguido pela indústria (23%) e por último, o consumo urbano (7%) (BRITO; PORTO; SILVA, 2007).

O lançamento de efluentes líquidos e sólidos de origem urbana e industrial nos rios tem grande influência na qualidade da água em que se encontra no rio, afetando a disponibilidade desse recurso natural e gerando graves problemas de desequilíbrio ambiental (LIMA; MEDEIROS, 2008).

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES, DA SILVA, et al., 2012).

Segundo o Ministério da Saúde, a água com qualidade ou água potável é aquela destinada ao consumo, cujos parâmetros estão dentro do padrão de potabilidade que não oferece riscos à saúde humana. No Brasil, as regras que

determinam a potabilidade da água foram estabelecidas pela portaria N^o 5/2017.

A bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu nasce no extremo oeste do Estado da Paraíba, corre em direção ao nordeste indo desembocar no litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte, próximo à cidade de Macau. Esta bacia recobre uma área total de 43.756 km², sendo que 17.785 km² estão localizados no Estado do Rio Grande do Norte, correspondendo a 34,7% da superfície estadual e 40,6% da área da bacia. (EMPARN, 2005)

Portanto, este estudo avaliou-se os padrões físico-químicos da qualidade da água do Rio Piranhas-Açu antes e após a utilização da cromatografia em coluna, utilizando o maracujá como adsorvente natural para o tratamento de água.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinar as propriedades físico-químicas usando a casca do maracujá como adsorvente natural por meio da cromatografia em coluna para tratamento da água do Rio Piranhas-Açu do municípios de Jardim de Piranhas – RN.

2.2. Objetivos Específicos

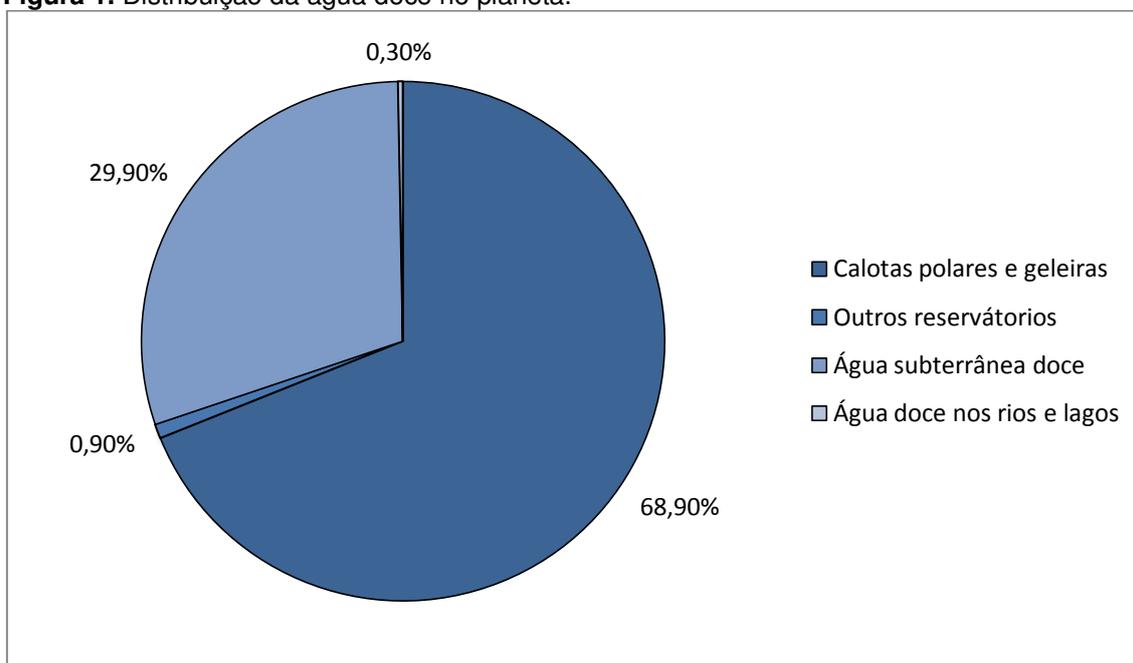
- Coletar amostras de água do Rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.
- Caracterizar as propriedades físico-químicas das amostras de água do rio de um referido município.
- Realizar determinações de pH , turbidez e condutividade elétrica.
- Determinar o teor de cloretos e dureza total.
- Utilizar o adsorvente natural proveniente do maracujá para tratamento dessas amostras de águas.
- Avaliar a eficácia do adsorvente natural na remoção da turbidez total das amostras de águas analisadas.
- Verificar a composição química da casca do maracujá antes e após o tratamento no Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX

3. Fundamentação teórica

3.1. Água

Os recursos hídricos são compreendidos como fontes de valor econômico essencial para a sobrevivência e desenvolvimento dos seres vivos. É o elemento mais precioso da superfície terrestre, é fundamental para a manutenção da vida no planeta, predominando em abundância no corpo humano, é ela também responsável por transformações nos aspectos da vida econômica, social, cultural e histórica das populações do planeta. Segundo Shiklomanov (1998), a água doce corresponde a cerca de 2,5% do total. A figura 1, mostra a distribuição de água doce no planeta.

Figura 1. Distribuição da água doce no planeta.



Fonte. Adaptado de Shilkomanov, (1998).

A maior parte da água existente no mundo é salgada (97%) e está concentrada principalmente nos oceanos, mares e alguns lagos. Mesmo em quantidade pequena de água doce disponível no planeta, o seu mau uso vem reduzindo drasticamente a sua disponibilidade, seja através da péssima manutenção dos rios, ou pela sua poluição. Por esse motivo, atualmente, na ONU (Organização das Nações Unidas) tem crescido o debate pela preservação dos recursos naturais, principalmente quando se refere à água, é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, patrimônio da

humanidade, garantia de bem estar, que deve ser preservada, e utilizada de forma inteligente, pois todos os seres vivos dependem desse recurso em condições suficientes para sobrevivência.

3.2. Efluentes urbanos e industriais

Segundo SAUTCHÚK et al., (2009), o despejo de efluentes sem o tratamento adequado e o surgimento de problemas relacionados à escassez e poluição de água nos grandes centros urbanos, desperta um interesse político, ambiental e econômico pelo tratamento adequado da água.

Devido à falta de conscientização, o tratamento adequado no tratamento de efluentes se torna necessário para que não resulte em problemas sócio-ambientais nos recursos hídricos, causando impactos na vida aquática e no meio ambiente (PIMENTA et al., 2002). O processo de tratamento de efluentes pode ser adotado através de vários fatores: “os custos de investimento; a qualidade e a quantidade de resíduo gerado na estação de tratamento de efluente; a qualidade do efluente tratado; a geração de odor; a segurança operacional; a confiabilidade para o atendimento à legislação ambiental, e também a possibilidade de reuso dos efluentes tratados (GIORDANO, 1999)”.

Os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada e falta de políticas de desenvolvimento urbano, surgindo diversos problemas relacionados à escassez e poluição das águas nos grandes centros urbanos. Os efluentes domésticos representam cerca de 0,1% de sólidos, estes sólidos são compostos por material orgânico, inorgânico e microorganismos (VON SPERLING, 1996; PHILIPPI E MALHEIROS, 2005)

Os tratamentos de efluentes estão diretamente ligados à preservação ambiental, para ser previamente lançado ao meio ambiente, recomenda-se que os efluentes sejam tratados para a remoção de impurezas geradas na fabricação do produto de interesse de cada indústria para que não venham contaminar os recursos hídricos (CRESPILHO et al., 2004).

3.4.2. Dureza total

A dureza da água é definida pela concentração de cátions em solução, os cátions de cálcio e magnésio são na maioria das vezes os responsáveis pela concentração de dureza da água (PAVEI, 2006; LIBÂNIO, 2010; SPERLING, 2017). Esse parâmetro da dureza é expresso em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO_3).

Determinadas concentrações de dureza pode ser definidas por ocasionar sabor desagradável à água, diminuir a formação de espumas, aumentando um consumo maior de sabão, causar incrustações em tubulações de água quente, obstruir a canalização nos sistemas de distribuição de água e provocar efeitos laxativos (SPERLING, 2017; RICHTER, 2009). No entanto, o padrão estabelecido da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade limita a dureza a 500 mg/L de CaCO_3 (MINISTÉRIOS DA SAÚDE, 2017).

3.4.3. Cloreto

O cloreto é oriundo da dissolução de minerais de solos e rochas, estão presentes em quase todas as águas naturais, assim é indicado para obter o grau de indícios de poluição e indústrias (MACÊDO, 2001; ALVES, 2010; SPERLING, 2017).

O alto teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas doces (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009). Também, concentrações elevadas de cloretos formam incrustações e processos de corrosão em equipamentos de aço inoxidável, além de alterar o sabor da água (ALVES, 2010). Grandes concentrações de cloretos podem torná-las inadequadas para o consumo humano (CONAMA, 2005).

3.5. Fotômetro de chama

O fotômetro de chama é utilizado na identificação quantitativa da cátions presentes nas amostras, que levadas ao contato com a fonte de energia podem emitir luz. Segundo Gracetto, Hioka e Filho (2006), a origem das cores geradas

pela presença de metais nas chamas relaciona-se com a estrutura eletrônica dos átomos e suas características que cada elemento emite ao receber energia de uma determinada fonte.

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

O Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX é uma técnica que permite a determinação da composição química de muitos materiais, além disso, essa técnica consegue facilmente determinar as concentrações dos átomos ou das moléculas na amostra envolvida (CLAPER, 2006). Quando os elementos químicos são submetidos a uma excitação adequada, eles emitem radiações características.

3.7. Contaminação química da água

A contaminação do corpo hídrico é afetada pelas mais diversas atividades, dentre as principais alterações destaca-se a crescente contaminação por diversos poluentes, orgânicos e inorgânicos, sendo as atividades industriais e agrícolas os principais agentes contaminantes (SANTOS 2015). O caso de poluição se dar pelos organismos patogênicos, radioativas ou de substâncias tóxicas em concentrações nocivas e de elementos que geram danos a saúde. A contaminação refere-se à transmissão de substâncias ou microorganismos nocivos a saúde pela água

3.8. Adsorção

De acordo com os autores Anirudhan e Ramachandran (2015) e Meziti e Boukerroui (2012) a adsorção é evidenciada através da interação entre a substância líquida ou gasosa (adsorvato) transferida para a superfície do material sólido (adsorvente), é um processo físico-químico bastante utilizado no tratamento de água.

A adsorção é influenciada por vários fatores, são eles: pelo pH e temperatura do meio, pela quantidade e natureza do sólido poroso e pelo tamanho da partícula do material adsorvente (ANIRUDHAN e RAMACHANDRAN, 2015; BEYENE, 2014; CRINI, 2006; GÜRSES et al., 2014; YAGUB et al., 2014; CAVALCANTE JR; AZEVEDO, 1995).

3.9. Adsorventes naturais

Na atualidade existe a preocupação em descobrir e criar materiais adsorventes alternativos de baixo custo, alta disponibilidade e apresentar elevada capacidade de adsorção. A utilização de adsorventes naturais utilizada na retirada de contaminantes em soluções aquosas é amplamente utilizada, ou seja, a utilização de um material capaz de reter íons ou moléculas dos contaminantes em sua superfície. O processo com adsorventes naturais tem se mostrado como um método eficaz e econômico, devido conseguir sanar dois grandes problemas, para serem utilizados na indústria como matéria-prima e a retirada eficaz de contaminantes no tratamento de efluentes. (YAMAURA, 2008).

3.9.1. Cascas de maracujá como biomassa adsorvente

Os estudos referentes a utilização da casca do maracujá como adsorvente, e sua eficiente na remoção de poluentes, encontra-se, na literatura dos estudos de adsorção, mostrando um grande potencial na remoção de resíduos em efluentes. Sendo o maior produtor mundial de maracujá (IBGE, 2013), a produção que gira em torno de 95% é direcionada para o setor agroindustrial de suco do Brasil, se tornando uma grande potência que gera como resíduo as cascas da fruta. Após a extração do suco na indústria do maracujá, grande parte do fruto, é de rejeitos sólidos representados pelas cascas, bagaços e sementes. A casca do maracujá é uma alternativa sustentável e econômica devido ser um fruto bastante utilizado, abundante e de fácil localização (CEPLAC, 2007; MONDAL, 2008).

Suas cascas além de apresentar açúcares, proteínas, fibras alimentares e minerais, pode apresentar um potencial biossorbitivo uma vez que é rica em pectina, já que é um resíduo importante na agroindústria. Essas são descartadas na maioria das vezes, mas ao se utilizarem em processos de filtração, geram o aproveitamento do material como insumo e no tratamento de água (CÓRDOVA et al., 2005; PINHEIRO, 2007; MEDINA et al., 1980).

4. METODOLOGIA

4.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Jardim de Piranhas, no rio Piranhas-Açu. O município está situado no estado do Rio Grande do Norte, localizado na região do Seridó, na microrregião do Seridó Ocidental, mesorregião Central Potiguar, localizada a aproximadamente 31 km da cidade de Caicó, fazendo fronteira com a Paraíba (IBGE, 2018).

Figura 3. Mapa do Rio Grande do Norte, região do Seridó em destaque.



Fonte: J.O.A. AMARANTE.

4.2. Coleta das amostras

As coletas foram realizadas no mês de abril de 2019, no período da manhã, em 4 pontos distintos nas águas superficiais do rio Piranhas-Açu localizado no município de Jardim de Piranhas. As amostras de água foram coletadas para análises físico-químicas. Cada coleta foi realizada em triplicata e as amostras de cada ponto foram identificadas e armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 2,0 L previamente higienizadas, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração durante todo período das análises. Serão extraídas as médias para cada um dos pontos de coleta e, comparadas aos parâmetros obtidos com as definições da Portaria do Ministério da Saúde Nº 5/2017 (BRASIL, 2017).

Figura 4. a) Localização dos pontos de amostras. b) rio Piranhas-Açu as margens da cidade de Jardim de Piranhas – RN.



Fonte: Google Earth (2019) e MS (2017).

4.3. Determinação dos parâmetros físico-químicos

As análises a foram realizadas nos laboratórios de Biocombustíveis e Química Ambiental, e Química Analítica do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande/Cuité-PB e seguiram metodologias recomendadas pelo manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2013), pelo livro Águas e Águas métodos laboratoriais de análises físico químicas (MACÊDO, 2001) e o livro Standard Methods for the examination of water (APHA, 2006).

4.3.1. pH

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

Figura 5: Potenciômetro utilizado nas análises de pH.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

4.3.2. Condutividade elétrica

A condutividade foram determinada utilizando um condutivímetro mCA-150/Mca-150P 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 .

Figura 6. Condutivímetro mCA-150/Mca-150P



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

4.3.3. Turbidez

A turbidez foi determinada por um turbidímetro modelo DLT-WV, previamente calibrado com soluções padrões de $< 0,10 \text{ NTU}$, 10 NTU , 100 NTU e 800 NTU .

Figura 7. Turbidímetro modelo DLT-WV.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

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. (APHA, 1998).

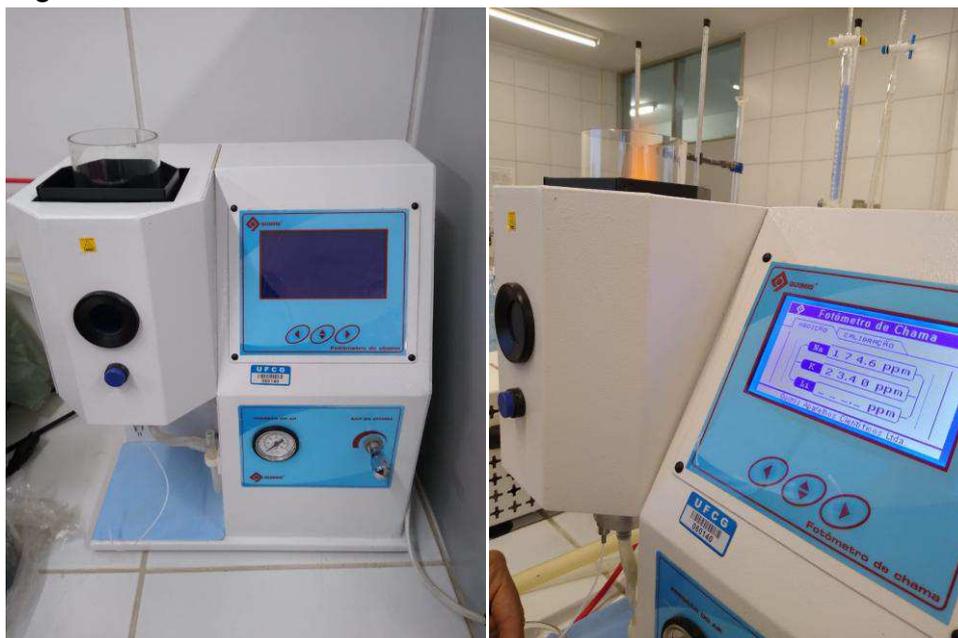
4.3.5. Cloretos

Na determinação do teor de cloreto foi utilizado a volumetria de precipitação com nitrato de prata (AgNO_3) pelo método de Mohr. (APHA, 1998).

4.4. Fotômetro de chama

Para determinação de outros cátions metálicos, como Na^+ e K^+ foi utilizado um fotômetro de chama *QUIMIS Q498M*, que usa filtros para a determinação desses cátions. O aparelho foi calibrado com soluções padrão de 10 ppm de Na^+ e K^+ com dimensões de 30 x 37 x 52 cm. Amostras de água foram sendo analisadas pelas concentrações determinadas pela a coloração da chama específica de cada substância.

Figura 8. Fotômetro de chama.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

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

A determinação da composição química do maracujá foi feita pela técnica de Energia Dispersiva de Fluorescência de Raios-X, utilizando um espectrômetro digital da SHIMADZU, modelo EDX-700. Foi utilizado como padrão, um metal esférico com dimensões de comp.: 15 cm – lar.: 13 cm e alt.: 14 cm que avalia o percentual de alguns elementos que o constitui. O tempo foi de vinte minutos. Em seguida, foi introduzida a amostra de micro tubos com dimensões de com.: 15 cm – lar.: 13 cm e alt.: 14 cm. Para que a amostra seja introduzida no tubo sem contaminação e interferências, utilizou um filme fino de *polypropylene* 3520 transparente que reveste a parte inferior e superior do tubo. E em seguida a amostra foi introduzida por oito minutos durante a leitura.

Figura 9. Equipamento digital de EDX.



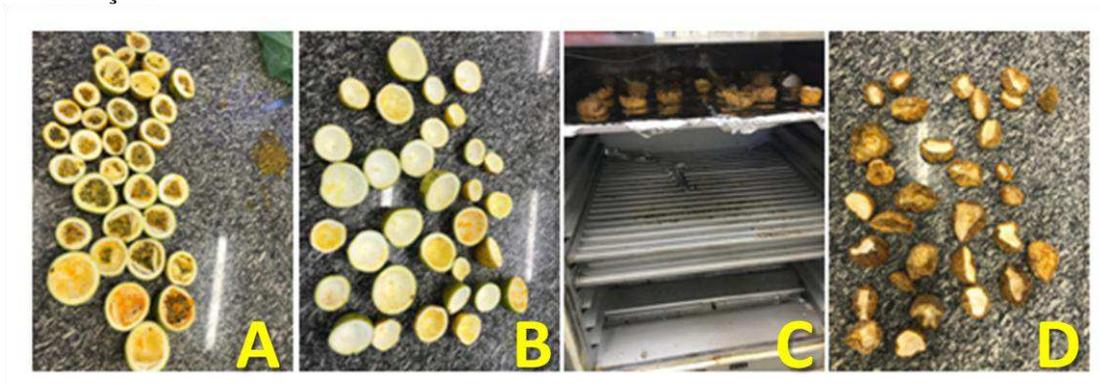
Fonte: Dados da pesquisa, 2019

4.6. Secagem do resíduo e preparação do adsorvente

Para a obtenção da farinha de casca de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) foram utilizadas cascas de frutos maduros adquiridos no mês de maio de 2019 na feira livre de Cuité no estado da Paraíba.

O resíduo foi submetido à secagem, em secador de bandejas marca FABBE, capacidade de aquecimento até 200°C. As cascas do maracujá selecionadas foram cortadas ao meio e lavadas em água corrente, depois foram distribuídas sobre a bandeja em uma única superfície a fim de que a secagem ocorresse uniformemente e, em seguida, colocada na estufa a 60°C por cerca de 24 horas. Após a secagem foram trituradas e peneiradas atingindo a granulometria de 500 µm. Após o processo, o material ficou apto para o processo de empacotamento.

Figura 10. A) Cascas do maracujá selecionadas e cortadas ao meio. B) Cascas lavadas e sem sementes. C) Em processo de secagem na estufa. D) Cascas secas e prontas para trituração.

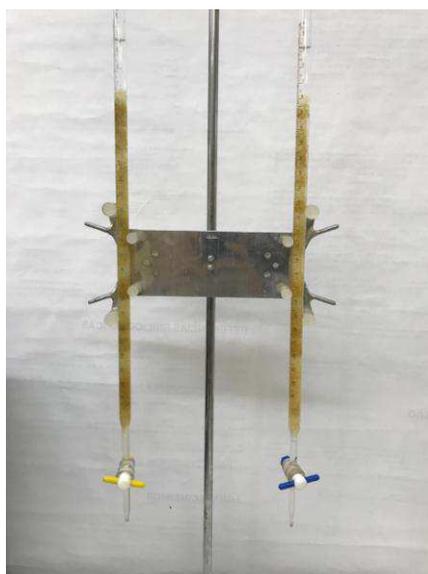


Fontes: Dados da pesquisa, 2019.

4.7. Tratamento com adsorvente

Após a determinação dos parâmetros físico-químicos foram realizados testes de adsorção onde as amostras foram tratadas por meio de Cromatografia em coluna utilizando o adsorvente (casca do maracujá). Os parâmetros analisados de pH, turbidez e dureza foram repetidos após o tratamento com o adsorvente natural proveniente da casca do maracujá para comparação dos resultados com as medidas realizadas anterior ao processo de empacotamento.

Figura 11. Coluna cromatográfica preenchida com casca de maracujá com diâmetro de 500 μm .



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

5. Resultados e discussões

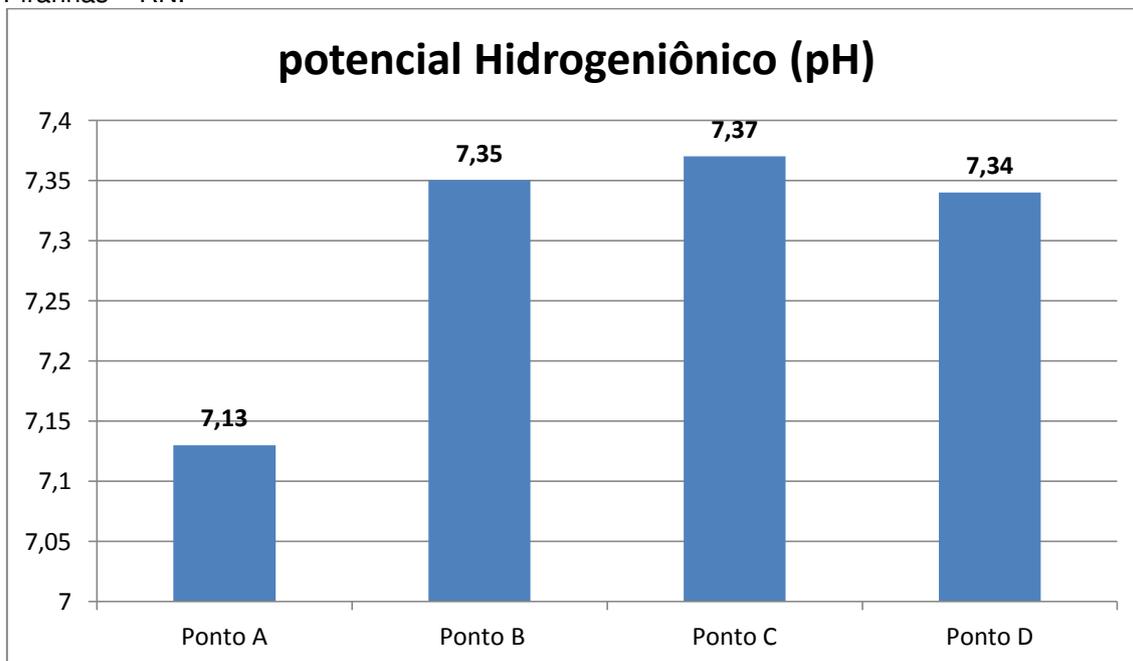
Esse capítulo contempla os resultados e a discussão da comparação dos resultados antes e após adsorção da casca do maracujá.

5.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial Hidrogeniônico (pH), representa a concentração de íons hidrogênio (H^+) presentes em uma solução, indica a intensidade da acidez, neutralidade ou da alcalinidade da água. A variação do pH ocorre por origem natural através da dissolução de rochas, fotossíntese ou resíduos domésticos e industriais (WEINSTEIN 1997; BRASIL, 2006).

O gráfico 1 mostra os valores médios de pH da água do rio Piranhas-Açu.

Gráfico 1. Valores médios de pH da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Como pode ser visualizado no gráfico 1, as amostras dos pontos A, B, C e D coletadas no Rio Piranha-Açu encontram-se de acordo com a portaria de consolidação nº 5/2017, variando entre 7,13 a 7,37, enquanto o estabelecido é de $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$.

Os valores de pH fora do valor permitido pela legislação pode comprometer todo o ambiente aquático, mesmos os seres vivos mais resistentes não conseguirão sobreviver diante destas condições. Geralmente os despejos industriais tornam esse ambiente contaminado apresentando um pH muito ácido ou muito alcalino.

Por Ottoni (2009) no rio Piranhas-Açu, localizado entre as cidades de Assu e Pendências, a qualidade da água revelou um pH 6,81 – 8,80. Queiroz, Dantas e Silva (2013) apresentou uma variável de pH com variação do valor mínimo e máximo igual a 6,6 e 7,8. Valores bem parecidos entre 6,7 e 7,13 foram encontrados em águas subterrâneas por Fernandes e Santiago (2001) em águas subterrâneas. Entre 27/12/2013 a 17/04/2014, o rio Piranhas

apresentou uma pequena variação no pH da água durante o período de monitoramento, com pH variando de 6,98 a 6,5 Chaves et al. (2015).

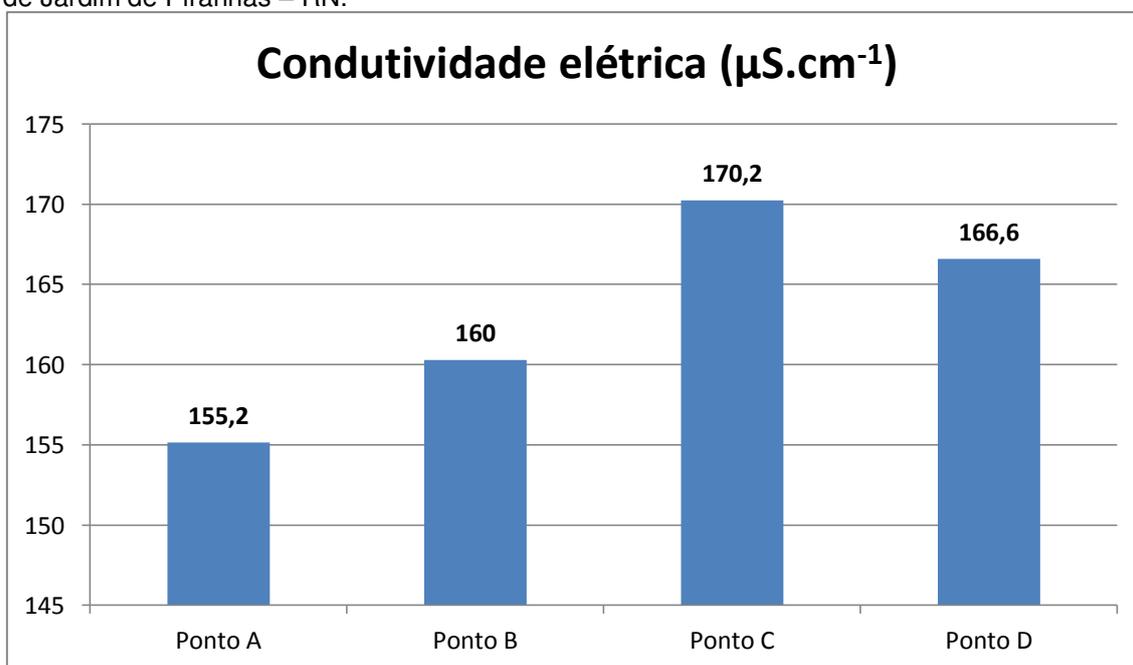
5.2. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica definida como a capacidade que uma solução aquosa apresenta em conduzir corrente elétrica, é proporcional a concentração elétrica dos sais dissolvidos em águas, ou seja, quanto maior a quantidade de íons, maior será a condutividade e menor será a resistividade (BREDA, 2001). Esteves (2011) aborda que a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica quantidades e componentes.

É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (Piñeiro Di Blasi et al., 2013). Em sua maioria a condutividade elétrica em uma água é representada por sólidos dissolvidos e ionizados em água, variando conforme a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas (SANTOS, 2013).

Observa-se no gráfico 2 os valores médios de condutividade elétrica da água do rio Piranhas-Açu.

Gráfico 2. Valores médios de condutividade elétrica da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Os resultados na área de estudo mostraram que os teores de condutividade variaram de 155,2 a 170,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. No gráfico 2, pode ser observado que os teores da condutividade são maiores especialmente no pontos C e D, são mais próximos do pólo industrial e com maior influência dos efluentes lançados e despejos depositados pelas indústrias e pela comunidade as margens do rio.

Medeiros et al., (2003) observaram a condutividade elétrica entre 1,17 e 2,98 $\mu\text{S cm}^{-1}$ em diferentes poços na região de Mossoró – Baraúna-RN. Oliveira e Maia (1998) pode observar nas cidades do oeste potiguar, valores variando de 0,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em Ipanguaçu a 4,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em Grossos, os valores são inferiores se comparados com os teores médios obtidos no presente estudo.

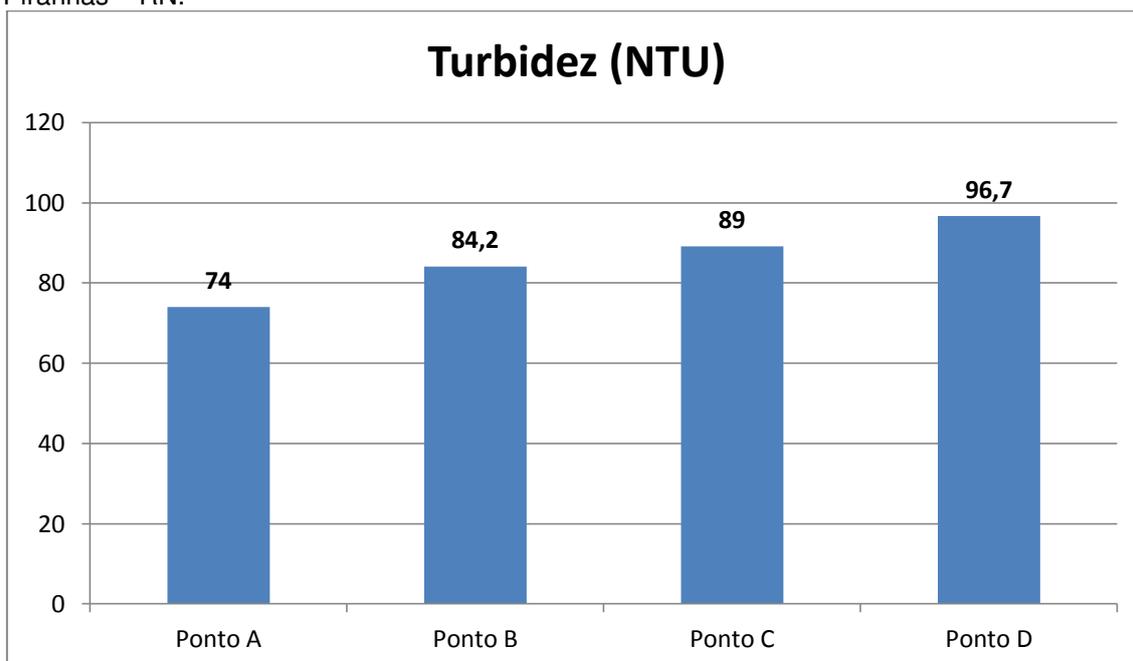
Alvarenga et al. (2012) realizou um estudo em uma microbacia afluenta do Rio Paraíba do Sul- SP, a condutividade teve variação de 26,00 a 50,10 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Marmontel e Rodrigues (2015) avaliou a qualidade da água em nascentes de diferentes coberturas vegetais no Córrego Pimenta- SP encontraram teores de 10,7 a 139,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período seco e de 13,2 a 149,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período chuvoso. Os valores médios encontrados por Souza (2017) no período de abril de 2013 a março de 2015 na Bacia do rio Trussu variaram de 201,88 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 379,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na

De acordo com Ministério da Saúde, não há um valor máximo especificado para condutividade elétrica.

5.3. Turbidez

Para a garantia da qualidade da água em complementação em relação as exigências, a Portaria Nº 5/2017 permite que o valor máximo de Turbidez seja de 5,0 NTU. Turbidez é a presença de matéria em suspensão na água resultando na alteração da penetração da luz (RICHTER, 2009). E os valores encontrados não estão de acordo com valores permitidos, indicando uma grande quantidade de sólidos em suspensão. De acordo com o valor máximo permitido de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde todos os pontos apresentaram um valor muito acima do permitido, conforme mostra no gráfico 3, houve variação de 74 NTU a 96,67 NTU nos valores médios.

Gráfico 3. Valores médios de turbidez da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Para Raposo & Magalhães (2009), um dos principais parâmetros de qualidade das águas capaz de demonstrar alterações de uma bacia hidrográfica como consequência de uma erosão é a turbidez. Nesse sentido, a turbidez é bastante útil em análises ambientais em bacias hidrográficas, a fim de se detectar danos nos cursos d'água relacionados.

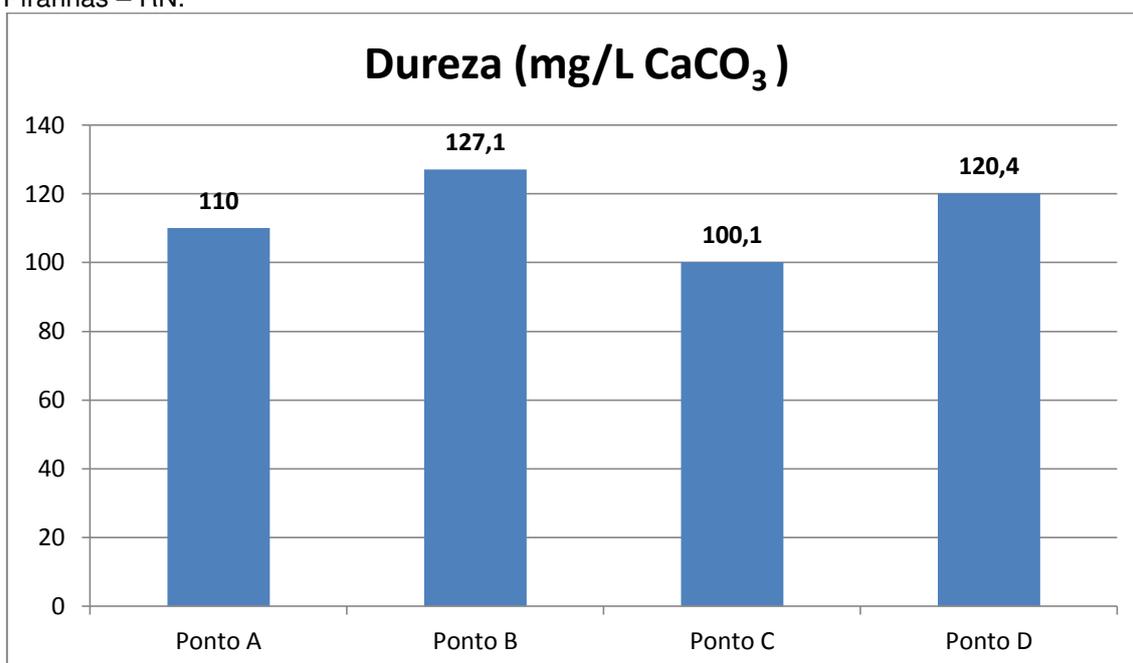
Segundo Moreira (2018), a turbidez durante o tempo estudado mostrou-se entre 9,34 e 30,4 NTU na lagoa de Extremoz – RN. Já em Parnamirim – RN, as amostras de Bernado et al. (2016) variaram entre 0,39 a 0,82 NTU. Em residências rurais no semiárido do Rio Grande Do Norte, Sousa (2013) apresentou valores médios de turbidez na água bruta de 217,1, 306,3 e 339,1 NTU, respectivamente.

5.4. Dureza total

Os principais cátions associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca^{+2} , Mg^{+2}), e em menor escala outros elementos. A dureza é expressa em mg/L de CaCO_3 . Para a indústria, quando uma água ultrapassa 500mg/L CaCO_3 está é uma característica indesejável e deve ser tratada, uma vez que em temperaturas elevadas, as incrustações são formadas pelo aumento da concentração dos sais e outras substâncias presentes na água, se tornando um perigo para as caldeiras e outros equipamentos (FIGUEIREDO, 1999),

também causam problemas na parte da higienização, impedindo a formação de espuma (RICHTER, 2009), diminuindo sua eficiência. Conforme o gráfico 4, os valores da Dureza total, parâmetro químico e expresso em mg/L CaCO₃ encontrados nos quatro pontos de coleta apresentaram significativa variação entre os valores de 100,1 mg/L CaCO₃ no ponto C e 127,1 mg/L CaCO₃ no Ponto B, nos pontos A e D os valores obtidos foram de 110 mg/L e 120,4 mg/L CaCO₃.

Gráfico 4. Valores médios de dureza da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Segundo RICHTER e NETO (1991), a água pode ser classificada: em mole (30 mg/L), moderadamente dura (50-150 mg/L); dura (150-300 mg/L) e muito dura (> 300 mg/L). Dos quatro pontos analisados, todas elas apresentaram características de água moderadamente dura, uma vez que a dureza ficou entre 50 mg/L e 150 mg/L CaCO₃. Estando de acordo com a determinação dos padrões do MS Portaria nº 5/2017 onde o valor máximo de dureza para consumo humano é de 500 mg/L CaCO₃.

Soares (2018) para as águas subterrneas de Santa Cruz – RN, os valores obtidos foram de 280,78 mg/L CaCO₃, 1.100,90 mg/L e 3.010,00 mg/L. Sousa; et al., (2016) na água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú – MA, obteve valor de dureza de 66,6 mgL⁻¹ CaCO₃, e de 156,6 mgL⁻¹ CaCO₃. Nos meses

de agosto a novembro, Leite (2016) encontrou valores de 168, 140 e 180 mg/L CaCO₃ no rio Cuiá – João Pessoa/PB.

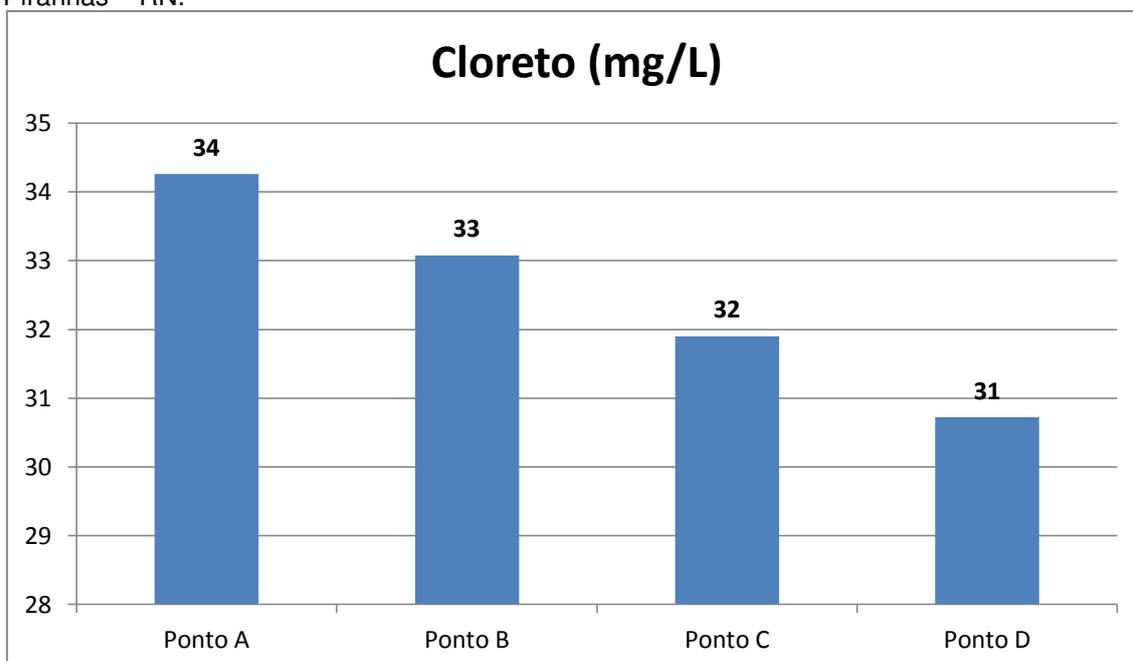
5.5. Cloreto

A concentração de cloreto é um íon importante nas águas subterrâneas e superficiais, sua concentração depende de condições químicas (Heller, 1997), podendo ter origem antrópica e geológica, sendo por depósitos minerais, lixiviação de rochas, poluição por matéria fecal, despejos industriais, etc (USEPA, 2015). Contudo, o cloreto é um componente encontrado naturalmente em análises de rotina, é um parâmetro de grande importância, podendo causar problemas com equipamentos, prejudicando o andamento do processo na indústria (Alfaro, 2014).

A Portaria nº 5/2017, do Ministério da Saúde, determina que o teor máximo de cloreto permissível, em águas de abastecimento, é de 250 mg/L de Cl⁻.

No gráfico 5 estão representados os valores médios de cloreto para os diferentes pontos de coleta.

Gráfico 5. Valores médios de cloreto da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

De acordo com os dados obtidos no processo analítico, o ponto A foi quem apresentou uma maior quantidade, com o valor de 34 mg/L de Cl^- , e de menor quantidade no ponto D com o valor de 31 mg/L de Cl^- , assim todas as amostras ficaram dentro do permitido pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL 2017), que para este parâmetro o máximo permitido é de 250 mg/L. Os teores de cloreto em ecossistemas continentais são extremamente variáveis, podem conferir um sabor salgado à água ou propriedades laxativas (Lucas et al., 2014).

Souza et al. (2015) nas águas subterrâneas localizadas no perímetro urbano do município de Ubá, MG, encontraram valores que variaram de 19,3 a 35,4 mg/L de Cl^- . Siqueira et al. (2012) em um estudo do Rio Parauapebas- PA, encontraram teores de 0,40 mg/L.

5.6. Fotômetro de chama

A fotometria de chama é uma técnica analítica baseada em espectroscopia atômica, a amostra é inserida em uma chama e analisada pela quantidade de radiação emitida pelas espécies atômicas ou iônicas excitadas (OKUMURA, 2004).

A tabela 1 apresenta os resultados do teor de sódio e potássio, expresso em ppm, das análises da água do rio Piranhas-Açu. Percebeu-se que não houve uma grande variação de Sódio e Potássio.

Tabela 1. Determinação dos valores médios das concentrações de Sódio e Potássio da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN.

Amostras	Na ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)
Ponto A	25 ± 2	13,6 ± 0,5
Ponto B	23 ± 1	12,6 ± 0,5
Ponto C	25,1 ± 0,7	12,1 ± 0,3
Ponto D	25 ± 2	13,1 ± 1

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A interação do sódio com a água pode ser por meio de lixiviação das rochas, esgotos sanitários, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas (CETESB, 2012; Von Sperling, 2007). As concentrações de sódio encontradas variaram ente 23 ± 1 e 25,1 ± 0,7. Segundo a CETESB (2012), muitas águas superficiais incluindo aquelas que recebem efluentes têm níveis bem abaixo de 50 ppm.

O potássio é um elemento químico abundante na crosta terrestre, mas ocorre em pequena quantidade nas águas subterrâneas, estar sempre presente nos sedimentos argilosos sendo consumido pelos vegetais. As concentrações potássio obtidas foram de $12,1 \pm 0,31$ a $13,6 \pm 0,5$ ppm. Ao contrario do Na^+ , o ponto A foi quem apresentou o maior teor de K^+ $13,6 \pm 0,5$.

Estudos realizado por Rafael et al. (2016) na água de abastecimento do município de Caraúbas/RN, apresentou em relação ao sódio teor de 138 ± 23 , $99,7 \pm 13,3$ e os demais variaram entre $53,7 \pm 13,3$ e 69. Nos resultados obtidos de potássio, mostrou teor de $49,5 \pm 2,3$ e os demais variaram entre 11,7 e $18,2 \pm 2,3$. Estudos feitos por Stein (2012), o teor médio de potássio nas águas do aquífero Barreiras no setor sul de Natal e norte de Parnamirim - RN subterrâneas avaliadas foi de 1,37 mg/L.

5.7. Caracterização das amostras de água após o tratamento com o adsorvente

5.7.1. Adsorvente natural

A casca do maracujá foi testada como adsorvente natural a fim de verificar suas propriedades de adsorção nas amostras da água do rio Piranhas-Açu do município de Jardim de Piranhas – RN. O adsorvente se mostrou bastante eficaz na capacidade de redução da turbidez usando uma granulometria de 500 μm . Observou-se uma diminuição do pH, da condutividade elétrica, da dureza e do cloreto. Nas medidas de Na e K houve uma variação.

Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos do pH e de condutividade elétrica. O pH teve variação significativa nas amostras B e C, e a condutividade elétrica após o tratamento houve uma diminuição comparado com os resultados antes do tratamento. As amostras realizadas após a adsorção apresentaram-se dentro dos valores permitidos pelo Ministério da Saúde, segundo a portaria nº 5/2017.

Tabela 2. Comparação dos resultados de pH e condutividade elétrica antes e após adsorção da casca do maracujá (filtração).

Parâmetros analisados	Potencial Hidrogeniônico (pH)		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	
	A	B	A	B
Pontos				
Antes do tratamento	7,13 \pm 0,05	7,35 \pm 0,04	155,2 \pm 0,3	160,0 \pm 0,4
Após o tratamento	7,0 \pm 0,2	6,81 \pm 0,01	111,9 \pm 0,5	122,6 \pm 0,6
Pontos	C	D	C	D
Antes do tratamento	7,37 \pm 0,05	7,34 \pm 0,04	170,2 \pm 0,3	166,6 \pm 0,3
Após o tratamento	6,85 \pm 0,05	7,3 \pm 0,2	146,6 \pm 0,5	154,3 \pm 0,3

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Após o tratamento o adsorvente apresentou ser eficiente na diminuição da condutividade elétrica, conseguindo diminuir a concentração de sais dissolvidos nas amostras analisadas.

A tabela 3 apresenta valores obtidos da dureza total e da turbidez antes e após o tratamento com a casca do maracujá da água do rio Piranhas-Açu. A casca do maracujá se mostrou eficaz na redução da dureza, visto que as medidas apresentaram redução significativa.

Tabela 3. Comparação dos resultados de dureza e turbidez antes e após adsorção da casca do maracujá (filtração).

Parâmetro analisado	Dureza total (mg/L CaCO_3)		Turbidez (NTU)	
	A	B	A	B
Pontos				
Antes do tratamento	110,0 \pm 0,3	127,1 \pm 0,4	74,0 \pm 0,3	84,2 \pm 0,3
Após o tratamento	80,4 \pm 0,5	96,7 \pm 0,2	28 \pm 1	24,8 \pm 0,6
Pontos	C	D	C	D
Antes do tratamento	100,1 \pm 0,4	120,4 \pm 0,2	89 \pm 1	96,7 \pm 0,6
Após o tratamento	93,4 \pm 0,3	106,8 \pm 0,3	35,6 \pm 0,6	43,5 \pm 0,4

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Com a casca do maracujá como adsorvente natural, a redução de turbidez utilizando uma granulometria 500 μm apresentou na amostra A com menor turbidez uma redução de 36,55%, na amostra D que teve a maior turbidez obteve uma redução de 45,03%.

De acordo com os dados expostos na tabela 4, os valores de cloretos apresentaram uma baixa diminuição. O que torna ainda mais as amostras dos quatro pontos de coleta do rio Piranhas-Açu, adequado para consumo humano.

Tabela 4. Comparação dos resultados de cloreto, sódio e potássio antes e após adsorção da casca do maracujá (filtração).

Parâmetros analisados	Cloreto (mg/L)		Na ⁺ Sódio (ppm)	K ⁺ Potássio (ppm)
	A	B	A	A
Pontos				
Antes do tratamento	34,2 ± 2	33 ± 2	25 ± 2	13,6 ± 0,5
Após o tratamento	26 ± 4	31 ± 8	15,8 ± 0,8	39 ± 1
Pontos	C	D	D	D
Antes do tratamento	32 ± 3	31 ± 2	25 ± 2	13 ± 1
Após o tratamento	22 ± 4	28 ± 2	30 ± 1	17,3 ± 0,7

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Comparando os resultados da tabela 4, as análises de sódio e potássio dos pontos A e D, foi observado na amostra do ponto A, uma diminuição dos valores de Na⁺ e um aumento de K⁺, entretanto no ponto D não houve uma diminuição, possivelmente está associado a saturação da coluna por substâncias presentes da referida matriz, uma vez que no processo de percolação foi iniciado com a amostra A (menor turbidez) e depois a D (maior turbidez). Então observa-se que a eficiência de separação do adsorvente da coluna é melhor quando é utilizada cada amostra para uma coluna específica.

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

A Fluorescência de raios X por energia dispersiva – EDX é a melhor escolha para análise no controle de processo e de qualidade. Ela oferece flexibilidade analítica e quantitativa para tarefas de pesquisa e monitoramento para determinar concentração de cada elemento presente na amostra (ALEXANDRE & BUENO, 2006). Foi utilizada para analisar as amostras da casca do maracujá *in natura* e após ser utilizado como adsorvente para tratamento de água.

Tabela 5. Percentual dos elementos químicos da casca do maracujá antes e após adsorção utilizando o Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX.

Elementos	Casca do maracujá	Casca do maracujá
	<i>In natura</i>	Adsorvente
	%	%
Potássio (K)	65,763	2,159
Cálcio (Ca)	14,758	57,372
Enxofre (S)	1,264	1,932
Ferro (Fe)	0,31	19,359
Manganês (Mn)	0,212	0,813
Silício (Si)	0,124	12,698
Zinco (Zn)	0,119	2,404
Estrôncio (Sr)	0,119	1,318
Cobre (Cu)	0,073	0,236
Titânio (Ti)	-	1,71

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

O Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva – EDX é um método que permite identificar os elementos presentes em uma amostra. “A intensidade da energia característica emitida pelos componentes da amostra está relacionada com a concentração de cada elemento presente na amostra” (ALEXANDRE & BUENO, 2006).

A técnica integrada permitiu observar na tabela 5 uma variação na composição química do adsorvente natural. Foi possível verificar que na amostra *in natura* o Potássio (K) apresentou um alto percentual e, após o tratamento houve uma diminuição do seu percentual, o que pode ter provavelmente influenciado o aumento no teor de K nas amostras A e D pelo teste de chama

Em relação aos outros elementos constituintes do adsorvente, após a adsorção teve um aumento de percentual em todos. O cálcio (Ca), Ferro (Fe) e Silício (Si) foram os elementos constituintes que apresentaram um maior percentual de adsorção. Após o tratamento com o adsorvente natural foi identificado um percentual de titânio (Ti) na amostra.

6. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho apresentaram a capacidade de adsorção da casca de maracujá nas amostras de água do rio Piranhas-Açu, que se mostrou eficiente melhorando suas características.

Com exceção da turbidez, após o tratamento as amostras se mostraram dentro dos padrões de valores estabelecidos pela portaria de consolidação nº 5/2017 pelo Ministério da Saúde. Uma vez que os valores de turbidez e condutividade elétrica diminuíram.

Observa-se que houve diminuição da dureza e cloretos de todas as amostras.

Com relação ao processo de Cromatografia em coluna é melhor utilizar cada amostra para uma coluna de adsorção específica, pois a eficiência de separação é mais significativa, melhorando significativamente o percentual de adsorção

A importância dessa pesquisa para a cidade de Jardim de Piranhas no Rio Grande do Norte se deu pela grande quantidade de indústria próximo ao rio, podendo usar essa metodologia para fazer reutilização da água e diminuir a quantidade de poluentes descartados no presente rio.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE T. L.; BUENO, M. I. M. S. **Classification of some species, genera and families of plants by x-ray spectrometry**. X-ray spectrometry, v. 35, n.4, p. 257- 260, 2006.

ALVARENGA, L. A. et al. **Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul - São Paulo, após ações de preservação ambiental**. Revista Ambiente & Água, v. 7, n. 3, p. 228-240, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.987>

ALVES, A. F. D. **A Cura Pela Alimentação Alcalina**. [S.l.]: Lua de Papel, 2018. 272 p.

ALVES, Célia. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3. ed. Porto: Publindústria, 2010.

ALVES, Líria. **Conceitos de ph**. 2010. Disponível em:< <http://www.brasilecola.com/quimica/conceito-ph.htm>>. Acesso em: 31 out. 2013

ANIRUDHAN, T S; RAMACHANDRAN, M; **Adsorptive removal of basic dyes from aqueous solutions by surfactant modified bentonite clay (organoclay): kinetic and competitive adsorption isotherm**. Proc. Saf. Env. Prot.: Elsevier, v. 95, p. 215-225, 2015.

ANIRUDHAN, T S; RAMACHANDRAN, M; **Removal of 2,4,6-trichlorophenol from water and petroleum refinery industry effluents by surfactant-modified bentonite**. J. W. P. E.: Elsevier, v. 1, p. 46-53, 2014.

APHA, 2006. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

BARRETO, Carla Alexandra Ferreira. **Propriedades de transporte de surfactantes dicatiónicos**. 2011. 43f. Dissertação (Mestrado em Química) – Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011. Disponível em:< <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/17789/1/tese.pdf>> Acesso em 24 nov. 2014, 13:45.

BERNARDO, Luiz Di; BERNARDO, Angela Di; FILHO, Paulo Luiz Centurione. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: RiMa Editora. 2002. 237 p.

BEYENE, Hayelom Dargo. **The potential of dyes removal from textile wastewater by using different treatment technology: a review**. IJEMA: Science Publishing Group, v. 2(6), p. 347-353, 2014.

BRAGA, F.P. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento da água do município Juiz de Fora-MG**. 2014. 61 p. Trabalho de conclusão de Curso (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

BRANDÃO, L. H.; DOMINGOS, F. **Fatores Ambientais para a Floração de Cianobactérias Tóxicas**. Saúde & Ambiente em Revista, Duque de Caxias, v.1, n.2, p.40- 50, 2006.

Brasil. Agência Nacional de Águas – ANA. **Abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília-DF, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Portaria de consolidação nº 5, de 03 de outubro de 2017**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade, e dá outras providências, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 212 p. 2006.

BREDA, E. D. M. **Água Grau Reagente Para Laboratório E Outros Fins Especiais**. Conselho Regional de Química. São Paulo. 2001.

BRITO; L. T. L; PORTO, E. R; SILVA, A. S. **Disponibilidade de água e gestão dos recursos hídricos**. Embrapa Semi Árido. Petrolina. PE. 2007. Disponível em: . Acesso em: 05 abr. 2013.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas, SP: Papirus, 2003.

CAPRA, F. **A teia da vida. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Tradução de Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARVALHO, A.B.; RODRIGUEZ, A.W.V.; AZEREDO, M.C.S. **Caracterização de catalisadores de Co-Mo/Al₂O₃ para produção de SWNT a partir da deposição química a vapor do CH₄**. 2015. Pesquisa (ENGENHARIA QUÍMICA) - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, Niterói, 2015.

CASALI, A.C. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**.

172f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2008.

CAVALCANTI JR., C. L.; AZEVEDO, D. C. S. **Adsorção: um novo processo de separação**. Revista Engenharia – Fortaleza, 1995. 66p.

CHAVES, Alan Dél Carlos Gomes *et al.* **Monitoramento e qualidade das águas do Rio Piranhas**. 24 mar. 2015.

CLAPERA, Raquel Salamó. **Energy dispersive X-Ray fluorescence: measuring elements in solid and liquid matrices**. Girona: Escola Politècnica Superior Universitat de Girona, 2006. p. 2-37. Disponível em: <http://dugidoc.udg.edu/bitstream/handle/10256/7563/1EDXRF-project.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 jun. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Website. 2012. <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso: 20 set. 2012.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

COTTON, F. A.; LYNCH, L. D.; MACEDO, H. **Química objetiva**. Rio de Janeiro: Fórum Editora, 1968. 275 p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnosticado do município de Pindaré**. Teresina: CPRMv- Serviço Geológico do Brasil, 2011.

CRESPILHO, Frank Nelson; SANTANA, Claudemir Gomes; REZENDE, Maria Olímpia Oliveira. **Tratamento de efluentes da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação**. Química Nova, v. 27, n. 3, 2004, p.387-392

CRINI, Grégorio. **Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review**. Bio. Tech.: Elsevier, v. 97, p. 1061-1085, 2006.

Delgado, L. F., Charles, P., Glucina, K., & Morlay, C. (2012). **The removal of endocrine disrupting compounds , pharmaceutically activated compounds and cyanobacterial toxins during drinking water preparation using activated carbon**. A review. Science of the Total Environment, 436, 509–525.

ESTEVEES, F. **Fundamentos de limnologia**, Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 601 p.

ESTEVEES, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

ESTEVEES, F. **Fundamentos de Limonologia**. Rio de Janeiro. Intendência/FINEP. 1998.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais**. 1ª Edição. Curitiba: Livraria do Chain Editora. 190p., 2002.

FERNANDES, M.A.B.; SANTIAGO, M.M.F. **Salinidade das águas subterrâneas no Calcário Jandaíra – Chapada do Apodi**. 2001

FERREIRA, Leonete Cristina de Araújo. **Variação da qualidade da água do escoamento superficial de duas bacias de drenagem de Natal/RN - Brasil**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Tradução de Marise Manoel. Campinas: Editora da Unicamp. São Paulo: Imprensa Oficial, 2001.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. 2009. 38 p. Disponível Em: . Acessado em 16 de Jan de 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle de qualidade da água para técnicos que trabalham em etas**. Brasília: FUNASA, 2014.

GIORDANO, Gandhi. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgoto**. 1999. 137 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Ambiental – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.

GOMES, LÚCIA HELENA. **Alterações de propriedades físico-químicas da água tratada com preparados homeopá** . 2009. 74 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia)- UFV, Viçosa, 209.

GOMES, M.C.R. *et al.* **ANÁLISE QUALITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE FORTALEZA, CEARÁ**. Estudos Geológicos, Pernambuco.

GRACETTO, Augusto César; HIOKA, Noboru; FILHO, Ourides Santi. **Combustão, Chamas e Testes de Chama para Cátions: Proposta de Experimento**. Química Nova na Escola, n. 23, p. 43-48, 2006.

GÜRSES, A; HASSANI, A; KIRANSAN, A; AÇISLI, Ö; KARACA, S; **Removal of methylene blue from aqueous solution using by untreated lignite as potential low-cost adsorbent: kinetic, thermodynamic and equilibrium approach**. J. W. Proc. Eng.: Elsevier, v. 2, p. 10-21, 2014.

IBGE. **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/jardim-de-piranhas>. Acesso em: 24 out. 2018.

LEITE, J.P.R. *et al.* **Análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do rio Cuiá – João Pessoa/PB**. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2016, Campina Grande.

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

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

LUÍZ, Ângela Marli Ewerling; PINTO, Maria Ligia Cassol; SCHEFFER, Elizabeth Weinhardt de Oliveira. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do Rio Taquaral, São Mateus Do Sul-PR**. 2012. 21 f. Artigo (Mestre em Gestão do Território)- UEPG, Curitiba, 2012.

MACEDO, Jorge Antonio Barros de. **Águas e águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2001.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. **Parâmetros Indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar**. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.082014>

MEDEIROS, J.F. de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de et al. **Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, set/dez. 2003, vol. 7, n.3, p.469-472.

MEZITI, Chafika; BOUKERROUI, **Abdelhamid**. **Removal of a basic textile dye from aqueous solution by adsorption on regenerated clay**. Proc. Eng.: Elsevier, v. 33, p. 303-312, 2012.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: doutrina-jurisprudência-glossário**. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MOREIRA, C.V.M. **AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA DA LAGOA DE EXTREMOZ, RN, BRASIL**. 2018. TCC (Graduação) - UFRN, Natal, 2018. http://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/01/TRABALHO-DE-CONCLUS%C3%83O-DE-CURSO_PRISCILA-BRITO.pdf.

OKUMURA, F. ; CAVALHEIRO, E. T. G.; NÓBREGA, J. A. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica. **Química Nova**, São Paulo, sec/out 2004.

OLIC, N. B. **A questão da água no Brasil e no mundo**. Revista Pangea Mundo, 2002.

OTTONI, Bianca Maíra de Paiva. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN UTILIZANDO A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS**. 2009. Dissertação (Pós-Graduação) - UFRN, Natal, 2009

PAVEI, S.G. **Análises físico-químicas e microbiológicas da água bruta e tratada utilizada para abastecimento do município de Florianópolis**. 2006; 53 p. Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

Pereira SFP, Costa AC, Cardoso ESC, Corrêa MSS, Alves DTV, Miranda RG. **Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará**. REA – Revista de estudos ambientais. [Internet]. 2010 [cited 2016 Jul 25]; 12 (1): 50-62. Available from: proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/1783/1298.

PHILIPPI JR., Arlindo e OLIVEIRA E AGUIAR, A. **Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento**. In: PHILIPPI JR. Et al. Saneamento, Saúde e Ambiente. Ed. Manole: São Paulo, 2005.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; TORRES, Felipe Ruzo Macêdo; RODRIGUES, Bernardo Silva; JÚNIOR, Josenberg Martins da Rocha. **O esgoto: A importância do tratamento e as opções tecnológicas**. Disponível em: Acesso em 09 out. 2012.

PIÑEIRO DI BLASI, J. I.; MARTÍNEZ TORRES, J.; GARCÍA NIETO, P. J.; ALONSO FERNÁNDEZ, J. R.; DÍAZ MUÑIZ, C.; TABOADA, J. **Analysis and detection of outliers in water quality parameters from 'different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain)**. Ecological Engineering, v. 60, p. 60–66, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.054>

PORTO, M. E. G. **Alterações de propriedades da água por processos físicos e químicos**. 2004. 188 f. Tese (Doutorado em Físico-Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

QUEIROZ, M. M. F. de; DANTAS, E. F.; SILVA, A.S. **Qualidade e quantidade da água do rio piancó, teibutário do rio piranhas açu na região nordeste.** 2013. Pesquisa (Graduação) - UFCG, Pombal, 2013.

RAFAEL, C.R.P. *et al.* QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN. **Química: Ciência, Tecnologia e Sociedade**, Pernambuco, 2016. <http://periodicos.uern.br/index.php/qcts/article/view/2630/1442>.

RAPOSO, A.A.; BARROS, L.F.P; MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. **O parâmetro de turbidez das águas como indicador de impactos humanos na dinâmica fluvial da bacia do Rio Maracujá – Quadrilátero.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 13, 2009, Viçosa. Trabalho completo. Disponível em: < <http://www.geo.ufv.br/simposio>>. Acesso em 07 de novembro de 2018.

RICE, Eugene W. *et al.* **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22. ed. Washington (DC): American Public Health Association, 2012.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352 p.

ROCHA, E.S.; ROSICO, F.S.; SILVA, F.L.; LUZ, T.C.S.; FORTUNA, J.L. (2010) **Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das Instituições de Ensino do município de Teixeira de Freitas (BA).** Revista Baiana Saúde Pública, Salvador, v. 34, n. 3, p. 694-705.

ROUQUEROL, Françoise; ROUQUEROL, Jean; SING, Kenneth. **Introduction. Em Adsorption by powders and porous solids: principles, methodology and applications.** Academic Press, 1999a. cap. 1, p.1-26

SANTOS, R. B. **Interface Água e Saúde: Correlação com Atividades Agroindustriais Desenvolvidas em um Perímetro Irrigado no Semiárido Paraibano.** 2013. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar. Pombal - PB.

SAUTCHÚK, Carla Araújo; LANDI, Fernando Del Nero; MIERZWA, José Carlos; VIVACQUA, Maria Carolina Rivoir; SILVA, Mauricio Costa Cabral; LANDI, Paulo Del Nero; SCHMIDT, Willian. **In: Manual de reuso da Água para as Industriais.** Federação e centro das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo, 91 p. 2009.

SERRES, M. **O contrato natural**. Tradução de Beatriz Sidoux. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1991.

SHIKLOMANOV, I. A. **World Water Resources**. St Petesburg, Russia, 1998. <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Papers/Shiklomanov.pdf>

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUEIS, A. M. **Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil)**. Acta Amazonica, v. 42, n. 3, p. 413-422, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000300014>

SOARES, Aline de Oliveira. **DUREZA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ-RN. 2018**. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOUSA, A.B. **Remoção de cor aparente e turbidez de água cinza utilizando unidades biológicas filtrantes de baixo custo, instaladas em residências rurais no semiárido do Rio Grande Do Norte**. 2013. TCC (Graduação) - UFRN, Mossoró, 2013.

SOUSA, S.S. *et al.* Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú - MA. **CIÊNCIA E NATURA**, Santa Maria, p. 1615-1625, 18 jun. 2019.

SOUZA, C. A. de *et al.* Avaliação da condutividade elétrica da água e dos solos na bacia do rio Trussu, Ceará. **IV INOVAGRI International Meeting**, 2017.

SOUZA, J. A. R. de.; MOREIRA, D. A.; CONDÉ, N. M.; CARVALHO, W. B de.; CARVALHO, C. V. M. Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. Revista **Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 614-622, 2015. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1630>

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

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

SUTCLIFFE, J. **As plantas e a água**. EPU, São Paulo, v. 23, p.126, 1980.

UN-WATER. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016**. Disponível em: Acesso em: 13 mar. 2016.

Veiga, G.; Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105056/Graziella_da_Veiga.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 mar 2018.

VIEIRA, A. P.; SANTANA, S. A. A.; BEZERRA, C. W. B.; SILVA, H. A. S.; CHAVES, J. A. P.; MELO, J. C. P.; SILVA FILHO, E. C.; AIROLDI, C. **Epicarp and Mesocarpo of Babassu (*Orbignya speciosa*): Characterization and Application in Copper Phtalocyanine Dye removal. Brazilian Chemical Society.** v. 22, n. 1, p.21-29, 2011.

VON SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos.** 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

WEINBERG, Ágatha. **Uso de Índices de Qualidade de Água para a Caracterização da Bacia Hidrográfica do rio Guandu.** Rio de Janeiro. UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

Weinstein SM. **Plumer's principles and practice of intravenous therapy.** 6th ed. Philadelphia: Lippincott; 1997.

WWAP. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2016: água e emprego, fatos e números.** [S. l.], 2016. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244041_por.

YAGUB, M T; SEN, T K; AFROZE, S; ANG, H M. **Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review.** Adv. Coll. and Int. Sci.: Elsevier, v. 209, p. 172-184, 2014.

YAMAURA, M.; COSTA, C. H.; COTRIM, M. E. B.; PIRES, M. A. F. **Avaliação de um Resíduo Agroindustrial como biossorvente para remoção de íons Ni²⁺.** In: Safety, Health and Environmental Word congress – SHEWC, 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.