



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE-UFCG
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE-CES
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLÓGIA E QUÍMICA-UABQ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Danielly Santos de Araújo

**UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DA MORINGA NO TRATAMENTO DA
ÁGUA DO MUNICÍPIO DE NOVA FLORESTA-PB**

Cuité-PB
2016

Danielly Santos de Araújo

**UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DA MORINGA NO TRATAMENTO DA
ÁGUA DO MUNICÍPIO DE NOVA FLORESTA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Química da Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Educação e
Saúde, *Campus* Cuité, como forma de obtenção do
grau de Licenciado em Química.

Orientador: Prof.Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva

Cuité-PB
2016



A663u Araújo, Danielly Santos.
Utilização da semente da moringa no tratamento da água do município de nova floresta - PB. / Danielly Santos de Araújo. - Cuité: [s. n.], 2016.
72 fl. : il. color. fot. tab. fig. map. graf.

Orientador Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva.
Monografia do Curso de Licenciatura em Química.
Disponível em CD.
Disponível para downloads.

1. Água. 2. Biossorção. 3. Água - purificação. 4. Moringa - semente - água limpa. I. Silva, Paulo Sérgio Gomes da. II. Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de Educação e Saúde. IV. Título

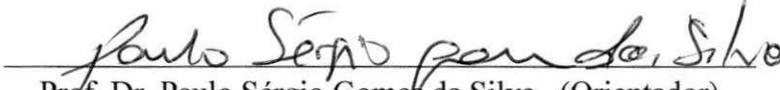
Danielly Santos de Araújo

UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DA MORINGA NO TRATAMENTO DA ÁGUA DO MUNICÍPIO DE NOVA FLORESTA-PB

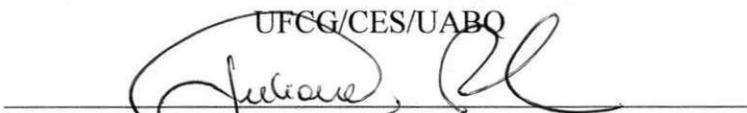
Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, *Campus* Cuité, como forma de obtenção do grau de licenciado em química.

Aprovada em ___/___/___

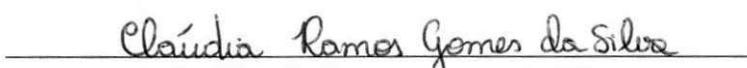
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva. (Orientador)

UFCG/CES/UABQ


Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas

UFCG/CES/UABQ


MSc. Claudia Ramos Gomes da Silva

UFCG/CES/UABQ

Cuité-PB

2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e familiares que sempre me apoiaram, incentivaram ao longo de minha vida, pelo carinho e por todo apoio incondicional e por quem tenho uma dívida de gratidão e um carinho imenso.

UFCG/BIBLIOTECA

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelas palavras de incentivos e por todo carinho, durante minha jornada acadêmica na UFCG. Concluo o meu trabalho com a certeza do dever cumprido, aprendi muito durante o meu período de graduação, tanto no lado acadêmico como no pessoal, pois me tornei uma pessoa melhor com as experiências vividas neste campo; não posso deixar de agradecer a Deus por me proporcionar esta vivência estudantil, por iluminar minha caminhada acadêmica. Obrigada Senhor, por me dar forças para lutar, sabedoria para absorver todo o conhecimento apresentado, tornando-me um ser mais ávido por conhecimento, paciência e saúde para terminar esta jornada.

Aos meus pais, **Maria Goretett e Hilton** como também meus irmãos, **Dhilton, Sandoval e Hilton Junior** por estarem sempre presentes em minha vida, aos meus tios e tias, aos meus primos e a toda a minha família pelo amor, carinho e dedicação, não vou citar nomes, pois a lista é grande, a vocês todo o meu agradecimento.

Ao Professor, Dr. **Paulo Sergio Gomes da Silva**, pela orientação e incentivo dispensados à realização desse trabalho, por acreditar no sucesso da realização desta tarefa e pelo apoio durante a realização deste trabalho.

A minha família universitária, formada neste centro acadêmico pelas pessoas especiais que passaram pela minha vida, pois passamos por muitos momentos bons, durante todo este tempo, momento únicos e inesquecíveis. Agradeço muito a Deus por ter colocado grandes amigos na minha vida **Maria Ivanilza, Danielly Candido, Djailma Kelly, Maria Geilza, Alzenir, Adnilza e Danilo**, são tantos que posso até esquecer de escrever o nome de vocês aqui, mas saibam que estão gravados no meu coração; passamos por muitos momentos juntos onde, rimos até chorar, pelos grupos de estudos, as conversas, pelo apoio nos momentos difíceis por compartilhar as alegrias vividas.

E, por fim, agradeço a **UFCG/CES**, por propiciar o meu crescimento acadêmico, no curso de Licenciatura em Química e não poderia faltar o meu grande obrigada a todos os professores de química e de áreas correlatas desta instituição acadêmica, pela paciência, carinho e pelos incentivos de continuar trilhando uma vida acadêmica.

"A educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da realidade. Não pode fugir à discussão criadora, sob pena de ser uma farsa."

Paulo Freire

UFCG/BIBLIOTECA

RESUMO

A *Moringa Oleífera* pertence da família das moringáceas, sendo originária da Índia. É uma planta de clima seco, pois ela requer pouca água, logo se adaptando bem ao clima do Nordeste do Brasil. Tem um valor nutricional alto, por esse motivo serve de alimento na África. A sua semente, de acordo com a literatura, pode ser utilizada para purificação de águas contaminadas com metais pesados e turvas, sem promover alteração do pH da água tratada, passando pelo processo de bioissorção, que é um mecanismo utilizado no tratamento de água contaminada por metais pesados. O tratamento da água é necessário, pois quando causar prejuízo para a população como doenças graves e riscos de infecções. Há muito tempo as águas vêm sendo tratadas com materiais químicos que na maioria dos casos são caros. Uma forma alternativa e de baixo custo para tratar a água é a semente de *Moringa Oleífera*, que pode ser cultivada no seu jardim. As águas que foram analisadas foram do município de Nova Floresta de poços perfurados para sanar a crise hídrica vivida pela população. A água foi misturada com 0,2 g/mL em 300 mL de água de semente triturada e agitada a 550 rpm e colocada em repouso por aproximadamente 24 horas de sedimentação. Foram avaliados a turbidez, o pH, determinação de cloretos, dureza, condutividade, sólidos totais, da água analisada com semente de moringa. A utilização de polímero natural obtido da moringa melhorou a qualidade da água analisada, como a turbidez que diminui, os cloretos que baixou, a dureza teve uma diminuição em comparação com o sulfato de alumínio com valores menores dos parâmetros físico-químicos.

Palavras-chave: Bioissorção, *moringa oleifera*, purificação de água.

ABSTRACT

The *Moringa oleifera* belongs to the family of *moringáceas*, being from India. It is a dry climate plant, as it requires little water, then adapting well to the climate of Northeast Brazil. It has a high nutritional value, therefore serves food in Africa. Its seed, according to the literature, can be used for purification of water contaminated with heavy and turbid metals without changes in pH of the treated water passing through the biosorption process, which is a mechanism used in the treatment of water contaminated by heavy metals. The water treatment is needed, as when causing harm to the population as a serious illness and risk of infections. Long water have been treated with chemicals which in most cases are expensive. An alternative and low-cost way to treat water is the *Moringa oleifera* seed, which can be grown in your garden. The waters that were analyzed were the city of New Forest drilled wells to solve the water crisis experienced by the population. The water was mixed with 0.2g / ml in 300 mL of crushed seed of water and stirred at 550 rpm and placed at rest for approximately 24 hours sedimentation. They were evaluated for turbidity, pH, determining chlorides, hardness, conductivity, total solids, water analyzed *Moringa* seeds. The use of natural polymer obtained from *Moringa* improved the quality of the water analyzed, such that turbidity decreases, chlorides lowered, the hardness had decreased in comparison with aluminum sulfate with smaller values of the physico-chemical parameters.

Keywords: Biosorption, *moringa oleifera*, water purification

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo evolutivo da legislação brasileira sobre água potável para consumo humano.	19
Figura 2: Processo de tratamento de água bruta para o consumo humano.	21
Figura 3: Fluxograma no processo de tratamento de água tradicional.....	22
Figura 4: Aparelho que mede o pH.....	24
Figura 5: Aparelho Condutivímetros	26
Figura 6: Planta da Moringa <i>Oleifera</i> ,na vila de Santa Luzia, no município de Picuí.....	29
Figura 7: Flores da Moringa.....	30
Figura 8: Amostra representativa das flores.....	31
Figura 9 : Vagens da Moringa <i>Oleifera</i>	32
Figura 10: Fruto da vagem	32
Figura 11: Nomenclatura do Ghucosinolato encontrado na semente de <i>M. Oleifera</i>	36
Figura 12 : <i>M.oleifera</i> (moc-sc-pc) da estrutura do componente ativo presente nela.....	37
Figura 13 : Estrutura dos Galataninos e Elaetaninos	39
Figura 14: Estrutura do monômeros de polímeros e dos flavan-3-óis	40
Figura 15: Taninos Condensados (estrutura dos Flavonoides)	41
Figura 16: Mapa de Nova Floresta.....	42
Figura 17: Mapa dos Poços de Coletas do município de Nova Floresta/PB.....	43
Figura 18: Fruto da Moringa <i>Oleifera</i>	44
Figura 19: Utilização de Sulfato de Alumínio	45
Figura 20: Semente triturada com casca e sem casca	46
Figura 21: Turbidez da amostra durante o processo de tratamento.....	47
Figura 22: Determinação de Cloretos	48
Figura 23: Determinação de dureza das amostras.....	49
Figura 24: Amostra para indicação de presença de Coliformes Totais.....	63
Figura 25: Amostra para indicação de presença de <i>E. Coli</i>	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Amostra sem tratamento	51
Gráfico 2: Amostra com tratamento.....	52
Gráfico 3: Eficácia da semente de Moringa <i>Oleifera</i>	53
Gráfico 4: Potencial hidrogenado (pH) da água analisada.....	54
Gráfico 5: pH corrigido.....	54
Gráfico 6: p H das amostras tratadas	55
Gráfico 7: Variação Média do pH.....	56
Gráfico 8: Teor de Cloreto	56
Gráfico 9: Variação de cloretos	57
Gráfico 10: Variação de Dureza das amostras	59
Gráfico 11: Variação do teor de dureza das amostras com a semente com casca e sem casca.....	59
Gráfico 12: Parâmetros da condutividade das amostras de água em $\mu\text{S}/\text{cm}$	61
Gráfico 13: Parâmetros dos Sólidos Totais e Matéria Orgânica antes das amostras serem tratada	61
Gráfico 14: Amostra de água com semente com casca.....	62
Gráfico 15: Amostra de água com semente com casca.....	63

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Parâmetro da eficácia da <i>Moringa Oleifera</i>	53
Tabela 2: Parâmetros da semente com casca	58
Tabela 3: Parâmetros da semente com casca	58
Tabela 4: Parâmetros de durezas das amostras	60

LISTA DE SIGLAS

μS - Microsiemens

BSB - É a sigla internacional para se referir a Brasília.

CC - Ciclo completo

cm - centímetro

CMOL - do inglês coagulant *M. oleifera* lectin

DF - Dupla filtração

FDA - Filtração direta ascendente

FDD - Filtração direta descendente

FF - Floto-filtração

FIME - Filtração em múltiplas etapas

GM - Gabinete do Ministro

m - metro

mL - mililitro

MS - Ministério da saúde

°C - Celsius

pH - potencial hidrogeniônico

RPM - Rotações por minutos

SAEP - Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas

SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

UFCG/BIBLIOTECA

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1	TRATAMENTO DE ÁGUA.....	19
3.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS PARA POTABILIDADE DA ÁGUA	20
3.3	TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUA.....	20
3.4	PARÂMETRO PARA POTABILIDADE DA ÁGUA	22
3.4.1	Parâmetro Físico-Químico	23
3.5	PARÂMETROS DOS VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP).....	23
3.5.1	Turbidez	23
3.5.2	Potencial Hidrogenado	24
3.5.3	Teor de Cloretos.....	25
3.5.4	Dureza	25
3.5.5	Condutividade Elétrica	25
3.5.6	Sólidos Totais.....	26
3.5.7	Microbiológico.....	27
3.5.8	Parâmetros biológicos	27
3.6	INFORMAÇÕES SOBRE A <i>Moringa oleífera</i> :	28
3.7	CARACTERÍSTICAS DA PLANTA:	29
3.8	BIOSSORÇÃO DO GRÃO DA <i>MORINGA OLEÍFERA</i> :	33
3.9	COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO.....	34
3.10	COMPONENTES QUÍMICOS DA MORINGA.....	35
3.10.1	Taninos.....	37

3.10.2	Classificação dos Taninos vegetais.....	37
a)	O primeiro é os Taninos Hidrolisáveis.....	38
b)	O Segundo são os Taninos Condensados	39
4	MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1	LOCALIZAÇÃO DE COLETA DE ÁGUA.....	42
4.2	COLETA DE ÁGUA	43
4.3	COLETA DAS SEMENTES DE <i>MORINGA OLEÍFERA</i>	44
4.4	PREPARO E ADIÇÃO DO COAGULANTE	44
4.4.1	Sulfato de alumínio	44
4.4.2	Semente de Moringa.....	45
4.4.3	Análise da amostra	46
4.5	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	46
4.5.1	Turbidez	46
4.5.2	Potencial Hidrogenado	47
4.5.3	Teor de cloretos	47
4.5.4	Dureza	48
4.5.5	Condutividade	49
4.5.6	Sólidos totais	49
4.5.7	Microbiológico	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
6	CONCLUSÃO	65
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

1. INTRODUÇÃO

A humanidade vem utilizando, de forma desenfreada, os seus recursos hídricos, o que vem ocasionando um colapso no seu abastecimento de água em várias regiões do mundo. No Brasil, mais recentemente o estado de São Paulo passou por uma crise no seu abastecimento de água, situação esta anormal para com relação ao estado da Paraíba esta situação de escassez de água e recorrente, principalmente entre as cidades, localizados no Curimataú Ocidental (exemplo a cidade de Nova Floresta). Visando sanar o problema de escassez de água, este município perfurou poços para o seu abastecimento. A população de Nova Floresta tomou conhecimento da qualidade da água do município, através de entrevista da vigilância sanitária ao blog Noticiandopb, em entrevista concedida a Gustavo Campelo, onde foi mostrado que após realização da análise sobre a qualidade de água consumida pela população foi possível observar que a água destes poços está imprópria para o consumo humano, contendo metais pesados e coliformes fecais, (FILHO, J. F. Entrevista Concedida a Gustavo Camelo do blog noticiandopb, Nova Floresta, 2016).

A água não tratada pode causar prejuízo para a população como: doenças graves e riscos de infecções, causadas por esses materiais. Há muito tempo as águas vêm sendo tratadas com reagentes químicos que na sua maioria são caros. Uma forma alternativa de baixo custo para auxiliar neste tratamento da água é a semente de *Moringa Oleífera* Lamarck que pode ser cultivada no seu jardim. Segundo NDABIGENGESERE & NARASIAH (1998), a *Moringa Oleífera* Lamarck é uma planta nativa da Ásia e como sua semente apresenta propriedades coagulantes e bactericidas ela tem sido amplamente utilizada, nos processos de tratamento da água destinada ao consumo humano. Aliado a isto, há o fato de que o uso de suas sementes não altera o pH e o gosto da água.

Segundo NUNES e colaboradores (2014), a *Moringa Oleífera* é uma planta tropical que contém proteínas hidrossolúveis, dotadas de excelentes propriedades de coagulação para o tratamento de água e água residual. A semente se comporta como um coagulante natural, sendo comparada ao sulfato de alumínio, que, atualmente, é o reagente químico mais usado nos processos de tratamento de água no Brasil, mas pode causar algum mal a saúde se for utilizado com excesso, podendo agravar doenças como anorexia, raquitismo, constipação intestinal.

Diante deste aposto teórico, este trabalho tem como foco utiliza a semente de *Moringa Oleífera* coletada no município de Picuí, na vila de Santa Luzia, com o intuito de comparar sua eficácia no tratamento da água do município de Nova Floresta, onde foram encontradas algumas irregularidades na qualidade de água consumida por esta população. A semente foi processada nos laboratórios Didáticos Experimentais de Química Geral, Química Analítica e Físico-Química da Unidade Acadêmica de Biologia e Química do Centro de Educação e Saúde da UFCG, Campus Cuité.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

- Avaliar a eficácia da semente de Moringa triturada com casca e sem casca, no tratamento de águas contaminadas de poços no município de Nova Floresta/PB.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Analisar as águas do município de Nova Floresta a fim de verificar sua potabilidade;
- Avaliar custo no processo de descontaminação da água com a semente de *Moringa oleífera*;
- Analisar o tempo e a concentração de semente utilizada no processo de descontaminação da água;
- Analisar o processo de coagulação/flotação das águas turvas, para classificar a eficiência na redução da turbidez das amostras;
- Verificar a capacidade de redução dos índices de coliformes fecais, da semente de moringa *oleífera*.
- Realizar uma breve revisão bibliográfica sobre a Moringa *Oleífera*.

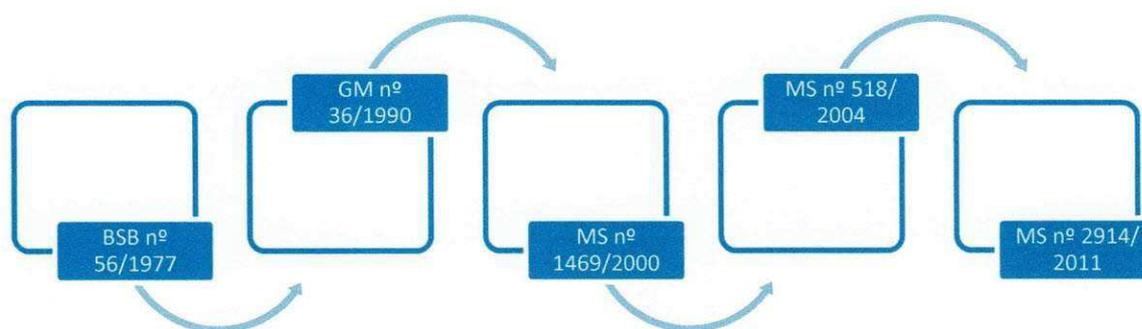
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TRATAMENTO DE ÁGUA

Os recursos hídricos do planeta há muito vêm sendo utilizados de forma inconsequente, como se nunca fossem acabar. As nascentes de água não estão sendo preservadas e com o assoreamento dos leitos dos rios, as fontes subterrâneas vêm sendo contaminadas através do solo. A utilização indiscriminada da água pode causar problemas políticos e sócios econômicos para a população e quem mais sofre com essa falta de água é a região onde se tem longos períodos de secas, como é o caso da região Nordeste. A Paraíba vem passando por grandes dificuldades com a falta de água; uma forma de sanar este problema foi a perfuração de poços artesianos e de acordo com os órgãos competentes (vigilância sanitária) do município, de Nova Floresta as águas destes poços estão impróprios para o consumo humano.

De acordo com (Botero, 2009), para se promover o abastecimento de água, faz-se necessário um pré-tratamento das águas dos poços artesianos para se tornar potáveis. De modo geral, o tratamento de água ocorre pela remoção de partículas suspensas e colóides, matérias orgânicas, micro-organismo e outras substâncias possivelmente deletérias à saúde humana presentes nas águas.

Figura 1: Processo evolutivo da legislação brasileira sobre água potável para consumo humano.



Fonte: Modificado do trabalho Bezerra e Dutra, (2007).

A gestão de água vem travando uma batalha contra o uso indevido dos recursos hídricos que começou no ano 1934, com o código de água e com o Decreto N° 24.643, onde dispõem o uso da água no território brasileiro. Mas foi no ano de 1997 que

esta temática ganhou força, com a lei 9.433/97 onde está descrito o gerenciamento destes recursos (hídricos) de forma consciente. Na seção II desta lei, trata-se de alguns pontos importantes para utilização de poços de água:

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água (LEI Nº 9.433, 1997. (BRASIL, 1997) p.3).

As leis sobre potabilidade se iniciou no ano de 1977, com a Portaria BSB nº 56/1977, onde aborda e estabelece o padrão de potabilidade brasileira, após a assinatura do Decreto Federal nº 79.367. No ano de 1990 esta portaria foi revisada e deu origem a uma nova Portaria GM nº 36/1990, seguida da Portaria MS nº 1469/2000. Em função da nova disposição na estrutura do Ministério da Saúde com a instituição da secretaria de vigilância em saúde, a Portaria MS nº 1469/2000 foi extinta em 2004 e uma nova portaria entrou em vigor como a Portaria nº 518, após varias alterações no período de 2009 a 2011, a portaria antes em vigor no ano de 2004, foi extinta dando lugar a uma nova Portaria nº 2914/2011 que está em vigor atualmente (Bezerra e Dutra, 2007).

3.2 NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS PARA POTABILIDADE DA ÁGUA

A NBR 12.216 (ABNT, 1992), postula as condições para a criação de projetos de estação de tratamento de água, tornando-a potável para o consumo humano. Esta norma faz referência à classificação da água natural que passa pelo processo de tratamento, que consiste em várias etapas desde a mistura lenta até a rápida; a decantação, a filtração lenta até a rápida, dando margem a outras etapas convencionais que vão desde a desinfecção, coagulação e alteração do pH para um valor aceitável para o consumo do público.

3.3 TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUA

O tratamento de água é realizado de acordo com a Portaria nº 2914, do ministério da saúde que tem como objetivo baixar o custo de implantação no processo de manutenção e operação e tem que ser viável a tecnologia empregada para o tratamento, onde são seguidos alguns fatores como: a característica da água bruta, o

custo envolvido no processo, manuseio e confiabilidade dos equipamentos, flexibilidade operacional, localização geográfica (é muito importante) e as características da população (Libano, 2010).

Segundo (Di Bernardo e Paz, 2010), o processo de tratamento da água consiste em filtração em múltiplas etapas (FIME), filtração direta ascendente (FDA), filtração direta descendente (FDD), dupla filtração (DF), floto-filtração (FF) e ciclo completo (CC); estes são o processo de tratamento de água bruta para o consumo humano.

Figura 2: Processo de tratamento de água bruta para o consumo humano.

ÁGUA BRUTA			
Pré-Tratamento	Coagulação	Coagulação	Pré-Tratamento
<ul style="list-style-type: none"> • Filtração Lenta; • Desinfecção, fluoretação e correção do pH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtração Ascendente; • Desinfecção, fluoretação e correção do pH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pré- Floculação; • Filtração Descendentes; • Desinfecção, fluoretação e correção do pH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coagulação; • Floculação; • Decantação; • Filtração Descendente; • Desinfecção, fluoretação e correção do pH; • Tratamento completo.

Fonte: DI BERNARDO (1995)

Os produtos químicos utilizados no tratamento de água, para torná-la potável, são coagulantes inorgânicos, que são constituídos por vários compostos químicos como: o sulfato férrico ($Fe_2(SO_4)_3$), o cloreto férrico ($FeCl_3$) e o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), este último é o que é o mais utilizado no Brasil, tem a função de agir como coagulante que remove uma grande variedade de impurezas como partículas colóides e substâncias orgânicas via coagulação química. Todavia, o uso extensivo do sulfato de alumínio tem sido discutido, devido à presença de alumínio remanescente na água tratada e no lodo gerado ao final do processo, muitas vezes em concentrações

bastante elevadas, o que dificulta a disposição do mesmo no solo devido a contaminação e o acúmulo deste metal (Coral e Colaboradores, 2009) .



O processo de tratamento de água passa pelo ciclo completo que consiste em cinco etapas: a coagulação, a floculação, a decantação e a desinfecção. São técnicas utilizadas quando a água estiver em natura e apresentando cor acima de 50 UH e turbidez com valor acima de 20 UT, com base nestes parâmetros é possível criar um fluxograma no processo de tratamento de água tradicional (Libânio, 2005).

Figura 3: Fluxograma no processo de tratamento de água tradicional.



Fonte: (LIBÂNIO, 2005)

3.4 PARÂMETRO PARA POTABILIDADE DA ÁGUA:

A qualidade da água é caracterizada pela natureza física, química e biológica; estes parâmetros são exigidos para classificar a qualidade da água. De acordo com Branco et al.(2006), os padrões de qualidade da água referem-se :

“Certo número de parâmetros capazes de refletir, direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de algumas substâncias ou microrganismos que possam comprometer a qualidade da água do ponto de vista de sua estética e de sua salubridade.”

3.4.1 Parâmetro Físico-Químico:

A coloração da água é caracterizada por compostos orgânicos como substâncias húmicas e taninos, por metais como ferro, manganês e os resíduos industriais coloridos (Funasa, 2006). Apesar da coloração deixar a água com um aspecto indesejado, não apresenta risco a saúde humana, ao contrário da turbidez que não deixa a luz atravessar e com isso acaba prejudicando a fotossíntese. Os fatores que influenciam a turbidez são os sólidos em suspensão como: as rochas, microrganismos e despejo doméstico. O sabor e o odor são difíceis de serem avaliados, por serem sensações subjetivas, causadas por impurezas orgânicas como fenóis e clorofenóis, resíduos industriais, gases dissolvidos, sólidos totais em concentração elevada, entre outros (Richter e Netto, 1991).

Manter a água em temperaturas diversas pode influenciar outras propriedades, acelerando reações químicas, reduzindo a solubilidade dos gases, acentuando a sensação de sabor e odor (Richter e Netto, 1991). Segundo (Sperling, 2005) o pH ou potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons de hidrogênio H^+ , dando a indicação de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, valores de pH muito alto ou baixos podem causar irritação na pele ou nos olhos, porém não tem implicação de riscos à saúde pública.

3.5 PARÂMETROS DOS VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP)

3.5.1 Turbidez

A turbidez pode ser definida como um dos parâmetros que tem como objetivo classificar a transparência da água, medindo a quantidade das partículas que estão em suspensão e a transparência determina a quantidade de luz que entra na água. Isso ocorre de forma direta, com o arraste dos vários sedimentos como sólidos em suspensão de material orgânico ou inorgânico, finamente divididos, organismos microscópicos e algas. Este é um processo de rotina no tratamento de água, sua determinação é feita por nefelometria¹, utilizando como base de medida 1 uT (unidade de turbidez), as medidas para águas potáveis tem valor máximo permitido aceitável de 5 uT, já na água bruta o valor menor que 20 uT, não precisando realizar tratamento completo, faz-se necessário

¹ Nefelometria é um método analítico de laboratório que se baseia na diminuição da intensidade pela difração da luz.

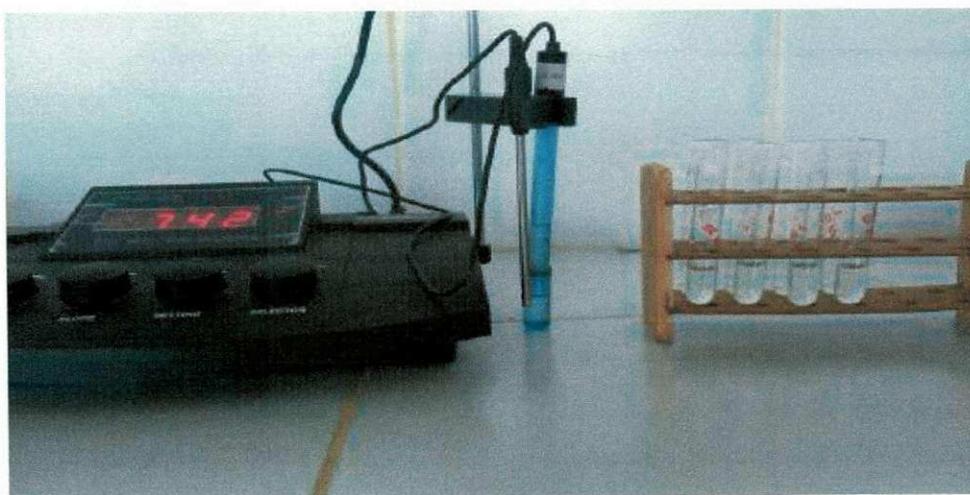
apenas a filtração lenta, já se o valor for acima de 50 Ut tem que se realizar o tratamento completo de água (Piantá, 2008).

3.5.2 Potencial Hidrogenado (pH)

O pH varia de 0 a 14, dando uma indicação sobre a condição da água, se a solução indica um pH menor que 7 indica a intensidade da acidez, se o pH for maior que 7 a alcalinidade, quando o pH esta igual a 7 está neutra. Este é um instrumento extremamente importante na análise de água. A influência direta do pH nos ecossistemas aquáticos é exercida por seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O mesmo ocorre quando o efeito for indireto, porque em determinadas condições de pH podem contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como os metais pesados (Piveli; Kato, 2005).

Em todas as fases do tratamento de água como também dos seus efluentes, processos de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção como também o controle de corrosão são influenciado pelo valor de pH. O valor encontrado nas águas naturais possui uma faixa de pH que varia de 4 a 9, podendo ser possível descrever que em sua maioria são ligeiramente básicos, por causa dos bicarbonatos e carbonatos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos. Segundo Parron e seus colaboradores (2011), o valor do pH influencia no tratamento de água para saber a qualidade da água, como foi citado na Portaria MS nº 518/2004, onde se recomenda que , no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

Figura 4: pHmetro digital de banca



Fonte: Aatoria Própria

3.5.3 Teor de Cloretos:

Em todas as águas de consumo se encontram os íons de cloretos, ocorrendo naturalmente nas águas, devido à geologia do terreno, porém o aumento de suas concentrações pode ser influenciado pelo esgoto doméstico e industrial. O valor de íons cloreto (Cl⁻) aceitável para abastecimento humano, após tratamento, é de até 250 mg/L segundo Parron e colaboradores (2011).

$$\text{mg/l Cl} = \frac{(A - B) \times N \times 35.450}{\text{ml da amostra}}$$

Calculo para determinar o teor de cloretos onde,

A = mL do titulante gasto na amostra;

B = mL do titulante gasto no branco;

N = Normalidade do titulante;

3.5.4 Dureza:

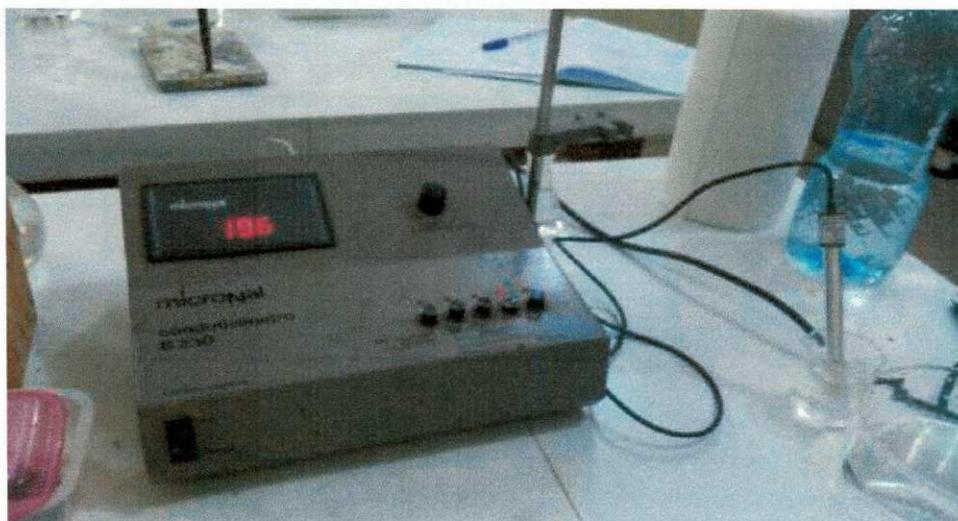
Pode se definir a dureza como sendo a soma dos cátions bivalentes presentes na sua constituição e expressa em termos da quantidade equivalente de CaCO₃. Os mais importantes são os metálicos que propiciam a dureza da água e na tabela periódica estão presentes nos metais alcalinos terrosos, como o cálcio e o manganês, que se associam aos íons sulfatos; temos ainda outros cátions como indicadores de dureza como ferro, estrôncio, zinco e alumínio e em quantidade pequena os cátions associados a nitratos e a cloretos (Parron e Colaboradores, 2011). Podemos expressar a dureza da água através da soma das durezas de carbonatos e de não carbonatos, esses dados são obtidos através do processo de titulometria, o valor de dureza total (CaCO₃²⁻) aceitável para abastecimento humano, após tratamento, é de até 500 mg/L.

3.5.5 Condutividade Elétrica (CE):

Pode ser definido como a capacidade que uma solução aquosa tem de conduzir corrente elétrica, isso ocorre por causa da presença de íons, da concentração total,

mobilidade, valência, concentração relativa e medidas de temperaturas. Os bons condutores para esses parâmetros são, na sua maioria ácidos, bases e sais inorgânicos, enquanto que nas moléculas de compostos orgânicos, que não se dissocia em uma solução aquosa, na sua maioria produzem pouca corrente elétrica, a medida utilizada para esse parâmetro é $\mu\text{S cm}^{-1}$ ou mS cm^{-1} através do condutivímetro (Parron e Colaboradores, 2011).

Figura 5: Aparelho Condutivímetros



Fonte: Autoria Própria

3.5.6 Sólidos Totais:

Pode se dizer que a presença dos sólidos é influenciada, tanto pelas características químicas como as biológicas, os sólidos presentes na água podem ser distribuídos da seguinte forma (Benedet, 2008):

- I. Sólidos totais que estão divididos em dois outros grupos;
- II. O primeiro é o sólido em suspensão sedimentáveis ou não sedimentáveis, que são as partículas capazes de serem retiradas na filtração;
- III. O segundo é o sólido dissolvido voláteis ou fixos, este material é composto por partículas que podem ter aproximadamente um diâmetro de 3-10 μm , sendo ainda encontrado na solução mesmo após a filtração;

ST = AA - AL

Podem-se encontrar os sólidos em água de forma natural por causa dos processos erosivos e orgânicos ou antropogênica, devido à contaminação por lixo e esgoto. De forma que os parâmetros de turbidez e os sólidos se associem, isso não quer dizer que eles sejam equivalentes. O limite é de 1000mg/l que está estabelecida na portaria nº 518 de 2004 do Ministério da Saúde, para o padrão de água potável este valor refere-se apenas aos sólidos totais, tendo em vista que essa parcela demonstra a influência do lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BENEDET, 2008).

MO = ST - cinzas

3.5.7 Microbiológico:

Na água se encontra uma variação de seres vivos, que pode ser classificado em escala macroscópica, que vai desde peixes, moluscos, algas entre outros seres ,ao microscópico temos os vírus, bactérias, algas entre outros. Contudo, os seres vivos de maior interesse no tratamento de água podem ser citados como: bactérias, vírus, protozoários vermes, algas (Richter, 2009).

Regulamente, os micro-organismos são de considerável importância no controle da qualidade da água e a maioria é benéfica, especialmente na autodepuração de um corpo d'água (Richter, 2009). Os coliformes totais são bactérias do grupo coliforme que são capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β –galactosidase, enquanto que nos coliformes termotolerantes- subgrupo das bactérias do grupo coliforme, que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (Brasil, 2004).

3.5.8 Parâmetros biológicos:

Os microrganismos estão divididos em três categorias: vírus, bactérias e protozoários que podem transmitir doenças pela água. Esta substância para consumo humano não pode conter microrganismo patogênico e nem bactérias que possam sugerir

contaminação fecal; pertencem ao grupo dos coliformes e podem ser classificadas em: *Escherichia aerobacter* e a *Escherichia coli* (*E. coli*) ou coliforme fecal que se encontra nas fezes dos animais e humanos (Almeida, 2009). A portaria expedida pelo ministério da saúde (Portaria nº 518 de 2004) determina que para a verificação da qualidade da água, a presença de coliformes totais e termotolerantes, principalmente a *E.coli* e bactérias heterotróficas que podem causar doenças como diarreia, vomito e mal estar.

Segundo Kalogo e Colaboradores (2001), a água tratada com a semente de moringa teria a função de bactericida nas amostras de água, o efeito do tratamento biológico da Moringa se deve a dois fatores: primeiro, uma grande parte dos micro-organismos fisicamente ligados às partículas em suspensão na água são eliminados. Isso quer dizer que a eliminação dos micro-organismos se dá por arraste mecânico dos patógenos em solução pelos agregados de partículas que sedimentam e pelo efeito bactericida de um agente ativo antimicrobiano, 4α Lramnosloxi- benzil isotiocianato.

3.6 INFORMAÇÕES SOBRE A *Moringa Oleífera*:

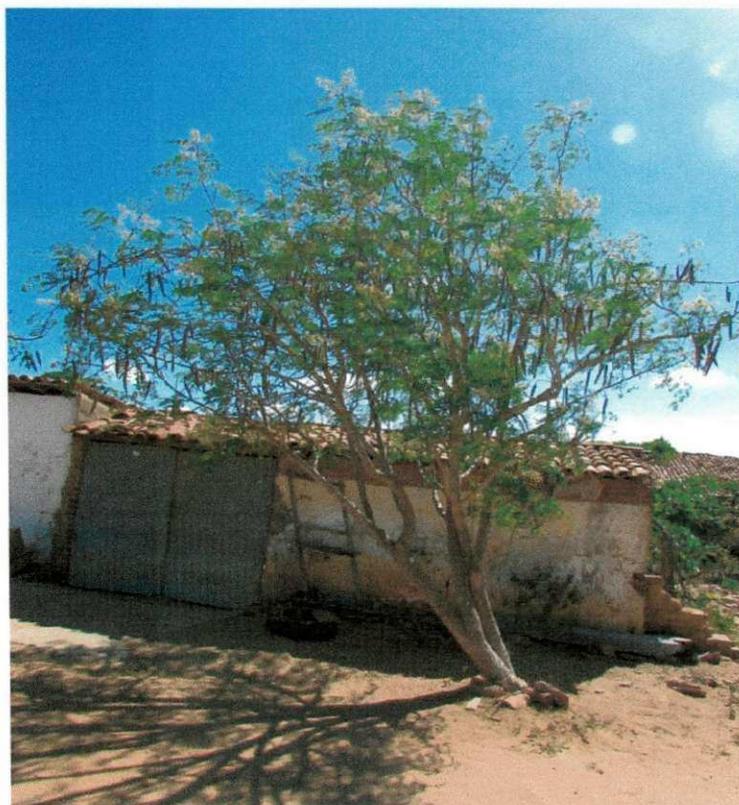
A *Moringa Oleífera* é uma planta originária da Índia e cultivada em vários países como África, Ásia, América Central e Brasil. Pertencendo a família das moringáceas, é uma planta do semiárido, que suporta longos períodos de seca. Podendo chegar a medir de 5 metros até 12 metros de altura. Sua copa tem um formato aberto que se assemelha a uma sombrinha, o seu tronco pode chegar a medir de 10 cm até 30 cm de diâmetro. É uma planta que vem sendo utilizada há gerações por esses povos, tendo um valor nutricional alto e de grande importância para a área de saúde conforme pode ser observado no Dossiê Técnico, (2013) escrito por Jesus e colaboradores.

Os primeiros registros no Brasil desta planta foram no ano de 1950, nos Estados da região Nordeste como o Maranhão, Piauí e Ceará, propagando-se para outros Estados desta região. Esta planta também é conhecida em outras regiões como lírio-branco e quiabo de quina, tendo características que favorecem o seu cultivo em clima seco como da região do Curimataú paraibano; esta planta tem várias funções como ser utilizada de forma ornamental, na medicina em fármacos, como ração animal e melífero (Vasconcelos, 2013).

É uma planta que não necessita de cuidados culturais, tem um crescimento acelerado chegando a medir quatro metros em um ano, neste período já produz flores e

frutos no seu primeiro ano de cultivo, podem chegar a produzir em média de 50 a 70 kg de fruto por ano (Santana e Colaboradores, 2010). Cada parte da planta tem uma função, como a semente que é utilizada como alimento e no tratamento de água contaminada, seca-se a semente ao sol ou na estufa, com casca e sem casca, depois tritura e utiliza o pó da semente na água que vai ser tratada. Como esta substância contém proteínas que apresentam baixo peso molecular, ao se dissolver o pó na água apresenta características de carga positiva, que captura cargas negativas que está presente em algumas substâncias como argila e limo, dando a forma de flocos densos que sedimentam. A vantagem do uso deste material está que na coagulação natural tem propriedades microbianas e não altera o ph e o sabor da água tratada (Esnarriaga, 2010).

Figura 6: Planta da *Moringa Oleífera*, na vila de Santa Luzia, no município de Picuí



Fonte: Autoria Própria

3.7 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA:

A *Moringa Oleífera* pertence à família das moringáceas com 14 famílias conhecidas; é uma planta nativa dos Sopés montanhosos do noroeste da Índia, pode suportar uma temperatura de aproximadamente 48°C em curtos espaços de tempo, mas

a temperatura ideal para o seu cultivo fica entre 25°C a 35°C, desenvolve-se melhor em solo arenoso – argiloso com pH aproximado de 5 a 9. Suas folhas apresentam coloração verde pálido, devido a isso são conhecidas como bipenados, onde possui sete folíolos pequenos em cada pina, localizando-se na lateral de forma elipética (Jesus e colaboradores, 2013).

As flores tem uma coloração que varia de branca a creme como pode ser observado nas figuras 5 e 6, de tamanho regular, diclamídeas, monoclinas, exalando um leve aroma. Os frutos tem uma variação de cor entre verde e marrom esverdeado, seu fruto é deiscentes com tamanho de 30 a 120 cm com espessuras de 1,8 cm, com formato de vagens perpendiculares de formato triangular, contendo de 10 a 20 sementes aproximadamente; as suas sementes tem aspectos escuro por fora e de polpa branca e oleosa. O seu tronco tem casca espessa, mole e reticular de coloração pardo clara, a parte interna do tronco é branca com lenho mole, poroso e de coloração amarelada e com presença de látex (Jesus e Colaboradores, 2013). As figuras 7 e 8 representam respectivamente as flores da planta *Moringa Oleífera*:

Figura 7: Flores da Moringa



Fonte: Autoria Própria

Figura 8: Amostra representativa das flores



Fonte: Autoria Própria

A semente da *Moringa Oleífera* tem a forma arredondada, com uma casca semipermeável de coloração marrom, como pode ser observado na figura 8; possui três asas de cor branca, contém polieletrólitos cátions iônicos que têm a função de neutralização da água turva, pois esses colóides têm carga elétrica negativa. As sementes da moringa têm varias utilidades e podem ser consumidas cozidas ou torradas, seu sabor se assemelha ao de grão de bico e tem valor nutricional (Helviob, 2007). Tem função de coagulante natural, pois sedimenta partículas orgânicas e de minerais. Esta propriedade é de conhecimento da população da China e se propagou para o resto do mundo. Constituição química: os grãos tiveram 36,8% a 41,7% de lipídeos. O NPN (não azoto proteico) em grão e farinha era apenas cerca de 9% do total de CP e não foi detectado nas amostras extraídas, o que sugere a presença de quantidades elevadas de proteínas verdadeiras na amostra (Foidl e Colaboradores, 2001).

O grão ainda possui atividades hipotensivas; tem caráter antioxidante e ainda possui propriedade quelante contra as toxicidades pelo arsênio. Na literatura foi encontrado relatos de seu uso como larvicida na água, as lectinas encontradas no grão está ligada a quitina CMOL que diferem entre si quanto à massa molecular, as propriedades físico-químicas e padrão de reconhecimento a carboidratos(cMoL), foi agente inseticida contra a mariposa da farinha *Anagasta kuehniella* e WSMo; tem atividade ovicida e larvicida sobre *Aedes aegypti* (Coelho e Colaboradores, 2009).

Figura 9 : Vagens da *Moringa Oleifera*



Fonte: Autoria Própria

Figura 10: Fruto da vagem



Fonte: Autoria Própria

A sua semente pode ser utilizada no tratamento de água como coagulante. Segundo Coelho e Costa (2011), a água, substância essencial para manutenção de qualquer forma de vida, apresenta a capacidade de solubilizar uma enorme quantidade de substâncias, o que a torna mais vulnerável a contaminação, principalmente pela presença de metais pesados de elevada toxicidade. Devido isto, é necessário que ela atenda aos padrões de potabilidade ao consumo humano, que são as quantidades limites

com relação aos diversos elementos químicos, enquadrando-se dentro da faixa deliberadas por decretos e regulamentações.

Conforme a portaria do Ministério da Saúde vem apresentando:

A Portaria Ministério da Saúde Nº 2914 DE 12/12/2011 estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta Portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água. Relata que, toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Retrata também, que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água. Conforme a Lei Nº 2914(Brasil, 2011)

A semente de moringa é eficaz no processo de floculação de águas com teor alto de turbidez. Sua utilização, assim como de outros materiais naturais, vem ganhando visibilidade em relação aos produtos químicos, pois são biodegradáveis; têm um nível de toxicidade mais baixo e não prejudica a saúde humana. Durante o processo de floculação, sabe-se que as partículas se unem, formando os flocos (Almeida, 2009).

3.8 BIOSORÇÃO DO GRÃO DA *MORINGA OLEÍFERA*:

É um mecanismo utilizado no tratamento de água contaminada por metais pesados, fazendo uso de compostos naturais; é um processo que faz frente às tecnologias tradicionais e de baixo custo. Segundo o pressuposto de Arief e colaboradores (2008), a moringa é utilizado no tratamento de águas com alta e baixa concentração de metais, com o devido cuidado pode gerar resíduos que não são tóxicos, possibilitando a recuperação do metal e do composto natural, apesar deste mecanismo ter mostrado ser eficaz, possui muitos interferentes: pH da solução metálica, temperatura, força iônica, concentração inicial do metal e a concentração biosorvente.

O grão tem um componente ativo (tanino) que atua como coagulante, que para ser utilizado passa por diferentes processos onde consiste em fazer a lavagem em água corrente, no próximo passo mergulhar em uma solução salina, seca e se tritura em um liquidificador ou no almofariz com pistilo, formando um material com granulométrias, passa-se pela peneira de diâmetros diferentes ate obter um pó fino. Este material é dissolvido em água e filtrado, tratando a água contaminada com metais pesados. Para um melhor resultado se agita a água com velocidades diferentes, com um tempo estabelecido, deixa repousar por um tempo para sedimentar o material. Faz uso

do sistema de filtração para se obter um resultado mais adequado, analisa o líquido para observar se diminuiu ou eliminou o metal existente; a eficiência da absorção vai depender do metal contaminante, pH, como também a concentração da solução biosorvente, o tempo, volume da solução.

A granulometria pode ser definida como a distribuição, em percentagem de vários tamanhos de grãos, é utilizada para determinar qual a dimensão que as partículas anexas como também de suas respectivas porcentagens de ocorrência, esse processo será utilizado nos grãos da moringa, que são utilizadas como biosorvente, e vai interferir no resultado (Coelho e Colaboradores, 2009).

3.9 COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO:

Durante o processo de formação, as partículas coloidais têm a função de separar o sobrenadante do sólido, isso ocorre por causa da agregação de partículas, que foi apanhada com o auxílio de substâncias químicas. Na coagulação, esse mecanismo sucede quando as forças superficiais de natureza atrativa superam as de forças repulsivas. Enquanto que na floculação tem a definição de que o resultado de ação de um polímero de elevado peso molecular que, em geral, absorve-se de forma simultânea na superfície de várias partículas (Lédo, 2008). A solução de água com o pó da semente é preparado, agitado com o protótipo caseiro de agitador, com duas velocidades diferentes, para se obter um resultado satisfatório, no processo de tratamento de água imprópria para o consumo humano.

O componente coagulante encontrado na moringa é uma proteína, que fixa após o óleo ser extraído, demonstrando que o grão é duplamente valorizado. Ao se extrair o óleo, a coagulação do pó se mostra mais eficaz. Esta semente tem a função de coagulante primário, onde são formadas pontes naturais de forma ininterrupta entre as partículas coloidais. Em contrapartida, os coagulantes industriais que em sua maioria é tóxica, a forma de se manusear estes coagulantes não requer qualificação, a vantagem de se utilizar coagulantes naturais está em ele ser biodegradável, com baixo teor de toxicidade, produção residual baixa. Seu poder de coagulação se equivale ao de sulfato de alumínio, o pH e alcalinidade não se altera durante o processo e nem danifica a tubulação com materiais corrosivos (Lédo, 2008).

Os coagulantes orgânicos de origem vegetal têm como principal componente o tanino que tem como função coagular e flocular no tratamento de água, substituindo o

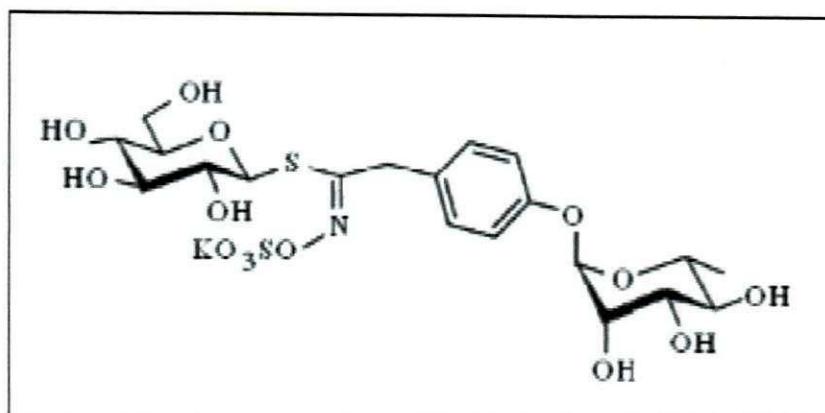
sulfato de alumínio. A utilização do tanino catiônico como coagulante é de baixo custo econômico, uso de matéria prima renovável, menor contribuição de ânions sulfato ao final do tratamento, pouca produção de massa de lodo, e obtenção de um lodo orgânico e com maior facilidade de eliminação (Piantá, 2008). A utilização de coagulantes orgânicos é justificada por causa dos impactos ambientais, originado pelos coagulantes inorgânicos que não são biodegradáveis, pois acaba colocando elementos químicos na água.

3.10 COMPONENTES QUÍMICOS DA MORINGA:

É uma planta rica em compostos como os açúcares simples, ramnose é um grupo singular e rico em informação de compostos como o glucosinolatos e isotiocianatos. São compostos que pertencem também a outros tipos de plantas, tem bastante vitamina e minerais, entre outros fotoquímicos, mas comumente encontrado na família da moringácea são os carotenóides o b-caroteno ou provitamina A. A *Moringa Oleífera* possui excelentes potenciais como antioxidantes, pois é constituído de ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido clorogênico, ácido elágico e ácido ferúlico), têm também os flavonoides (campferol, quercetina e rutina), substâncias com atividades antioxidantes relevantes atribuídas à capacidade de sequestrarem radicais, além de serem excelentes quelantes de metais (Verma e Colaboradores, 2009).

A semente da *Moringa Oleífera* tem a função de polímero natural, que atua como um clarificante de águas turvas, pois contém uma proteína catiônica, que é encontrada em aproximadamente 40% da semente e tem a função de desestabilizar as partículas contidas na água, através de um processo de neutralização e absorção, floculam os colóides, acompanhados de sedimentação. Na semente é encontrado de 8 a 10 % de glucosinolatos, que pertence à classe homogênea de combinação de tiosacarídeos naturais. São hidrolisados através da enzima mirosinase e conseqüentemente criar D-glicose, particularmente isotiocianatos (Gueyrard e Colaboradores, 2000). A figura a seguir relata a nomenclatura da possível substância responsável pelo coagulante presente na semente de *Moringa Oleífera*.

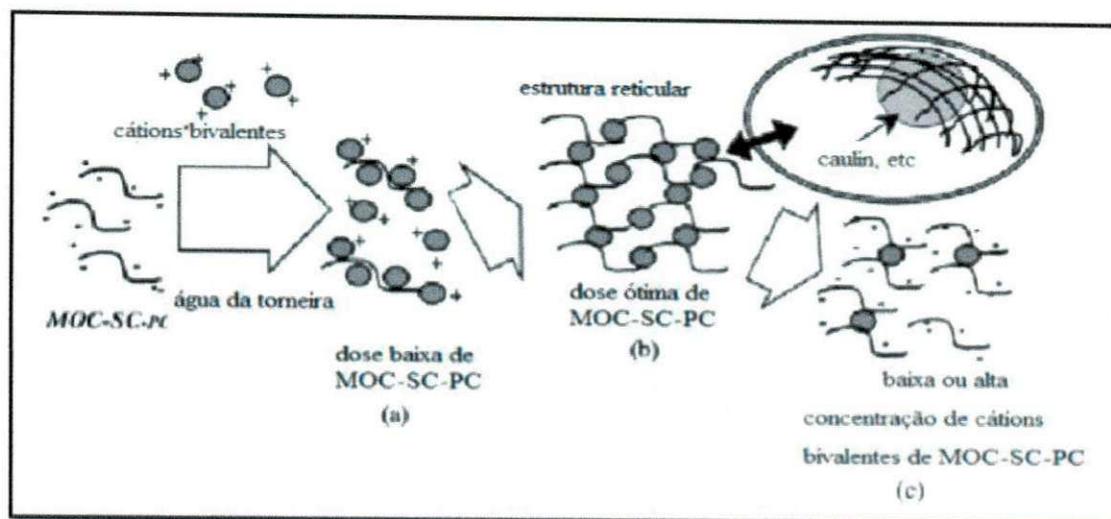
Figura 11: Nomenclatura do Glucosinolato encontrado na semente de *M. Oleifera*



Fonte: Gueyrard e Colaboradores (2000)

Para Okuda e Colaboradores (2001) o agente coagulante presente na semente pode formar a estrutura reticular na água, como será ilustrada na figura a seguir: (b) representa o componente ativo da Moringa onde tem a função de retirar sólidos suspensos na água pelo processo de varredura de coagulação, ou seja, enredamento dos sólidos suspensos. Os cátions bivalentes podem ser eletricamente adsorvidos ao componente ativo, com carga negativa, em pH de coagulação. O componente ativo pode ser ligado com outro componente de cátion bivalente, formam a matéria insolúvel com estrutura reticular (representado na figura (a) e (b)). Enquanto que os cátions monovalentes não deixam dois componentes ativos ligar visto que só tem uma valência. A falta de cátions bivalentes para componentes ativos podendo impossibilitar a formação de estrutura reticular (c), resultando no desaparecimento de matérias insolúveis em dose alta de MOC-SC-PC (2,4 mg Cl^{-1}). Na verdade, a adição de Ca^{2+} em água de torneira com MOC-SC-PC, a 2,4 mg de dose- Cl^{-1} , resultou na alta atividade coagulante.

Figura 12 : *M.oleífera* (moc-sc-pc) da estrutura do componente ativo presente nela.



Fonte: Okuda et al (2001)

3.10.1 Taninos:

O termo tanino foi descrito no ano de 1976 por Seguin, onde descrevem os constituintes químicos dos tecidos vegetais pela transformação de pele animal fresca em couro, a principal característica dos taninos é a sua capacidade de complexar e precipitar proteínas (Jorge e Colaboradores, 2001).

A palavra tanino é um termo técnico que não constitui uma expressão química específica. Com base no que foi relatado nas literaturas, pode-se ser definidos como:

Qualquer composto fenólico, com peso molecular consideravelmente elevado, contem um numero suficiente de grupos carboxilas, de forma a facilitar a formação de complexos estáveis com proteínas e outras macro moléculas, nas condições de cada ambiente de estudo. Podem ser classificado como compostos oligoméricos que são constituídos por unidades de estruturas múltiplas com grupos fenólicos livres, peso molecular que varia de 500 a 20.000, tem característica de se ligarem a proteínas e formarem complexos taninos (Piantá,2008, apud Jorge,2001. P.226).

Os taninos estão presentes em árvores de grande e pequeno porte, a madeira delas é formada por dois grupos grandes. Para Piantá (2008), o mais importante são os açúcares simples, os polifenóis, os ácidos graxos e inorgânicos, onde se encontra o cálcio, potássio, magnésio, sulfatos, fosfatos, carbonatos e silicatos entre outros íons.

3.10.2 Classificação dos Taninos vegetais:

Os taninos que são provenientes das cascas, frutos e lenhos das espécies vegetais são conhecidos por fisiológicos. Podendo ser classificados primeiro pela reação

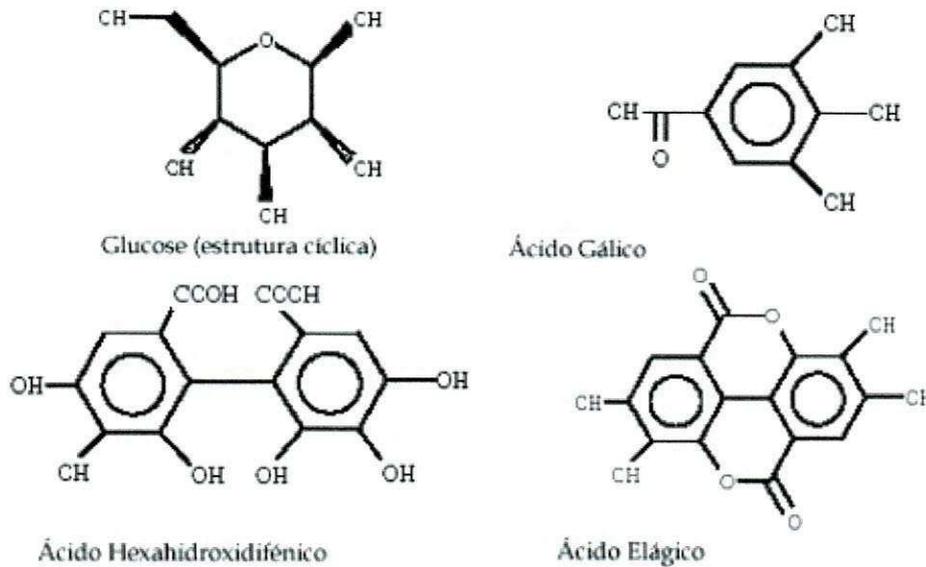
com sais de ferro que adquire uma coloração preta com nuances azuladas ou esverdeadas, tendo uma porcentagem de carbono no primeiro que pode chegar a 52% enquanto que na segunda a sua porcentagem pode ser de 60%. Uma forma de se classificar-los pode ser pelas propriedades de hidrólises ou decomposição (Piantá, 2008).

As soluções de taninos formam flocos de coloração diferente na presença de diversos elementos químicos, formando precipitados em reação com íons metálicos; como pode ser observada com íons de alumínio e ferro, a coloração preta com nuances azulada ou esverdeada ocorre na presença de cálcio, bário, zinco, antimônio e estanho; já os flocos de coloração branca e com sais de chumbo, o mercúrio, cobalto e bismuto; flocos de coloração amarela; os flocos roxos com nuances esverdeados são formados na presença de urânio e com platina verde (Jorge e colaboradores, 2001). Há dois grupos de taninos, cada um tem um grupo que equivale a um tipo diferenciado.

a) O primeiro são os Taninos Hidrolisáveis:

Os taninos têm moléculas hidrossolúveis com estruturas que tem características poliol com núcleo central, cujo grupo hidróxilo pode ser parcial ou totalmente esterificado por grupos fenólicos a ele ligados, é possível identificar os tipos de taninos hidrolisáveis. Dividido em dois grupos: os galotaninos que podem ser constituídos por glucose como núcleo central que está ligada a unidades de ácidos gálico como também seus derivados. O segundo grupo é o dos elagitaninos ,composto por glucose como núcleo central ligado a unidades de ácidos hexahidroxifénico ,que por causa da desidratação espontânea, é normalmente isolado na sua forma dilactona estável (Jorge e Colaboradores, 2001).

Figura 13 : Estrutura dos Galataninos e Elagetaninos

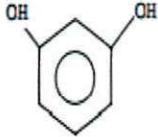
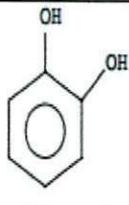
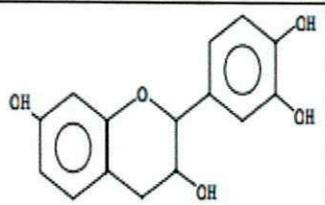
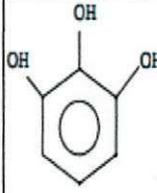
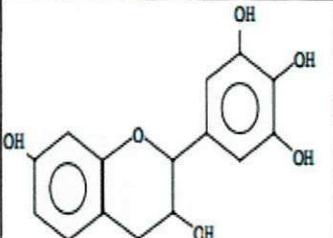
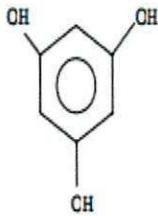
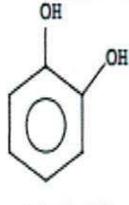
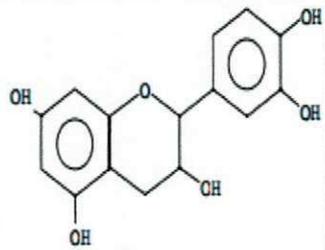
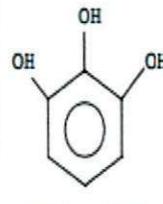
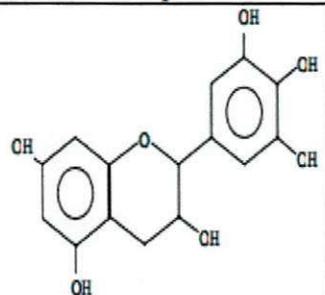


Fonte: Jorge e Colaboradores, 2001

b) O Segundo são os Taninos Condensados:

É determinado por proantocianidinas, que são mais comuns de se encontrar na natureza distribuída; suas moléculas são formados por oligômeros ou polímeros que é formado por unidades monoméricas com os flavonoides. Para compreender melhor este termo podemos definir os flavonóides como um grupo de compostos que são encontrados no reino vegetal, com moléculas tricíclicas e hidroxiladas de 15 carbonos. A natureza em sua composição química tem uma variedade de monoflavonóides, onde dois tem destaque na formação de taninos que é o flavan-3-óis e os flavan-3,4-dióis que são os que têm características de sofrem reações polimerização, desta forma representa os precursores dos taninos condensados, que é o oposto do hidrolisável, pois são encontrados em pequenas quantidades nos tecidos vegetais (Piantá, 2008).

Figura 14: Estrutura do monômeros de polímeros e dos flavan-3-óis

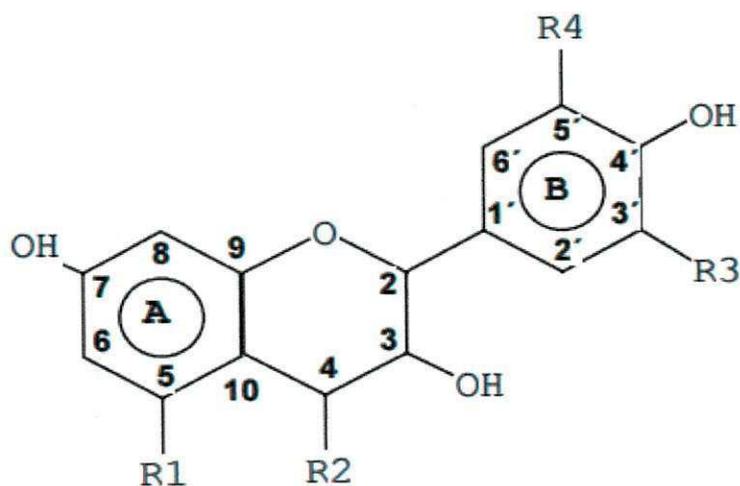
R1	R3	R4	Anel A	Anel B	Monómero	Polímero
-H	-OH	-H	 Resorcinol	 Catecol	 Fisetinidol	Profisetinidina
		-OH	 Pirogalol	 Robinetinidol	Prorobinetinidina	
OH	-OH	-H	 Floroglucinol	 Catecol	 Catequina	Procianidina
		-OH	 Pirogalol	 Galocatequina	Prodelfinidina	

Fonte: Jorge e Colaboradores, 2001

As unidades monoméricas C15 tem um heteroanel central de éter, unidos a outros dois anéis fenólicos, demonstrados através dos anéis, que são classificados em dois grupos: o anel A é derivado de resorcinol ou floroglucinol, enquanto que o anel B vem dos pirogalol ou catecol e em alguns casos, de fenol. Os taninos são apresentados como sendo uma classe de substâncias muito complexas e variadas que compartilham as

propriedades químicas semelhantes (Piantá,2008 , Jorge e Colaboradores, 2001). A obtenção dos taninos condensados ocorre através do processo de lixiviação aquosa da semente de *Moringa Oleífera* que funciona como um coagulante e floculante. A descrição deste processo ocorre através da criação de um polieletrólito catiônico de origem vegetal e baixo peso molecular.

Figura 15: Taninos Condensados (estrutura dos Flavonoides)



Fonte: JORGE et al, 2001

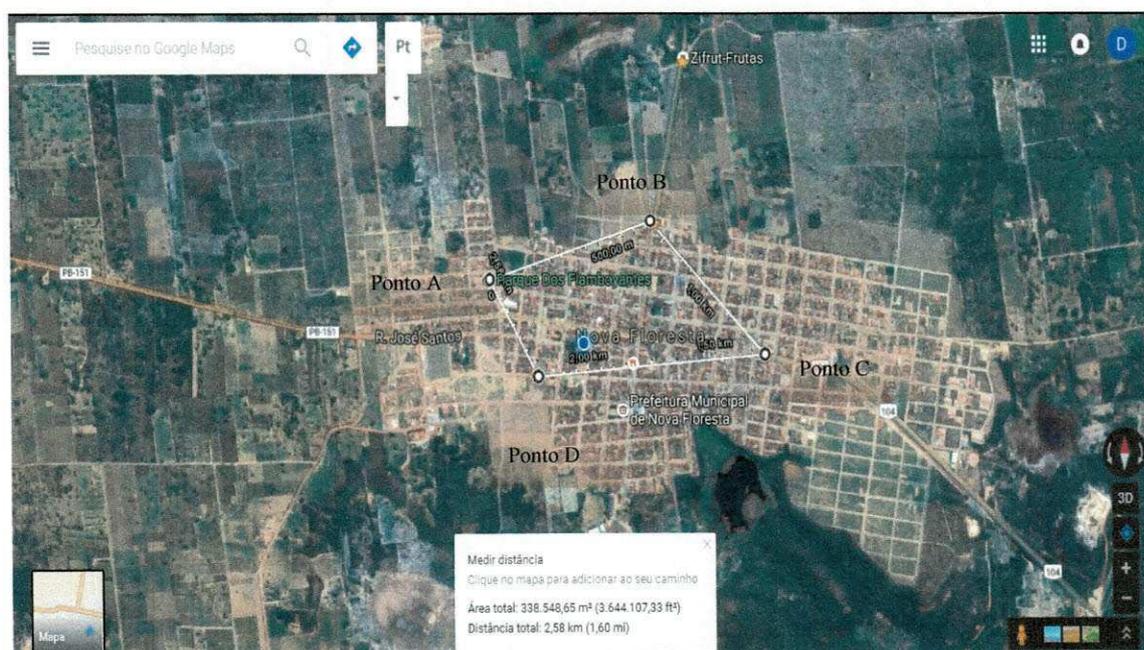
4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Química da Universidade Federal de Campina Grande *Campus* Cuité-PB, utilizando amostra de águas dos poços artesianos do município de Nova Floresta. Estas amostras foram tratadas com uma solução coagulante comumente utilizada e com a semente de moringa *oleifera*.

4.1 LOCALIZAÇÃO DE COLETA DE ÁGUA:

O município de Nova Floresta esta localizado na região Nordeste. Este município é conhecido como a princesinha do Curimataú, ficando situada na região do Curimataú Ocidental no Estado da Paraíba, Mesorregião Agreste Paraibano, a aproximadamente 233 km da capital João Pessoa. Apresenta um total de habitantes de 10.533 hab de acordo com o IBGE 2010. Faz limite com os municípios de Cuité e Picuí na Paraíba e fronteira com Jaçanã no Rio Grande do Norte pela Br 104. A região é de clima semiárido segundo a classificação climática de Köppen-Geiger: BSh, situa-se a 06° 27' 19" latitude Sul e 36° 12' 12" longitude Oeste, com altitude de 660 m e sua área é de 59,57 Km² (Prefeitura Municipal De Nova Floresta, 2016. P.1).

Figura 16: Mapa de Nova Floresta



Fonte: Google Maps, 2016

4.2 COLETA DE ÁGUA

As amostras de água foram coletadas no município de Nova Floresta/PB em quatro pontos diferentes da cidade figura 17. A água colhida no primeiro poço artesiano cuja profundidade é de aproximadamente 15 m de , localiza-se no Bairro Francisco Estevão (parte verde escura do mapa) e tem como propósito abastecer a população daquela localidade.

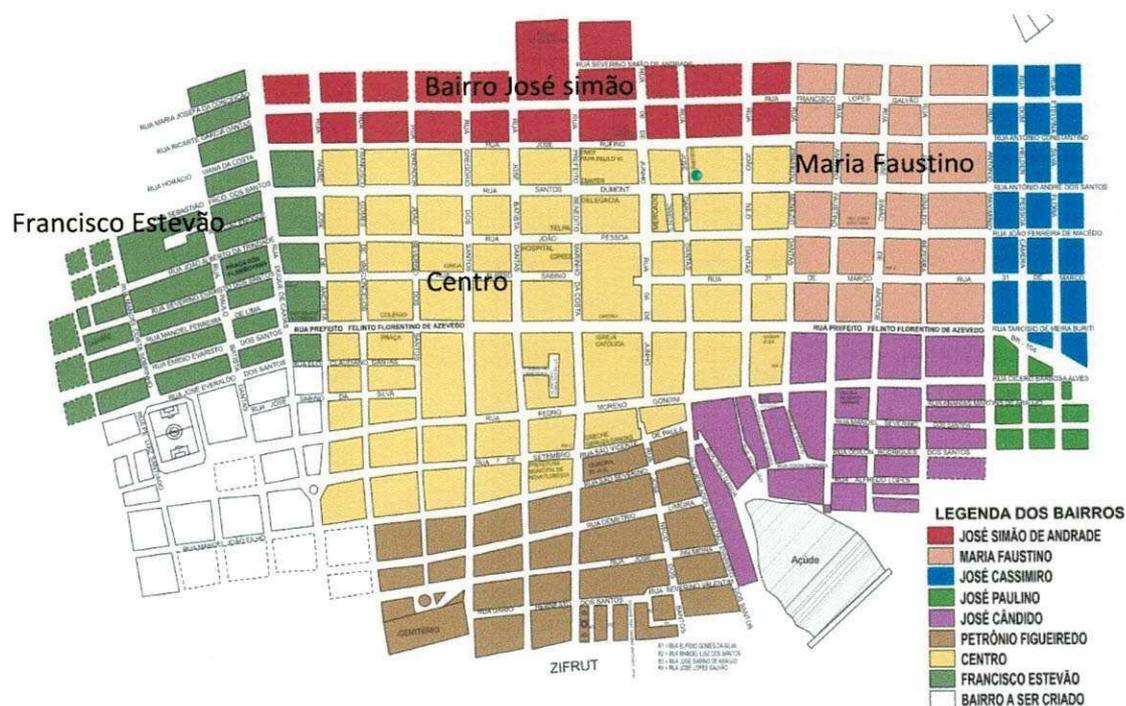
O segundo poço foi perfurado por máquina e tem aproximadamente 40 m de profundidade, está localizado no Bairro João Simão de Andrade, (parte vermelha do mapa) é um poço que várias famílias fazem uso deste recurso.

O terceiro poço fica localizado no centro da cidade (parte amarela do mapa). Este poço foi cavado a mão com profundidade de 15 m é um poço de uso coletivo.

No Bairro Maria Faustino (parte salmão) fica localizado o quarto ponto de coleta que é um poço perfurado à máquina, de 40 m de profundidade e se localiza na saída para o município de Cuité, abastece alguns habitantes daquela região, a água de nenhum dos pontos é tratada.

O quinto ponto foi o de um criadouro de peixe localizado no município de Nova Floresta, como a água não é para consumo , não há tratamento desta água.

Figura 17: Mapa dos Poços de Coletas do município de Nova Floresta/PB



Fonte: Prof. Wállice

4.3 COLETA DAS SEMENTES DE *MORINGA OLEÍFERA*:

As sementes foram coletadas no período de junho a julho de 2016 na Vila de Santa Luzia no município de Picuí - PB, estas sementes foram secas e guardadas em lugar seco e ventilado até a utilização no tratamento de água.

Figura 18: Fruto da *Moringa Oleifera*



Fonte: Autoria Própria

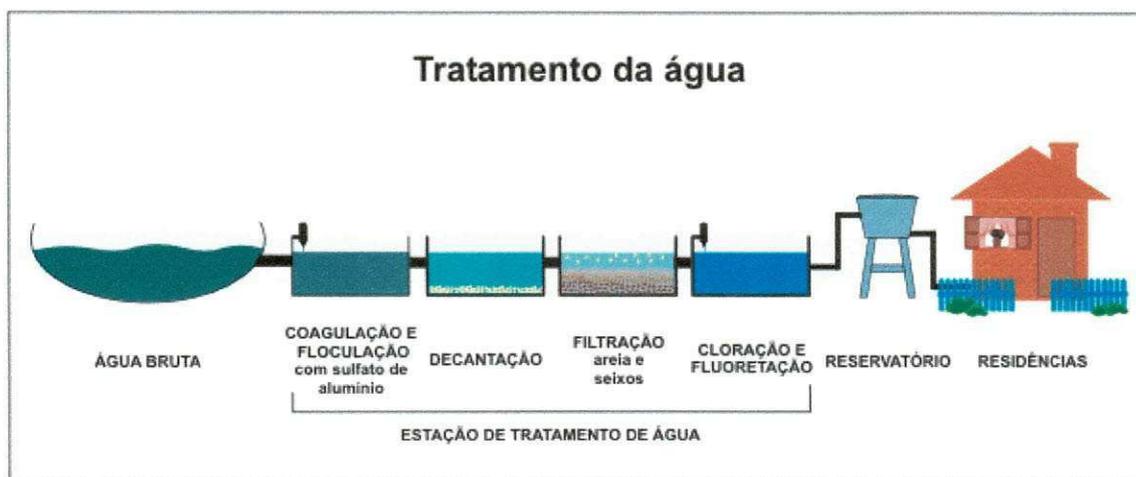
4.4 PREPARO E ADIÇÃO DO COAGULANTE

4.4.1 Sulfato de alumínio

No processo químico, faz-se uso do sulfato de alumínio que é utilizado como coagulante e forma flocos. Faz-se necessário o uso de uma mistura intensa desse produto e de uma agitação para acelerar o produto. Segundo a (SAEP) o sulfato de alumínio em contato com a alcalinidade natural da água bruta forma o hidróxido de alumínio, responsável pela formação do floco, mais o ácido sulfúrico e gás carbônico, responsáveis pelo caráter ácido da água. A floculação consiste na obtenção de um agrupamento e compactação das partículas em suspensão e no estado coloidal, em grandes conjuntos denominados flocos, o que se consegue através de uma agitação lenta para evitar o rompimento dos flocos adensados já formados.

Com a mistura (coagulação), a floculação influi na preparação da decantação e indiretamente em uma boa filtração. Os flocos formados quanto mais densos, melhor decantação. Esta etapa tem como objetivo a clarificação da água, com as retiradas das partículas em suspensão e dissolvidas na água, através da absorção pelos flocos (SANEP).

Figura 19: Utilização de Sulfato de Alumínio



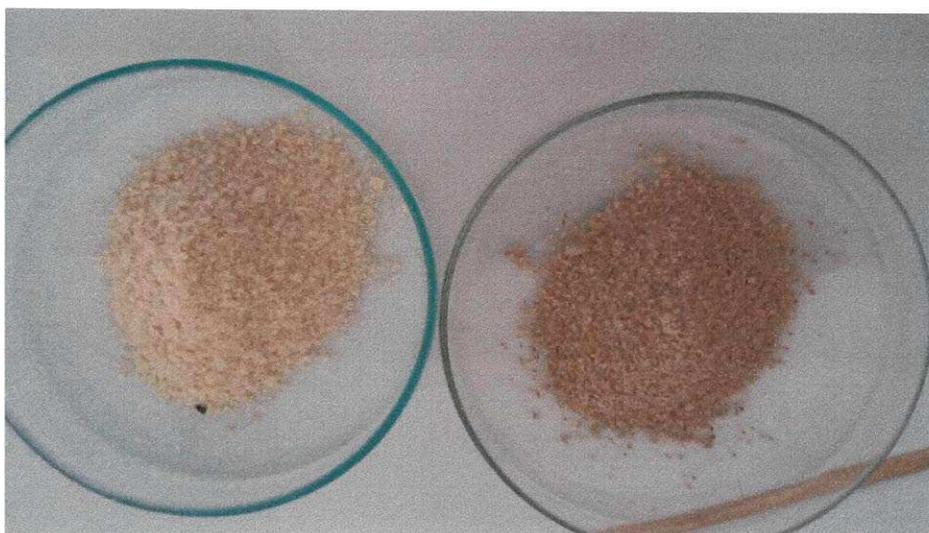
Fonte: Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas, 2016.

4.4.2 Semente de Moringa:

As sementes de moringa foram secas e utilizadas de duas formas, com casca e sem casca, a fim de verificar a quantidade de massa de semente utilizada na solução aquosa de forma a deixá-la mais eficiente. As sementes foram pesadas em uma balança analítica calibrada e determina a média do peso de semente no preparo desta solução.

.depois de deixa as sementes na estufa por 48 horas a 50°C, deixa esfriar se tritura a semente com casca e sem casca e armazena em um frasco âmbar. As sementes foram maceradas separadas e em cada uma foi adicionada 500 mL de água destilada. Esta suspensão foi agitada por aproximadamente dois minutos e então filtrada em papel filtro (figura 20).

Figura 20: Semente triturada com casca e sem casca



Fonte: Autorial Própria

4.4.3 Análise da amostra:

Após a adição da solução aquosa do extrato da semente de *Moringa Oleifera* em algumas amostras e da adição de sulfato de alumínio em outras amostras, foi realizado os testes físico e químico:

- O pH da amostra no pHmetro,
- A condutividade (microS/cm) com o condutivímetro,
- A turbidez (NTU) com o turbidímetro,
- Sólidos totais (ST),
- Dureza,
- Cloretos,
- As análises microbiológicas das amostras.

4.5 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

4.5.1 Turbidez:

A turbidez foi realizada através do método nefelométrico. De modelo MS tecnolopor TB – 100 3.9 já devidamente calibrado com valores em NTU que varia de 0,1 até 1000 NTU. A amostra foi colocada em um tubo, que foi disposto na máquina para ser realizada a medida de turbidez das águas analisadas.

Figura 21: Turbidez da amostra durante o processo de tratamento



Fonte: Autoria Própria

4.5.2 Potencial Hidrogenado (pH)

A determinação do pH foi realizada com o auxílio de um potenciômetro e eletrodos. Dispõem-se vários tubos de ensaios devidamente identificados, a amostra deve ter uma profundidade suficiente para cobrir a ponta do eletrodo. Deixa o aparelho fazer a leitura até se equilibrar, ele atingirá o equilíbrio quando a medição se tornar estável.

4.5.3 Teor de cloretos (Cl⁻)

Os cloretos foram determinados através do método de Morhr, que consiste em titular nitrato de prata com uma solução padrão primária de cloreto de sódio. O indicador utilizado neste experimento foi uma solução de cromato de potássio (K_2CrO_4). O ponto final da titulação é identificado quando todos os íons Ag^+ tiverem se depositado sob a forma de $AgCl$, logo em seguida haverá a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) de coloração marrom-avermelhada, pois, o cromato de prata é mais solúvel que o cloreto de prata (Paiva, Souza, 2010).

Em um erlenmeyer adiciona 10 mL da amostra de água a serem analisadas, duas gotas do indicador cromato de potássio (K_2CrO_4) reserva, em uma bureta adiciona o nitrato de prata ($AgNO_3$), coloque o erlenmeyer em baixo da bureta e começa a gotejar

titulou-se a solução de nitrato de prata até o ponto de viragem do indicador, quando a formação de precipitado esta vermelho e verifica a quantidade de nitrato de prata gasto durante o processo.

Figura 22: Determinação de Cloretos



Fonte: Autoria Própria

4.5.4 Dureza

Segundo Paiva e Souza (2010) para determinação da dureza da água foi utilizado o método de titulométrico com EDTA, esse é o método mais comumente empregado na determinação de dureza, sendo baseado na reação do ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) ou seus sais de sódio que formam complexos solúveis quelados com certos cátions metálicos.

Em um erlenmeyer adiciona 10 mL da amostra de água a serem analisadas, 1 ml de solução tampão de amônia, uma pequena quantidade do indicador Preto de Eriocromo T adquirindo uma coloração roxa coloque o erlenmeyer em baixo da bureta e começa a gotejar titulou-se a solução de EDTA até o ponto e verifica a quantidade de EDTA gasto durante o processo.

Figura 23: Determinação de dureza das amostras



Fonte: Autoria Própria

4.5.5 Condutividade

O condutivímetro foi limpo com água deionizada e calibrado. As medidas de condutividade foram realizadas com um condutivímetro de bancada, rigorosamente limpo com água deionizada e calibrada. Todas as medidas foram iniciadas com a cela. O valor da condutividade inicial foi conferido, sendo consideradas aquelas feitas nas concentrações mais baixas.

4.5.6 Sólidos totais

Análise teve início pesando os cadinhos que seriam utilizados no experimento, após pesar e anotar a massa do cadinho transferiu-se uma alíquota de 50 ml de cada uma das amostras para os cadinhos reservados anteriormente com um auxílio de uma pipeta volumétrica de 50 ml. Os cadinhos foram dispostos em uma chapa aquecedora por 4 horas a uma temperatura de 105 °C, em seguida transferiu-se para uma estufa com uma temperatura de 105 por aproximadamente 24, para evaporação de todo líquido contido,

retirou-se o cadinho com o resíduo seco da estufa, a qual foi mantida no dissecador até temperatura ambiente e, em seguida, pesou-se em uma balança analítica e foi anotada a massa do cadinho com o resíduo.

Enquanto que nos sólidos totais fixos e voláteis, o cadinho com o resíduo seco foi colocado na mufla a 550-600 °C por aproximadamente 20 minutos, para que os sólidos orgânicos contidos na amostra fossem volatizados. Retirou-se da mufla e colocou-se o cadinho no dissecador para esfriar para ser pesado posteriormente; anotou-se a massa do cadinho para se calcular a concentração de sólidos fixo na amostra.

4.5.7 Microbiológico

As águas utilizadas para a análise microbiológica foram coletado em garrafas de vidro (borossilicato) ou plástico autoclavável, limpo e esterilizado com detergente não tóxico e água destilada. Na situação da água que vai ser coletada apresentou cloro residual, foi adicionado um agente desclorante como, o tiosulfato de sódio 0,1 mL (solução a 10%), na garrafa para neutralizar qualquer teor de cloro ou outro halogênio presente. Identificou-se os pontos de coleta, utilizou-se luvas, gaze estéril embebida em álcool 70° GL, abre a torneira e deixa a água escorrer por 5 minutos só então abre a garrafa para coleta, com todo o cuidado para não contaminar o frasco da coleta, segurando o frasco de forma vertical, próximo à base e efetuou-se o enchimento deixando um espaço de aproximadamente 2 cm da base. Para se recolher água para análise de poços, tem que deixar a água ser bombeada por aproximadamente 3 minutos e procede-se a desinfecção de saída da bomba, deixando que a água escorra novamente para ,em seguida, fazer a coleta da amostra, a análise microbiológica da amostra deve ser feita o mais rápido possível (Funasa, 2006).

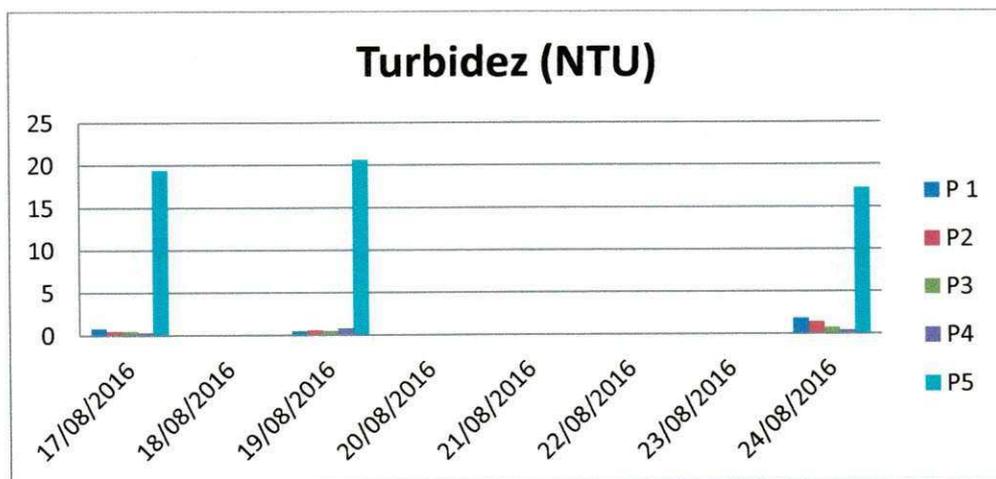
A análise foi feita em triplicata, prepara-se um caldo com Colilert em 100ml de água destilada autoclavada, distribui-se entres os tubos de ensaios autoclavados no primeiro tubo 5ml do caldo mais 5ml da amostra, no segundo tubo 9ml do caldo mais 1ml da amostra e no terceiro tubo 9,9 mL do caldo mais 0,1mL da amostra de água dos poços analisados, levou-se para estufa por 24 horas a uma temperatura de 37,5 °C e procedeu-se à análise para ausência ou presença dos coliformes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os ensaios foram realizados com dois tipos de coagulantes: o químico (Sulfato de Alumínio) e o orgânico (Semente da Moringa *Oleifera*) visando comparar a eficácia deste coagulante natural no tratamento da água. Os parâmetros físicos químico de comparação da água antes e depois do tratamento foram para condutividade, sólidos totais entre outros. Os resultados foram comparados com a lei 2914/2011 (que trata da qualidade da água para o consumo humano) e todos os ensaios foram realizados em duplicatas.

A semente de moringa tem se mostrado eficaz em seu uso nas amostras de água tratada do município de Nova Floresta. Foram testadas três concentrações diferentes de 0,2 g ,0,4 g e 0,6 g em 300 mL de água semente com casca e sem casca; a concentração com melhor resultado da semente com casca foi a de 0,2 g de massa deste material em 300 mL de água, agitado por aproximadamente 5 minutos com rotação de 500 rpm em um agitador, deixada em repouso por aproximadamente 24 horas, para que ocorresse o processo de floculação e decantação dos sedimentos contidos na água. Após passar por um sistema de tratamento caseiro, mediu-se a turbidez e foi possível observar que houve uma diminuição significativa no teor de turbidez, como pode ser observado no gráfico 1. A turbidez não é característica de toxicidade, porém os microrganismos, incluindo os patógenos, podem- se associar a esse particulado em busca de alimentos e proteção, por isso se faz necessário a redução dos níveis de turbidez em água para consumo (Lenzi, Favero, Luchese, 2009).

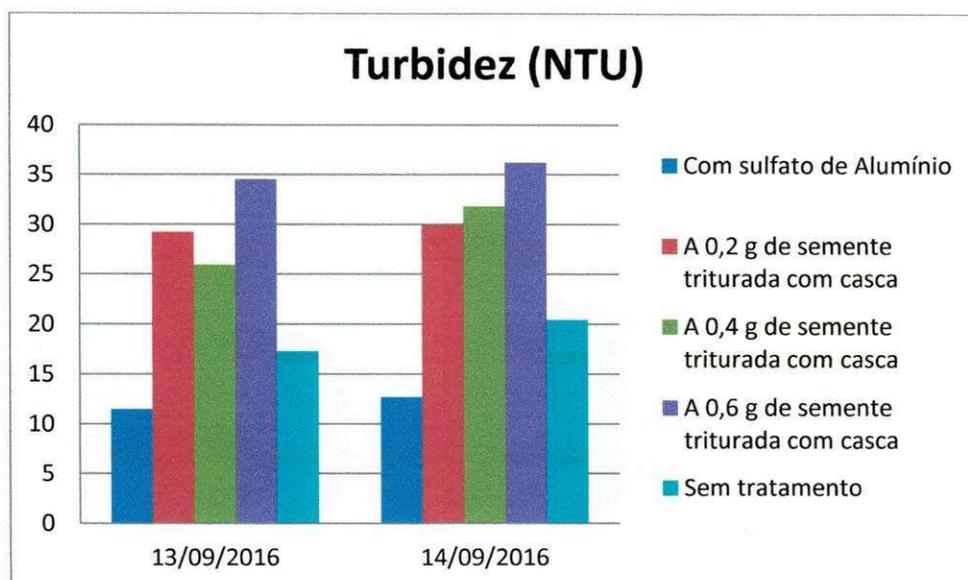
Gráfico 1: Amostra sem tratamento



Fonte: Autoria Própria

A semente utilizada foi seca na estufa por quatro horas a uma temperatura de 50 graus °C ,sendo triturada e utilizada com concentrações diferentes, para observar qual seria a mais apropriada utilizar, como a semente contém muito material orgânico o prazo de 24 horas é pouco, para que o material decante, sem fazer filtração, o teor de turbidez se elevou de forma considerada como é possível observa no gráfico 2.

Gráfico 2: Amostra com tratamento



Fonte: Autoria Própria

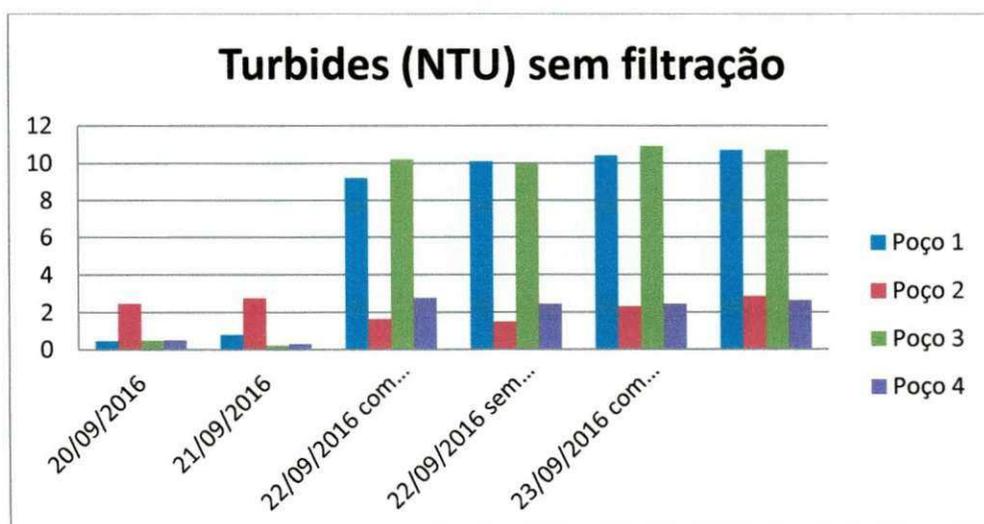
A semente seca na estufa por 48 horas a 50 °C mostrou ser mais eficaz no tratamento de água, com a concentração de 0,2 g triturada com casca a semente de *Moringa Oleifera*, usualmente apresenta um resultado satisfatório quanto a remoção do teor de turbidez 25,4 NTU para 21,3 NTU, tendo uma redução de aproximadamente 84% na amostra (P5) demonstrando que houve uma menor concentração de sólidos em suspensão. Sendo assim, pode-se, então, esperar remoções elevadas para água com maior teor de substâncias suspensas, no período mínimo de 24 horas. Com relação à remoção de turbidez a partir da aplicação de sulfato de alumínio, encontrou-se remoção de 17,3 NTU para 11,5 NTU, tendo uma redução de 66% na turbidez da água da amostra (P5) para as condições da amostra, o sulfato de alumínio foi capaz de remover eficientemente a turbidez no período de 20 minutos como pode ser comparado na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetro da eficácia da *Moringa Oleifera*

	Turbidez (NTU)	
Sem tratamento	Sulfato de Alumínio	0,2 g de semente triturada
17,3	11,5	20,4
20,6	12,3	18,1
25,4	15,7	21,3

Fonte: Autoria Própria

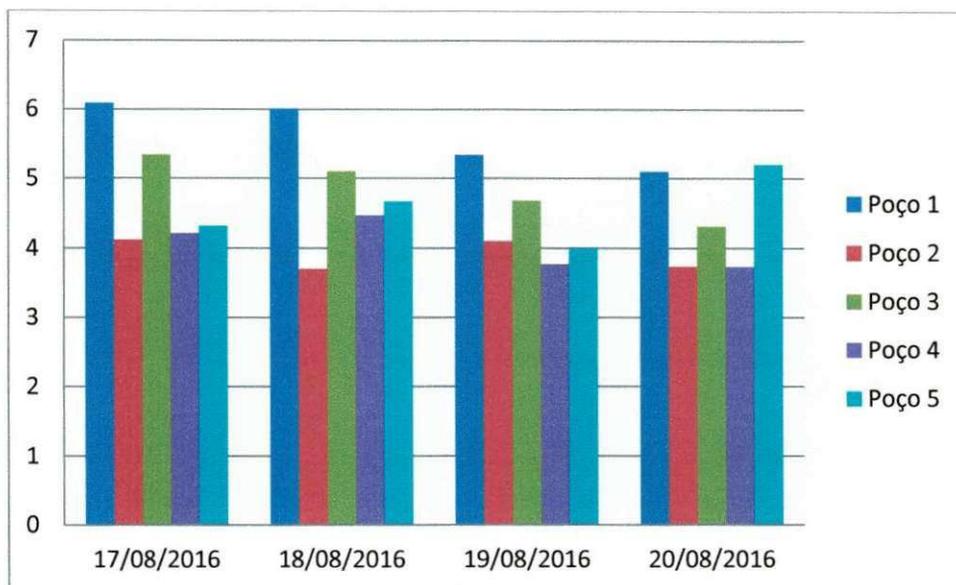
Gráfico 3: Eficácia da semente de *Moringa Oleifera*



Fonte: Autoria Própria

O pH da água tem que está em torno de acordo com a portaria MS 518/2004 os valores do pH fica em torno de 6,0 a 9,5 para ser considerada uma água boa para o consumo humano, o processo de análise das águas do município de Nova Floresta demonstrou que o pH foi classificado muito baixo os valores variaram de 6,00 a 3,7, chegando a valores de conforme o gráfico 4.

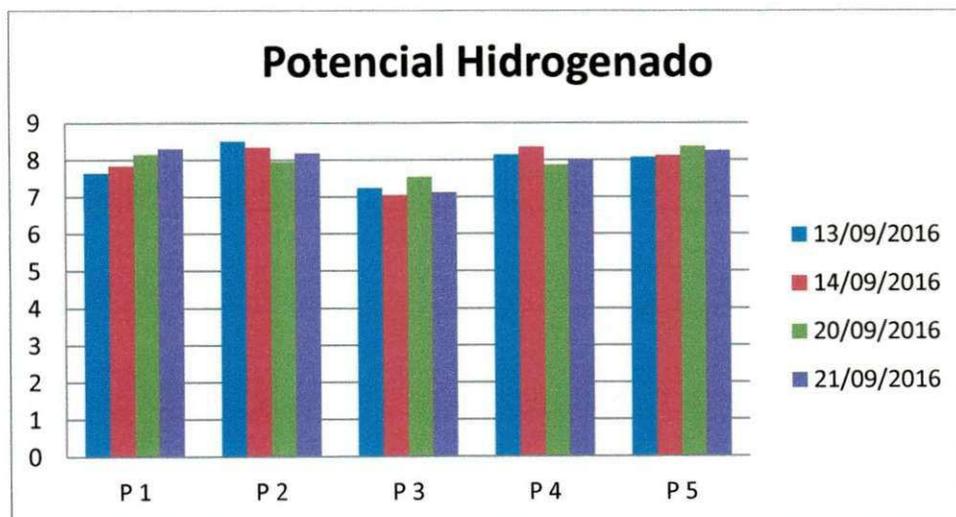
Gráfico 4: Potencial hidrogenado (pH) da água analisada



Fonte: Autoria Própria

O pH da água foi corrigido com o auxílio de uma solução de NaCl, tornando o pH aceitável para o consumo humano, foram necessárias duas gotas para deixar o pH aceitável.

Gráfico 5: pH corrigido

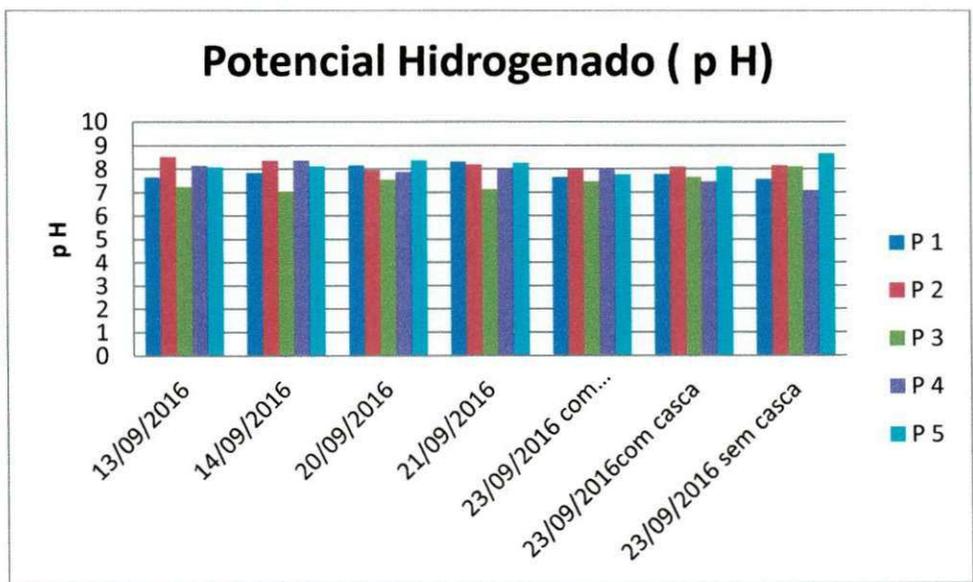


Fonte: Autoria Própria

Nos testes realizados foi possível observar que os valores de pH praticamente não sofreram variações significativas com a adição da semente triturada com casca e

sem casca, nas águas analisadas para esse trabalho; foi possível observar que houve uma leve diminuição dos valores de pH, que pode ser justificado pela própria decomposição natural dos compostos orgânicos presentes na amostra, isso só demonstra que a adição da semente ocorre uma variação nos valores do pH, embora sejam valores que não podem influenciar os parâmetros pré- estabelecidos para a qualidade da água. Em contrapartida, na amostra que foi tratada com sulfato de alumínio também teve o pH corrigido para parâmetros aceitáveis, decorrentes da decomposição natural dos compostos orgânicos contidos na água .

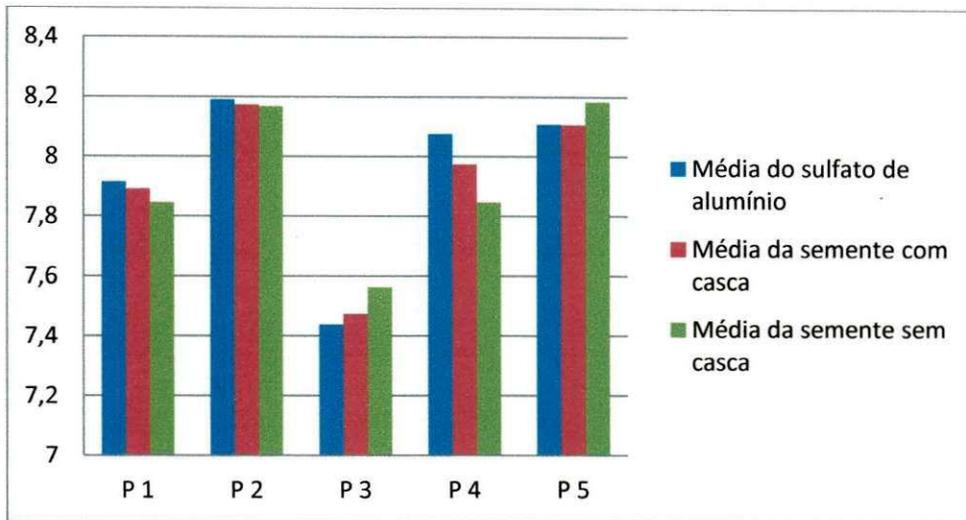
Gráfico 6: p H das amostras tratadas



Fonte: Autoria Própria

Para entender as variações de pH e a eficácia do uso de semente de Moringa *Oleifera* triturada sem casca, esta vem demonstrando ter um resultado mais satisfatório do que a semente com casca. Até estas duas análises, os resultados obtidos têm se mostrado satisfatório, pois está de acordo com a literatura estudada sobre o tema.

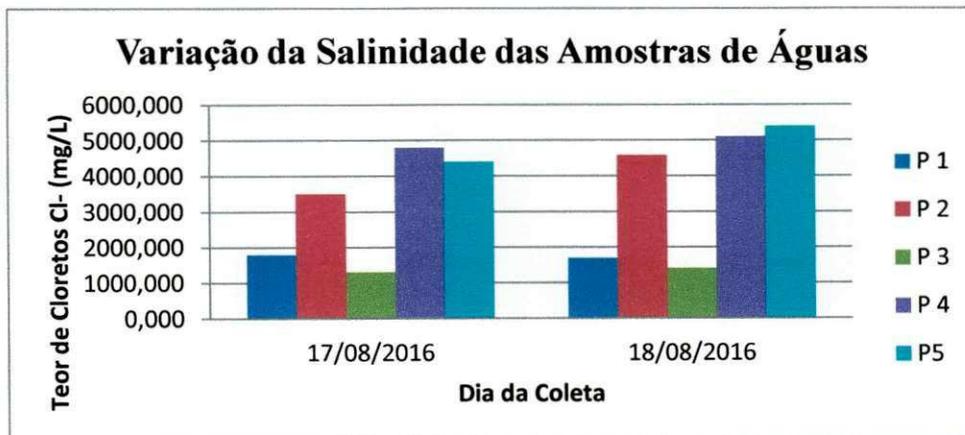
Gráfico 7: Variação Média do pH



Fonte: Autoria Própria

As concentrações de cloretos nas águas subterrâneas são mais elevadas, porque os cloretos chegam mais fácil aos lençóis freáticos; isso ocorre porque o solo não absorve os cloretos, enquanto que nas águas que são encontradas na superfície o teor de cloreto é menor. Determinação de cloretos (salinidade) se faz através da titulação com nitrato de prata, utilizando o método de Mohr que determina os íons cloretos, baseia-se na precipitação de íons cloretos com nitrato de prata, a semente de Moringa Oleifera vem demonstrada sua eficácia na diminuição dos parâmetros físico- químico. Os níveis de cloreto não podem ultrapassar o limite máximo permissível das legislações vigentes que é de 250 mg/L de Cl⁻ para consumo humano.

Gráfico 8: Teor de Cloreto



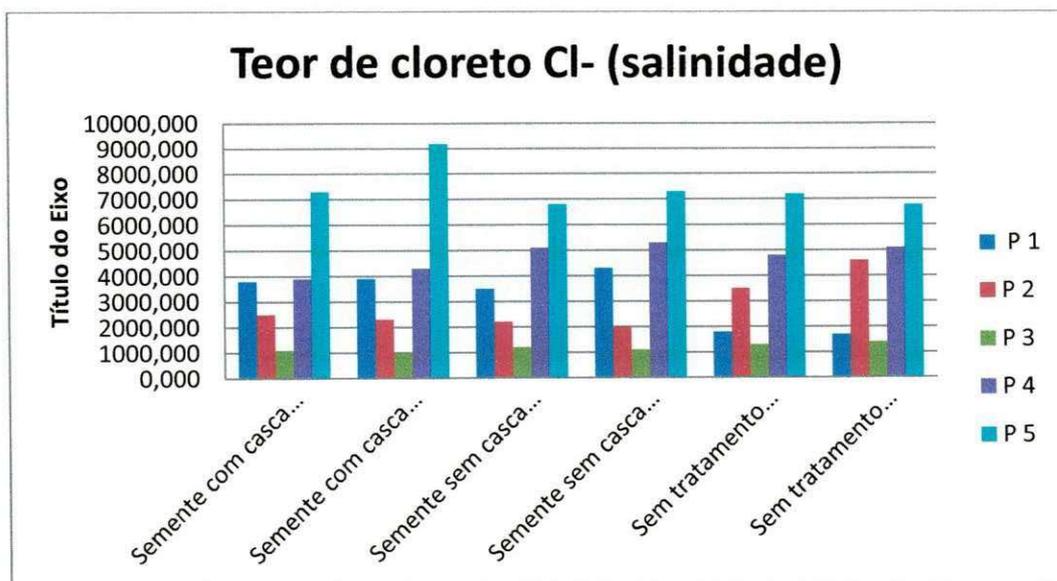
Fonte: Autoria Própria

Como podem ser observados no gráfico 8 , os valores estão muito acima do permitido pela legislação, isso quer dizer que as água são consideradas salobras, que não é própria para ser ingerida, pois tem um sabor salgado. De acordo com a lei 2419/2011 não se encaixa nos padrões de potabilidade das águas para o consumo humano. Com base na literatura, a semente de moringa consegue reduzir o teor de cloreto da água, tornando-a menos salobra.

A semente de moringa tem demonstrado, cada vez mais, o seu benefício, pois consegue diminuir o teor de cloretos das amostras de água para valores bastante significativos para melhorar a qualidade da água.

Nem todas as amostras teve redução dos seus cloretos, as amostra que tiveram uma redução significativa foi o ponto 2 e 3 com casca e sem casca a semente mostrando a eficácia da semente em reduzir os cloretos, tornando a água menos salobra, a amostra no ponto 4 teve uma redução significativa com a semente com casca, estes resultados demonstram que se faz necessário mais estudos sobre a eficácia desta semente, pois em alguns pontos ela consegue diminuir o seu teor.

Gráfico 9: Variação de cloretos



Fonte: Autoria Própria

Apesar de ter diminuído o teor de cloreto em algumas amostras, ainda está alta, como podemos observar nos dados matemáticos das tabelas da semente com casca e

sem casca e compararmos que os melhores resultados obtidos foi nos pontos P 2 e P 3, como pode ser observado nas duas tabelas a seguir:

Tabela 2: Parâmetros da semente com casca

Pontos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
P 1	3850,000	35,3553	0,92%
P 2	2400,000	70,7106	2,95%
P 3	1050,000	35,3553	3,37%
P 4	4100,000	141,4213	3,45%
P 5	8250,000	671,7514	8,14%

Fonte: Autoria Própria

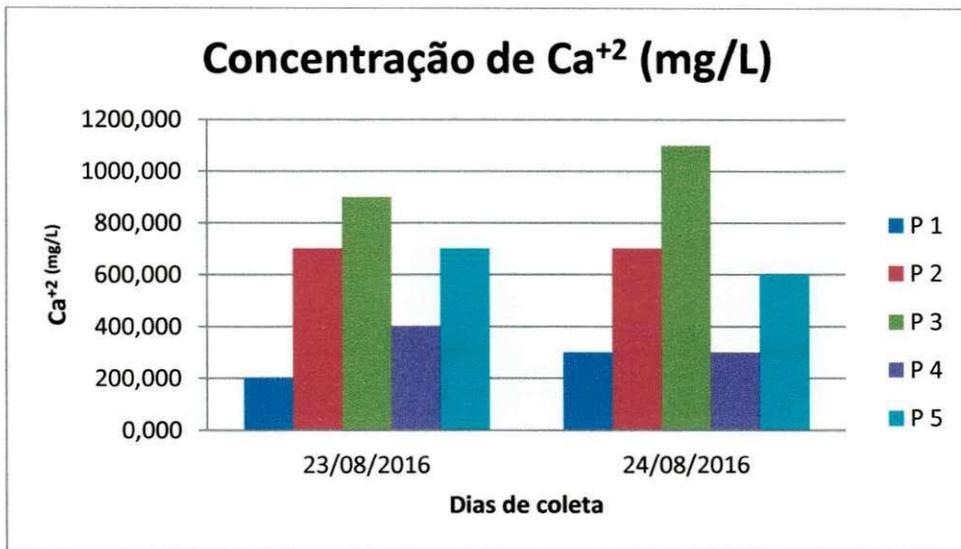
Tabela 3: Parâmetros da semente com casca

Pontos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
P 1	3900,000	565,6854	14,50%
P 2	2100,000	141,4213	6,73%
P 3	1150,000	70,7106	6,15%
P 4	5200,000	141,4213	2,72%
P 5	7050,000	353,5533	5,01%

Fonte: Autoria Própria

Os parâmetros de dureza da água segue a legislação onde indica que os valores para uma boa água tem que ser equivalente entre 40mg/L e 170mg/L de carbonato de cálcio (CaCO_3), mas o valor médio de 80mg/L de CaCO_3 , não representando risco à saúde; quando o valor é superior a 300mg/L CaCO_3 a água é considerada muito dura. As águas do município de Nova Floresta têm um alto teor de cálcio e magnésio, por esse motivo são águas consideradas duras. Sobre o efeito de saúde pública, existem evidências de que a ingestão de águas duras pode contribuir para uma maior incidência de doenças cardiovasculares (Brasil, 2006).

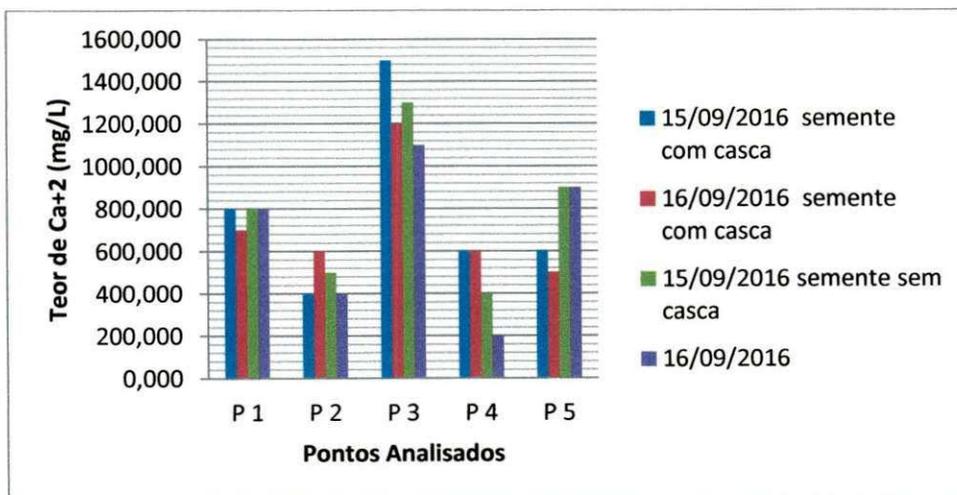
Gráfico 10: Variação de Dureza das amostras



Fonte: Autoria Própria

Como podem ser observados no gráfico 10, os valores estão muito elevados, considerando assim esta água imprópria para o consumo, à utilização do sulfato de alumínio tem um resultado mais rápido, questão de 15 minutos já pode se realizar a análise da água para comparar os níveis de contaminação. A semente foi utilizada para comparar com os níveis do sulfato, o processo com a semente leva 24 horas para melhor resultado e observar se os níveis de contaminação diminuíram em comparação com o agente químico; a utilização da semente traz mais benefícios que o sulfato, porque é economicamente viável e não agride o meio ambiente.

Gráfico 11: Variação do teor de dureza das amostras com a semente com casca e sem casca



Fonte: Autoria Própria

Se compararmos os dois gráficos é possível observar que houve uma diminuição no teor de dureza das amostras dos pontos 2, 3 e 4, pois houve redução significativa, o ponto 1 não houve alteração nos seus índices, enquanto que no ponto 5 teve seus níveis elevados. Faz-se necessário aprofundar mais as pesquisas, para poder ter um parecer sobre o motivo que levou as outras amostras não terem diminuído o seu teor de dureza.

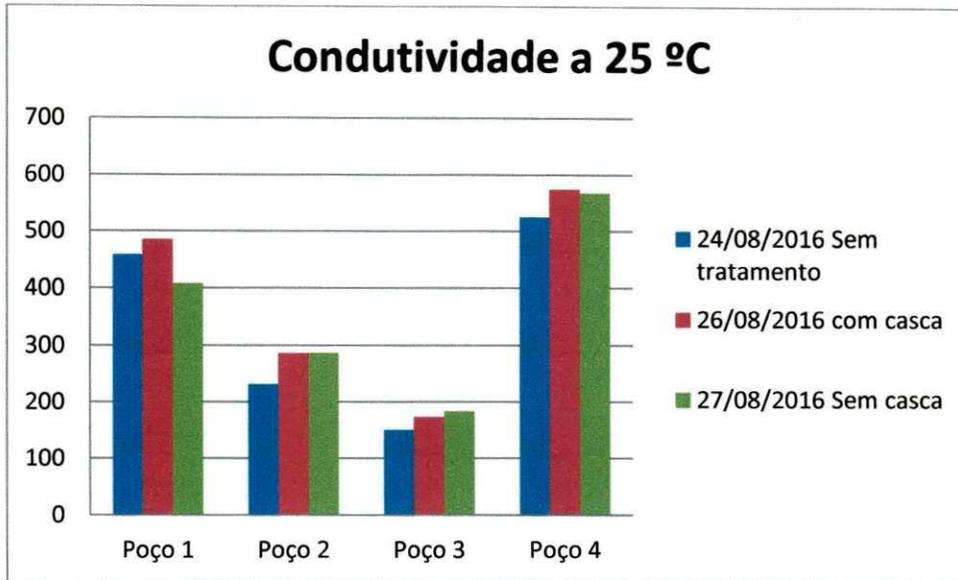
Tabela 4: Parâmetros de durezas das amostras

Pontos	Semente Com Casca			Semente Sem Casca		
	Média	Desvio Padrão	Coefficiente De Variação	Média	Desvio Padrão	Coefficiente De Variação
P 1	750,000	70,7106	9,43%	800,000	0	0,00%
P 2	500,000	141,4213	28,28%	450,000	70,7106	15,71%
P 3	1350,000	212,132	15,71%	1200,000	141,4213	66,67%
P 4	600,000	0	0,00%	300,000	141,4213	47,14%
P 5	550,000	70,7106	12,86%	900,000	0	0,00%

Fonte: Autoria Própria

A condutividade elétrica da água é medida através do condutivímetro, que pode estimar o teor de sais pela medida de condutividade da água. Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água tem a capacidade de formar eletrólitos que são capazes de conduzir as correntes elétricas; sua medida é dada em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Segundo Libâneo (2005), a resolução CONAMA nº 357/05, não estabelece limites para a condutividade elétrica, porém segundo águas naturais apresentam condutividade elétrica inferior a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$. Não houve mudanças significativas nas amostras só o ponto 1 tratado com semente sem casca que teve uma diminuição na condutividade. Oliveira e Colaboradores (2011), comprovaram em seu trabalho sobre remoção de turbidez em águas naturais com semente de Moringa oleifera, que o parâmetro condutividade elétrica sofreu um aumento de 5,6% devido principalmente à adição de espécies iônicas à solução pelo extrato.

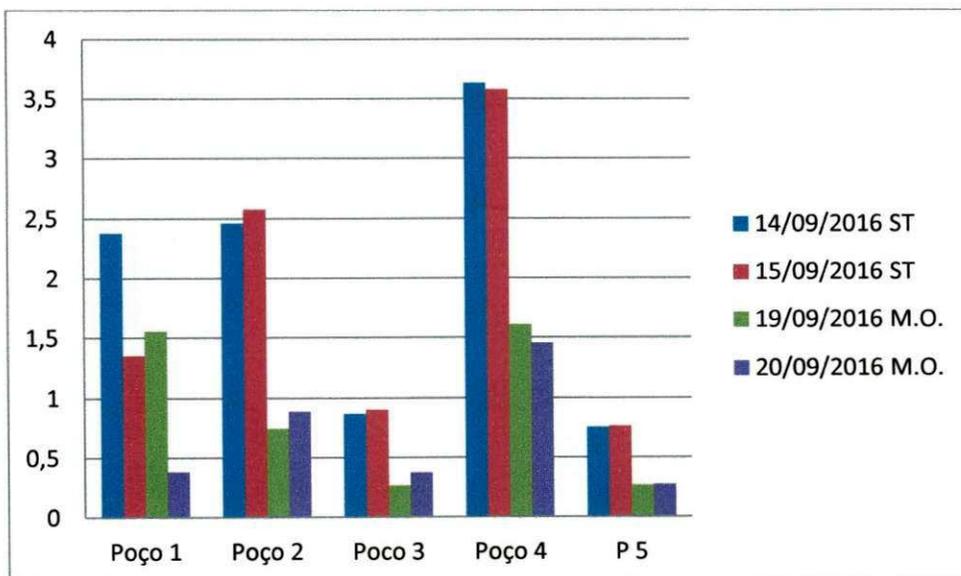
Gráfico 12: Parâmetros da condutividade das amostras de água em $\mu\text{S}/\text{cm}$



Fonte: Autoria Própria

Para a potabilidade da água, o valor de sólidos Dissolvidos Totais não deverá ser maior que 1000 mg/L, este é o valor permitido para que a água seja consumida, como vai ser possível observar no gráfico 13, podemos definir sólidos totais como todas as substâncias que permaneçam na cápsula após a total secagem de um determinado volume de amostra de água.

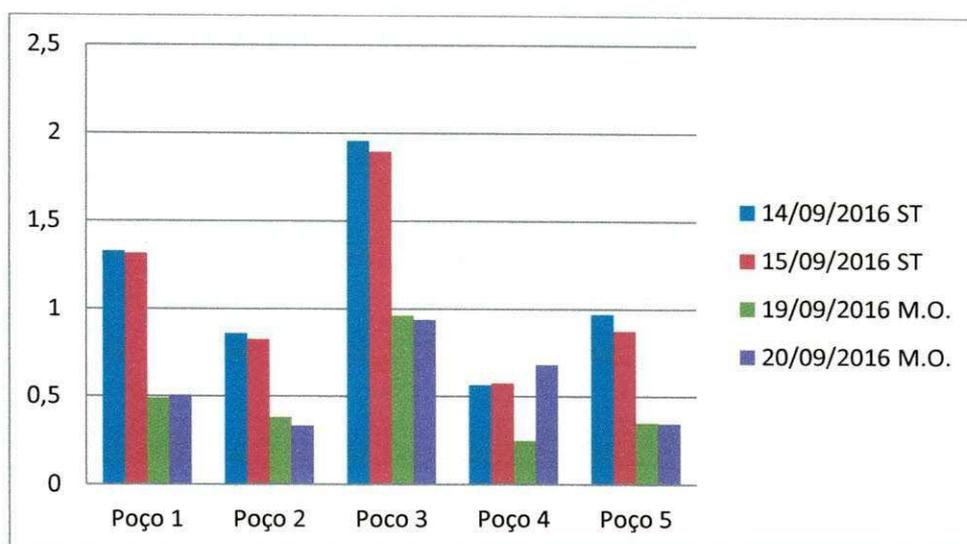
Gráfico 13: Parâmetros dos Sólidos Totais e Matéria Orgânica antes das amostras serem tratada



Fonte: Autoria Própria

Após fazer tratamento das amostras de água, foi possível observar que os resultados dos sólidos totais e dos materiais orgânicos, que está dentro da faixa permitida para potabilidade da água que é de para (Sólidos totais 3200 – 14400 (mg/L) e Sólidos totais voláteis 630 – 20000 (mg/L) e Sólidos totais fixos 2100 – 14500 (mg/L), apesar das amostras terem demonstrado elevados níveis de sólidos totais, estão dentro do padrão permitido.

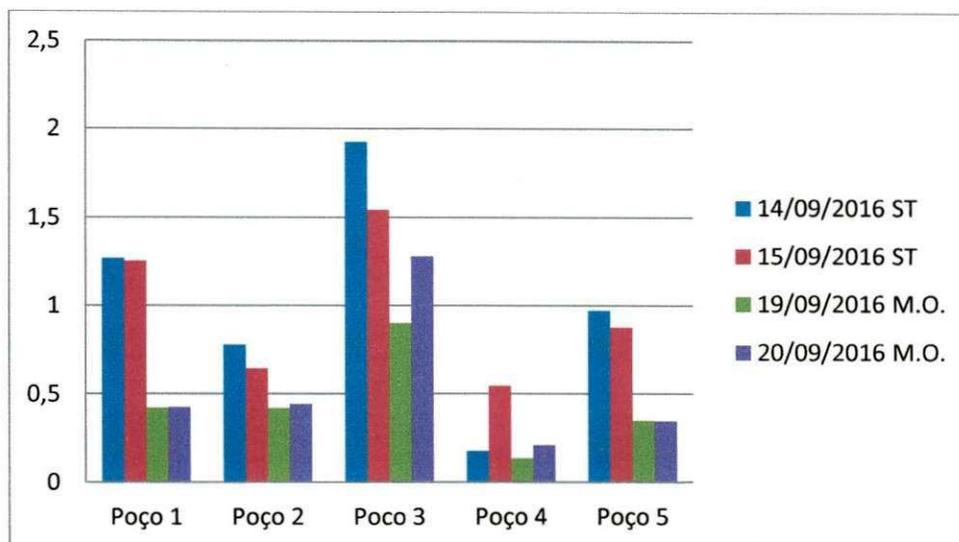
Gráfico 14: Amostra de água com semente com casca



Fonte: Autoria Própria

Houve uma variação no final do processo, pois algumas amostras tiveram melhor resultados que outras, havendo diferença entre a semente com casca e sem casca. Oliveira (2011) encontrou e pode ser explicado pelo tipo de tratamento utilizado com sementes, no qual ocorre aumento de material orgânico, elevando o volume de matéria orgânica já existente na água. Ao se analisar os três gráficos juntos podemos observar onde houve melhor resultado nas sementes com casca nos pontos 2 e 4, enquanto que nos outros pontos houve um aumento de materiais orgânicos, devido a semente. Já nas sementes sem casca os que obtiveram melhores resultados foram os pontos 1, 2 e 4, enquanto que os outros pontos tiveram um aumento de matéria orgânica, estes resultados são significativos, comprovando a eficiência da semente na remoção de sólidos totais; todas as amostras foram realizadas em duplicata para uma comparação melhor dos resultados.

Gráfico 15: Amostra de água com semente com casca



Fonte: Autoria Própria

Após pesquisar sobre a eficiência da semente de moringa na redução de coliformes fecais, foi possível observar que há divergência entre eles, pois algumas literaturas dizem que não é possível reduzir os coliformes, pelo contrário, como a água agora tem um excesso de material orgânico ajuda a proliferar o número de *E. Coli* relacionado com o aumento de nutrientes na água pela adição do extrato de *M. oleifera*, em contrapartida outros pesquisadores dizem que a semente consegue diminuir o número de *E. Coli* presentes na água. Para comprovar qual dessas afirmações está correta foi realizado teste com as amostra de água tratada com semente com casca e sem casca

Figura 24: Amostra para indicação de presença de Coliformes Totais



Fonte: Autoria Própria

Como o teste realizado era só para ausência ou presença de coliformes, onde a leitura teria que ser realizada a olho nu, observando a coloração das amostras (coloração amarela para positivos de coliformes totais) e com auxílio de uma lâmpada ultravioleta (coloração fluorescente para positivos de coliformes fecais) foi possível observar a presença de coliformes em um tom de amarelo mais escuro, quando os tubos foram expostos à luz ultravioleta se adquiriu uma coloração azul, dando positivo para presença de *E. Coli*.

Figura 25: Amostra para indicação de presença de *E. Coli*



Fonte: Autoria Própria

Os resultados tiveram uma variação entre as amostras como pode ser observado ao longo desta experiência, sendo assim, este trabalho abre portas para novas pesquisas sobre esta semente e sua utilização, fazendo comparação com os parâmetros descobertos.

6 CONCLUSÃO:

Os resultados obtidos durante a realização desta pesquisa vêm reafirmar os dados da literatura que tratam do uso da semente de moringa, que constitui uma alternativa com grande potencial para a diminuição dos parâmetros físico-químico como os cloretos a dureza. Apesar do sulfato de alumínio atua como um coagulante mais rápido, quando comparado com *Moringa Oleifera* a concentração mais indicada foi 0,2g ,que tem se mostrado eficaz na redução dos parâmetros após 24 horas, mostrando a variação do pH para este coagulante, o percentual de turbidez foi reduzido de forma comprovada, chegando a níveis de percentuais bastante significativos.

A semente da *Moringa Oleifera* tem apresentado resultados significativos com relação à remoção da turbidez das amostras de água analisadas, sendo considerado um processo promissor no tratamento de água com materiais de baixo custo, que pode ser utilizado por moradores daquele município, o valor de turbidez da amostra 5 antes do tratamento era de 20,6 NTU após tratado com a semente seu valor reduziu para 18,1 NTU. A dosagem suficiente para o processo de purificação foi de 0,2 g/ml de sementes de *Moringa*, tendo melhor resultado após 24 horas para que ocorra a coagulação, floculação, sedimentação e decantação, sendo que os valores obtidos estavam de acordo com os padrões de potabilidade, estabelecidos na Portaria 518/2004. Vale ressaltar que para fins potáveis, deve-se acrescentar as etapas de filtração/desinfecção. A legislação brasileira é bem específica quanto ao nível de dureza da que está entre 40mg/L e 170 mg/L de carbonato de cálcio (CaCO_3), porém o valor médio de 80 mg/L de CaCO_3 , não representando risco à saúde.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, R. B. R.; **CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO SEMENTES DA PLANTA MORINGA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenheiro Ambiental. pg.25-28. Foz do Iguaçu – PR 2009.
2. ARIEF, V. O.; TRILESTARI, K.; SUNARSO, J.; INDRASWATI, N.; ISMADJI, S. Recent Progress on Biosorption of Heavy Metals from Liquids Using Low Cost Biosorbents: Characterization, Biosorption Parameters and Mechanism Studies. *CLEAN – Soil, Air, Water*, v. 36, n. 12, p. 937-962, 2008.
3. BENEDET, A. V. **QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA SC**. 2008. 65 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em:>
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124432/142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>< . Acesso em: 23 de Agosto de 2016.
4. BEZERRA, N. R. DUTRA, P. M. Processo de Revisão do Padrão de Potabilidade de Água para Consumo Humano. **OPAS/OMS Brasil**. 2007. Disponível em: >
http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=1403:processo-revisao-padrao-potabilidade-agua-consumo-humano&Itemid=0< . Acesso em: 30 de julho de 2016.
5. BOTERO, W. G. Caracterização de Iodo Gerado em Estação de Tratamento de Água: Perspectiva de Aplicação Agrícola. **Quim. Nova**, Vol.32, Nº.8, Pg. 2018 – 2022, 2009.
6. BRANCO, Samuel M., AZEVEDO, Sandra M. F. O., TUNDISI, José Galizia. Água e Saúde Humana. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

7. BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em : < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. > Acesso em : 20 de Março de 2016.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 26 mar. 2004. Seção I, p. 266.
9. COELHO, J.S.; SANTOS, N.D.L.; NAPOLEÃO, T.H.; GOMES, F.S.; FERREIRA, R.S.; ZINGALI, R.B.; COELHO, L.C.B.B.; LEITE, S.P.; NAVARRO, D.M.A.F.; PAIVA, P.M.G. Effect of *Moringa oleifera* lectin on development and mortality of *Aedes aegyti* larvae. **Chemosphere**, v.77, p. 934-938, 2009.
10. CORAL,L.A.A.; BERGAMASCO,R.;BASSETTI,F.J. Estudo da viabilidade do Polímero Natural (TANFLOC) em substituição ao Sulfato de alumino no Tratamento de Água para consumo. In: WORKSOP INTERNACIONAL ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY. **WATER AND CLIMATE CHANGE**, 2009, São Paulo .Brazil . 2009.
11. COSTA, B. E. S. COELHO, L. M. Avaliação das sementes de Moringa oleifera como biosorvente aplicado a remoção de cádmio e cromo em sistemas aquíferos. Disponível em: < file:///C:/Users/dany/Downloads/TCC%20MORINGA/BRUNO_EL.PDF. < Acesso em: 27 de Março de 2016.

12. DI BERNARDO, L. **Algas e suas influencias na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamentos.** Rio de Janeiro: ABES, 1995.
13. DI BERNARDO, L.;PAZ,L.P.S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água.** São Carlos: LDIBe, p.868,2010.
14. ESNARRIAGA, E. S. INFLUÊNCIA DE SEMENTES TRITURADAS DE MORINGA OLEÍFERA NO TRATAMENTO DE EFLUENTE BRUTO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA. 2010.39f.Universidade Federal De Lavras-MG (UFLA-MG) Corumba.2010.
15. FOIDL, N. MAKKAR, H.P.S. BECKER, K. The Potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses in **Proceedings of the 1th Workshop What Development Potential for Moringa Products?**, 2001.
16. FRANCO, M. REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DA ÁGUA POR FILTRAÇÃO LENTA EM NÃO TECIDOS COM AUXILIO DE COAGULANTE EXTRAÍDO DE SEMENTES DE MORINGA OLEIFERA. Disponível em: >
file:///C:/Users/dany/Downloads/TCC%20MORINGA/FrancoMonalisa_D.pdf<
Acesso em : 13 de Julho de 2016.
17. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE – FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água.** 2. Ed. rev. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006.
18. GUEYRARD, D. B. J., IORI, R., PALMIERI, S., ROLLIN, P.; First synthesis of na oglycosylated glusosinolate isolated from *Moringa oleifera* Lam. Tetrahedron Letters, 41(43): 8307 – 8309, 2000.
19. HELVIOB. *Moringa oleifera*, El Maná Verde del Trópico, cultivo, comercialización. 2007. Disponível em: <http://helviobh.googlepages.com/morigaoleifera>. Acesso em: Jul. 2016.

20. JESUS, A. R. MARQUES, N. S. et al. **Dossiê técnico do cultivo da *Moringa oleifera***. SBRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. p. 2 – 6. 2015.
21. JORGE, F. C.; BRITO, P.; PEPINO, L.; PORTUGAL, A.; GIL, H.; COSTA, R. **P. Aplicações para as Cascas de Árvores e para os extractos Taninosos: Uma Revisão.** In: WOODTECH – Consultoria e Intermediações Tecnológicas para as Indústrias dos Coimbra: Silva Lusitana – EFN, Lisboa, Portugal, 2001. Vol. 9 . n° 2. p. 225 – 236. Disponível em: < <http://www.scielo.mec.pt/pdf/slu/v9n2/9n2a10.pdf> >. Acesso em: 25 de Agosto de 2016.
22. KALOGO, Y.; M'BASSIGUIÉ S. A.; VERSTRAETE, W. Enhancing the startup of a UASB reactor treating domestic wastewater by adding a water extract of *Moringa oleifera*. *Appl microbiol Biotechnol*, v. 55, p. 644-651, 2001.
23. LÉDO, P. G. S. Flotação por ar dissolvido na classificação de águas com baixa turbidez utilizando sulfato de alumínio e semente de *Moringa Oleifera* como coagulantes. Disponível em: > <file:///C:/Users/dany/Downloads/TCC%20MORINGA/PatriciaGSL.pdf>.< Acesso em: 15 de Julho de 2016.
24. LENZI, E.; FAVERO, L.O.B.; LUCHESE, E.B. (2009). “Fontes e Tratamento da Água” in *Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência*. Rio de Janeiro, LTC, p. 441-507.
25. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 1ª. Ed. Campinas: Átomo, 444p, 2005.
26. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3ª. Ed. São Paulo: Átomo, 444p, 2010.

27. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA MS 518/2004: **Padrão de Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2004.
28. NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleífera* seeds. **Water Research**, v.32, n.3, p.781-791, 1998.
29. NUNES, Natália Andrade; NAGEL, Gustavo Willy; SILVA, Betina Suziellen Gomes da; COSTA, Mayla Talitta Vieira; MILANI, Idel Cristiana Bigliardi. Avaliação da eficiência da utilização da semente da moringa oleífera no tratamento de água in **XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste** (anais). P. 1 -7, 2014.
30. OKUDA T., OKADA M., BAES A. U, NISHIJIMA W.; Coagulation mechanism of salt solution-extracted active component in *Moringa oleífera* Lam seeds . **Water Research**. V.35,p.830-834, 2001.
31. OLIVEIRA, Luana L. et al. Análise da taxa de remoção de turbidez em águas naturais utilizando-se extrato de sementes de *Moringa oleífera* Lam. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.1, n.1, p.204- 210, Julho, 2011.
32. PAIVA, L. C.; SOUZA,A.O. AVALIAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DO RIO RIACHÃO NO MUNICÍPIO DE CAATIBA – BA. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, nº.9, 2010.
33. PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H.F.; PEREIRA, C. M. Documentos 232. Manual de Procedimento de Amostragem e Análise Físico-químico da Água. Embrapa. Colombo/PR. 2011.

34. PIANTÁ, C. A. V. Emprego de Coagulantes Orgânicos Naturais como Alternativa do Uso do Sulfato de Alumínio no Tratamento de Água. 2008. 74f. Projeto de Pesquisa de Diplomação do Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre. 2008. [Orientadora: Carmem Maria Barros Castro].
35. PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. P.285.
36. PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA FLORESTA. **História de Nova Floresta**. Disponível em: > <http://novafloresta.pb.gov.br/>. < Acesso em: 23 de Agosto de 2016.
37. RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.
38. RICHTER, Carlos A; NETTO, José M. de A. **Tratamento de Água: Tecnologia atualizada**. Edgard Blücher .São Paulo, 1991.
39. SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. B. Característica físico-química da moringa (*Moringa oleífera* Lam.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, nº 1, p. 55-60, 2010.
40. SPERLING, Marcos Von. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª edição. Belo Horizonte: Editora DESA, 2005.
41. VASCONCELOS, M.C. **Moringa Oleífera Lam.: ASPECTOS MORFOMÉTRICOS, FISIOLÓGICOS E CULTIVO EM GRADIENTE DE ESPAÇO**. 2013. 65f. Tese (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão. 2013.

42. VERMA, A. R.; VIJAYAKUMAR, M.; MATHELA, C. S.; RAO, C. V. In vitro and in vivo antioxidant properties of different fractions of *Moringa oleifera* leaves. **Food an chemical toxicology**, v. 47, n° 9, pg. 2196 – 2201, 2009.