

ASSOCIAÇÃO CARUARUENSE DE ENSINO SUPERIOR E TÉCNICO -  
FACULDADE ASCES

BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**TRATAMENTO DE ÁGUA DE UM AÇUDE NA CIDADE DE SURUBIM-  
PE COM SEMENTES DE *Moringa oleifera***

HERON DOS SANTOS BARBOSA

CARUARU/PE

2016

HERON DOS SANTOS BARBOSA

**TRATAMENTO DE ÁGUA DE UM AÇUDE NA CIDADE DE SURUBIM-  
PE COM SEMENTES DE *Moringa oleifera***

Projeto final de curso (PFC) apresentado a Banca da Faculdade ASCES, como requisito parcial para desenvolvimento da pesquisa e conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dsc. Henrique John Pereira Neves

CARUARU/PE

2016

## BANCA EXAMINADORA

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Orientador: Prof. Dsc. Henrique John Pereira Neves

---

Primeiro Avaliador: Prof.<sup>a</sup> Msc. Mariana Martins Ferreira Cardoso

---

Segundo Avaliador: Prof.<sup>a</sup> Dsc. Luiza Ferreira Cordeiro de Souza

*Com carinho,*

*Ao meu primo Ernandes Galdino Santos  
filho, que foi embora antes da hora e deixou  
seus sonhos para trás.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela força que me deu nos momentos difíceis, pela vida e pela oportunidade de tentar fazer do mundo um lugar melhor.

A minha mãe, Edjane Ribeiro dos Santos por me fazer acreditar em mim mesmo, dar choques de realidade para que eu pisasse no chão e visse minhas opções e oportunidades com mais clareza, pelo exemplo de força e dedicação que demonstra no seu esforço diário.

Aos meus irmãos, tanto os de sangue quanto os que a vida me deu, Geovane Guedes Barbosa Junior, Helton dos Santos Barbosa, Fabiano Santos de Brito, Franklin Santos de Brito, Eduardo Queiroz, Rafael Guerra, Igor Marques, Ricardo Tenório, por me mostrarem que a vida não é tão difícil como parece e por aproveitar a mesma comigo.

À minha namorada Sabryna Gonçalves que é testemunha do meu esforço, estando sempre ao meu lado, me ajudando a caminhar e caminhando junto comigo, acreditando em mim e me motivando cada dia mais.

Aos meus amigos adquiridos ao longo do curso, pela luta diária, onde todos se ajudavam, pensando como um grupo, em especial, Gabriela Duarte, Caroline Cavalcanti, Leticia Cavalcante, Henrique Dias.

À galera do bonde da 50, que foi fundamental no auxílio para manter minha sanidade durante o curso, pelos momentos de descontração nos intervalos.

Ao meu amigo Ricardo Tenório por sonharmos os mesmos sonhos, pelo enchimento de saco diário, ficar olhando enquanto eu filtrava minhas amostras e pelas experiências compartilhadas.

Ao meu amigo José Felix (vulgo Barraca) pela ajuda prestada nas coletas de água.

Aos colegas do ônibus Jatur, que tornaram as viagens menos longas e mais descontraídas, pelas amizades construídas durante esses cinco anos de viagem, Ana Carolina, Thaís Santana, João Marcos, Igor José, Valdemir Junior, José Hélio,

Tasso Arruda, Paulo Campos, Gabryela Geronimo, Gabriel Geronimo, Daniele Oliveira.

Aos professores Hélder Parente (in memorian), Luiz Gonzaga, Luiz Pimentel, Cláudio Emanuel, Mariana Cardoso, Deivid Figueiroa, e à todos os professores que acompanharam minha jornada acadêmica agradeço por compartilharem todos os ensinamentos e experiências que contribuíram significativamente para minha formação acadêmica.

Ao meu orientador Henrique John, por nos passar todo seu conhecimento com humildade e simplicidade, lutar por nossas causas, nortear nosso futuro, mostrar que somos mais do que imaginamos, e pelo tempo dedicado.

“Se você tem um sonho, tem que protegê-lo,  
Quando as pessoas não conseguem fazer alguma  
coisa, elas dizem que você também não vai  
conseguir.”

(A procura da felicidade)

## LISTA DE TABELA

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Análises da Amostra Bruta.....                            | 23 |
| Tabela 2: Amostras Tratadas Com Sulfato de Alumínio e Barrilha..... | 24 |
| Tabela 3: Amostras Tratadas com Moringa.....                        | 24 |
| Tabela 4: Amostra bruta 2.....                                      | 25 |
| Tabela 5: Amostra tratada no equipamento.....                       | 25 |
| Tabela 6: Classificação das amostras.....                           | 27 |
| Tabela 7: Classificação das amostras.....                           | 27 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Imagem 1: Equipamento montado.....           | 19 |
| Imagem 2: Esquema de montagem do filtro..... | 20 |



## RESUMO

O Brasil é o maior detentor de água continental do mundo. Porém, nas últimas décadas, esse recurso tem sido fonte de preocupação, pois a água potável disponível é má distribuída e vem cada dia sendo mais poluída por resíduos de atividades humanas. Em áreas menos favorecidas a população recorre à reservatórios superficiais, como lagos e rios, porém essas águas possuem alta turbidez e são impróprias para o consumo humano sem que haja um tratamento prévio adequado. Tendo em vista a dificuldade de tratar a água por métodos convencionais o presente trabalho tem como objetivo estudar uma forma alternativa e sustentável de tratá-la para que seja consumida com segurança e livre de fatores que propiciam riscos à saúde humana. O tratamento proposto foi à utilização de sementes de Moringa oleífera como agente coagulante e floculante. O experimento foi realizado nos laboratórios da faculdade associação caruaruense do ensino superior e técnico - ascés, onde foram tratadas amostras da água com sulfato de alumínio e barrilha; e com a semente da moringa. Foram realizadas as análises de turbidez, condutividade, pH e absorvância, oxigênio, nitrato, nitrito, fosfato, amônia dissolvida; coliformes totais e termotolerantes da amostra bruta, sendo comparada a amostra tratada com o sulfato e barrilha com a amostra tratada com moringa, obtendo como resultados, as vantagens e desvantagens de cada tratamento. Após o tratamento percebeu-se que houve melhoria na qualidade da água e que a mesma poderia ser reutilizada após o tratamento.

**Palavras-chave:** tratamento, água, potável, sustentabilidade.

## ABSTRACT

Brazil is the largest mainland water holder of the world. But in recent decades, this feature has been a source of concern because the available drinking water is badly distributed and comes every day and more polluted by waste from human activities. In less favored areas the population uses will surface reservoirs, like lakes and rivers, but these waters have high turbidity and are unfit for human consumption without adequate pre-treatment. Given the difficulty of treating water by conventional methods this paper aims to study an alternative and sustainable way of treating it to be consumed safely and free factors that favor risk to human health. The proposed treatment was the use of *Moringa oleífera* seeds as coagulant and flocculant. The experiment was conducted in the laboratories of the Faculty association of higher education and technical caruaruense - asces where water samples were treated with aluminum sulfate and soda ash; and with the seed of moringa. analyzes were conducted turbidity, conductivity, pH and absorbance, oxygen, nitrate, nitrite, phosphate, dissolved ammonia; total and fecal coliforms gross sample, and compared the sample treated with sulphate and soda with the sample treated with moringa, obtaining as a result, the advantages and disadvantages of each treatment. After treatment it was noticed that there was an improvement in water quality and that it could be reused after treatment.

**Keywords** : treatment, water, sustainability, clean.

## Sumário

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | INTRODUÇÃO .....  | 13 |
| 2.     | OBJETIVOS .....   | 15 |
| 2.1.   | Objetivo geral.....   | 15 |
| 2.2.   | Objetivos específicos .....   | 15 |
| 3.     | REVISÃO DA LITERATURA.....  | 16 |
| 3.1.   | Águas.....  | 16 |
| 3.2.   | Águas Superficiais.....   | 16 |
| 3.3.   | Tratamento de Água .....  | 17 |
| 3.4.   | Moringa.....  | 17 |
| 3.5.   | Coagulação e Floculação .....   | 18 |
| 4.     | MATERIAIS E MÉTODO .....  | 20 |
| 4.1.   | Local e Período de Estudo.....  | 20 |
| 4.2.   | Tipo de Estudo.....   | 20 |
| 4.3.   | Montagem do Equipamento para Tratamento da Água.....                                  | 20 |
| 4.4.   | Montagem do filtro de areia .....   | 21 |
|        | Fonte: Acervo do autor.....   | 21 |
| 4.5.   | Análise e Otimização do Processo de Coagulação e Floculação com Jar - Test.....       | 21 |
| 4.6.   | Análise Físico-Química da Água e Microbiológica .....                                 | 22 |
| 4.6.1. | Métodos utilizados para realização das análises .....                                 | 22 |
| 4.6.2. | Tratamento da Água Utilizando o Equipamento Construído e a <i>Moringa oleífera</i> 23 |    |
| 5.     | RESULTADOS E DISCUSSÕES .....   | 24 |
| 5.1.   | Tratamento com sulfato de alumínio e barrilha .....                                   | 26 |
| 5.2.   | Tratamento utilizando sementes de moringa.....  | 26 |
| 5.3.   | Comparação dos dois tratamentos .....   | 27 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>5.4. Comparação dos resultados com a potabilidade definida na portaria 2914 do Ministério da Saúde .....</b> | <b>27</b> |
| <b>5.5. Classificação das águas de acordo com a Conama 357 de 2005.....</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>30</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Associar a sustentabilidade ambiental com o crescimento econômico tem sido foco no debate de governantes e especialistas na área, tanto no contexto nacional como no internacional, onde se tem visto a complexidade que envolve a administração dos recursos hídricos, tentando-se garantir o direito universal de acesso à água potável (CARLI, 2014).

As populações que moram nas grandes e médias cidades brasileiras recebem águas de qualidade razoável, pois estas são tratadas por processos convencionais, de alto custo, para atenderem aos padrões brasileiros de potabilidade (BORBA, 2001).

Durante séculos, a humanidade tratou o meio ambiente de forma desleixada como se este fosse uma fonte inesgotável de recursos naturais, como se a única função do mesmo fosse abastecer a humanidade até seu esgotamento. Foi somente nos últimos trinta anos, que ganhou força a ideia de que o uso indiscriminado dos recursos hídricos poderia levar a destruição da vida no planeta, a partir disso os oceanos e rios passaram a ser objetos de preocupação e cuidados por parte de todos (BERNARDES, 2009).

A água a ser tratada é a do açude localizado no Parque J. Galdino, pois a população costuma utilizar em atividades domésticas, como: cozinhar, lavar pratos e tomar banho, porém sua qualidade é imprópria para tais usos.

Tendo em vista a preocupação com a contaminação da água tem sido estudada a possibilidade de trata-la utilizando sementes de *Moringa oleífera*.

O tratamento convencional passa por quatro etapas, preliminar, primária, secundária e terciária, parte do tratamento físico sendo esse de gradeamento e separação de sólidos maiores chegando ao tratamento químico, por adição de cloro, ozônio e raios ultravioletas (BRASIL, 2009).

A *Moringa oleífera* pertence à família *Moringaceae*, composta de apenas um gênero (*Moringa*) e quatorze espécies conhecidas, nativa do norte da Índia, ela cresce em vários países dos trópicos; seu fruto é uma espécie de vagem com três faces (diferentes de uma vagem normal, que tem duas faces), e grande número de

sementes, ela possui até 10 metros; suas folhas são longo-pecioladas, bipinadas, folíodos obovais, cujo comprimento é de até 3 cm (ALVES, 2012).

O uso da semente de moringa se torna uma solução viável para o tratamento das águas a serem consumidas, pois não é tóxica aos seres humanos, é um material facilmente adquirido e é uma opção de manejo fácil, podendo ser praticado pelos próprios moradores que utilizam tais mananciais (RIBEIRO, 2010).

Esse trabalho tem por objetivo, tratar água de um açude localizado no município de Surubim-PE pelo processo de floculação, coagulação usando sementes de *Moringa oleífera*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

Tratar água de um açude localizado no município de Surubim-PE pelo processo de floculação, coagulação e filtração usando sementes de *Moringa oleífera*.

### 2.2. Objetivos específicos

- Construir uma estação de tratamento de baixo custo;
- Analisar e otimizar o processo de floculação e coagulação com *Moringa oleífera* na estação de tratamento montada;
- Tratar a água do açude com semente de *Moringa oleífera*;
- Analisar e avaliar os parâmetros físico-químicos (pH, condutimetria, colorimetria e turbidez) antes e depois do tratamento;
- Analisar e avaliar os parâmetros microbiológicos (coliformes totais e coliformes termotolerantes) antes e depois do tratamento;

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1. Águas**

Em alguns países em desenvolvimento a água dos rios utilizada, em geral, para consumo humano e uso doméstico pode, em geral, ser altamente turbida, sobretudo na estação chuvosa, contendo material sólido em suspensão, bactérias e outros microrganismos, isso pode acarretar na morte de milhões de crianças nesses países, vítimas de infecções causadas por água contaminada; é necessário, então, que se remova a maior quantidade possível desses materiais antes de usá-la para consumo; normalmente (PATERNIANI et al., 2009).

#### **3.2. Águas Superficiais**

O Brasil é o maior detentor de água continental do mundo. Porém, nas últimas décadas, esse recurso tem sido fonte de preocupação. A maioria das atividades antrópicas geram alterações na qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos em função das alterações nos elementos físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos (NAVA et al., 2012).

A produção total de águas doces no país representa 53% do continente sul-americano e é considerado o maior reservatório de água doce do mundo, com 13,8% da disponibilidade hídrica; No entanto, 70% desse volume está localizado na Amazônia, exercendo uma função ecológica importantíssima, compondo o ecossistema da floresta amazônica, mas como a densidade demográfica é baixa, essa água é pouco utilizada pelo homem (MAIER, 2007).

Em outras regiões, ocorre o inverso, devido à alta concentração populacional, que consome maiores quantidades de água. De acordo com dados disponíveis, a agricultura intensiva responde pelo maior consumo, cerca de 70%, seguido da indústria com 15% e abastecimento doméstico com o restante (MAIER, 2007).



### 3.3. Tratamento de Água

Até o final do século XVII não se sabia ao certo como determinadas doenças eram contraídas. A ideia inicial era de que as mesmas vinham do ar, já que o volume de ar respirado por dia é, sabidamente, muito superior ao volume de água ingerido. Porém, com a descoberta de que doenças letais da época, como a cólera e a febre tifóide eram transmitidas pela água, técnicas de filtração e a cloração foram amplamente estudadas e começaram a ser empregadas no seu tratamento (RODRIGUES et al.,2012).

O tratamento de água consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano. As águas de superfície são as que mais necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades físicas e bacteriológicas impróprias (FUNASA, 2014).

O tratamento se divide em etapas; a primeira é a coagulação e floculação, onde tem por objetivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão, em partículas que possam ser removidas pela decantação (sedimentação) e filtração; decantação, o processo no qual o material floculado sedimenta no tanque e é separado da água; filtração consiste em fazer a água passar por filtros capazes de reter e remover algumas de suas impurezas, acarretando a remoção de materiais em suspensão e redução de bactérias presentes; desinfecção consiste na inativação dos micro-organismos patogênicos, realizada por intermédio dos agentes físico e ou químico, agregado à remoção de partículas coloidais utilizando as operações unitárias necessárias para cada tipo de água (FUNASA, 2014).

### 3.4. Moringa

A *Moringa Oleifera* é uma planta tropical, cujas sementes apresentam características coagulantes. Para que seja obtida maior eficiência nessa coagulação, é recomendável a utilização de sementes recém-colhidas, uma vez que as propriedades coagulantes podem ter seu efeito diminuído com o tempo (PEREIRA et al., 2013).

A *Moringa oleifera* tem sido estudada para a melhoria da qualidade da água para consumo humano. Entretanto, pouco se sabe sobre seu potencial no tratamento de efluentes domésticos. A busca por soluções simples, de baixo custo e mais compatíveis ambientalmente no tratamento de águas residuais se faz necessária (PEREIRA et al., 2013).

A utilização de coagulantes naturais, produzidos no local e de baixo custo financeiro, pode proporcionar diminuição dos problemas causados por consumo de água de baixa qualidade e despejo de águas residuais sem tratamento, em corpos hídricos receptores. Além disso, os coagulantes naturais têm mostrado vantagens em relação aos químicos, especificamente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais (MONACO et al., 2010).

### **3.5. Coagulação e Floculação**

Coagulantes químicos, tais como o sulfato de alumínio às vezes não está disponível a um preço razoável para as populações dos países em desenvolvimento, mas uma alternativa é o uso de coagulantes naturais, em geral de origem vegetal, para promover a coagulação de partículas suspensas na água (PINTO; HERMES, 2006).

Uma das alternativas que surge neste contexto é a utilização de coagulantes naturais que apresentam vantagens em relação aos coagulantes químicos por serem biodegradáveis e não tóxicos, e produzirem lodo em menor quantidade e com menores teores de metais. Um exemplo são as sementes da *Moringa oleifera*, que contém agentes ativos com propriedade coagulante (NISHI et al., 2011).

O conhecimento existente até o presente indica que o agente ativo na coagulação é uma proteína catiônica dimérica com peso molecular entre 12 – 14 kDa (quilodaltons) e um ponto isoelétrico (pI) entre 10 e 11. A solução da semente de *Moringa oleifera* tem se mostrado efetivo como agente coagulante e na remoção de patógenos de águas brutas. Além disso, tem se observado que a remoção da turbidez é dependente da turbidez inicial, sendo mais eficiente para águas de alta turbidez (AQUINO & SANTOS, 2007).

Vantagens da utilização de moringa como agente coagulante e floculante.

- Ao contrario da floculação normal, utilizando materiais químicos, a moringa é natural e não deixa resíduos prejudiciais na água;
- Baixo custo de manuseio e de matéria prima;
- Trata a água nos aspectos físicos e químicos;
- Não gera material prejudicial ao meio ambiente;
- Não requer ajustes de pH e alcalinidade;
- Não causa problemas de corrosão;
- Produz baixo volume de lodo;
- O lodo produzido é biodegradável;
- Não afeta o pH da água;

A principal desvantagem do uso da *Moringa Oleífera* na purificação da água é que a matéria orgânica originária das sementes é lançada na água durante o tratamento, podendo causar problemas de cor, sabor e odor (AQUINO & SANTOS, 2007).

## 4. MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1. Local e Período de Estudo

Coleta da água a ser tratada no açude localizado Parque J. Galdino, na cidade de Surubim-PE, o tratamento da água ocorreu no mesmo local.

As análises da água ocorreram nos laboratórios de química e física da ASSOCIAÇÃO CARUARUENSE DE ENSINO SUPERIOR E TÉCNICO – ASCES, no período entre fevereiro e junho de 2016.

### 4.2. Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo transversal obtendo-se dados em um período de tempo, experimental por serem realizadas atividades em laboratório para obtenção de dados e quantitativa tendo em vista que os dados a serem obtidos serão quantificados para posterior análise (GIL, 2008).

### 4.3. Montagem do Equipamento para Tratamento da Água

Imagem 1: Equipamento montado



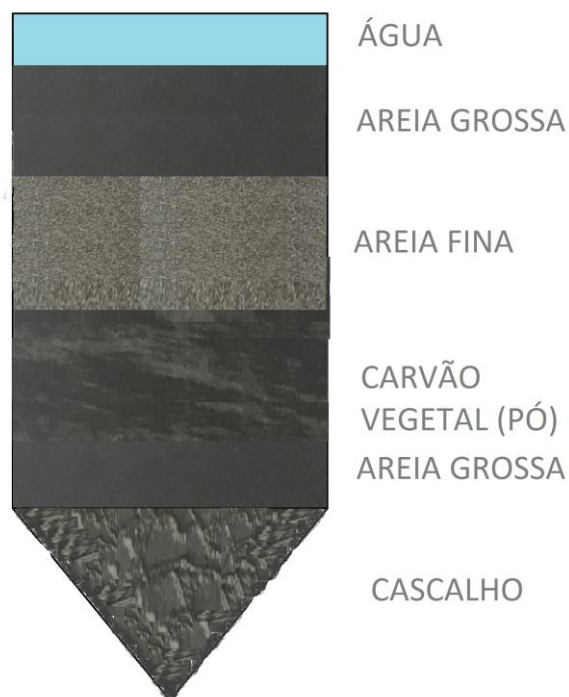
Fonte: Acervo do autor.

O equipamento utilizado foi uma máquina de lavar roupa do tipo (tanquinho), e um filtro de areia com tubulação completa para fazer as conexões com a máquina.

A água é colocada no agitador (tanquinho) onde será agitada pelo tempo predeterminado, após a agitação o material dissolvido é coagulado, sedimentado e filtrado no filtro de areia.

#### 4.4. Montagem do filtro de areia

Imagem 2: Esquema de montagem do filtro



Fonte: Acervo do autor.

#### 4.5. Análise e Otimização do Processo de Coagulação e Floculação com Jar -Test

- **Utilizando sulfato de alumínio e barrilha**

A água do açude foi colocada para agitar a 90 rpm durante 90 segundos, após 30 segundos de agitação foram adicionadas 5g de sulfato de alumínio e 5g de barrilha, após o término da agitação, a solução ficou em repouso durante 10 minutos e foi filtrada em um filtro de papel, e em seguida foram feitas as análises.

Esse processo foi feito utilizando três amostras da água do açude: 250 ml, 500 ml e 1L para analisar a situação de melhor coagulação com base na mudança de concentração do agente coagulante.

- **Utilizando a moringa**

A água do açude foi colocada para agitar a 90 rpm durante 90 segundos, após 30 segundos de agitação foram adicionadas 5g da semente de *Moringa oleifera* triturada, após o término da agitação, a solução ficou em repouso durante 10 minutos e foi filtrada em um filtro de papel, e em seguida foram feitas as análises.

Esse processo foi feito utilizando três amostras da água do açude: 250 ml, 500 ml e 1L para que fosse analisada a situação de melhor coagulação com base na mudança de concentração do agente coagulante.

#### **4.6. Análise Físico-Química da Água e Microbiológica**

Foram feitas as análises da água: turbidez, absorvância, pH, condutimetria, oxigênio dissolvido, nitrato dissolvido, nitrito dissolvido, fosfato dissolvido, amônia dissolvida, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

##### **4.6.1. Métodos utilizados para realização das análises**

- Absorvância: foi obtida por espectrofotometria, utilizando o modelo SP-22 da marca; biospectro.
- Turbidez: foi obtida utilizando o turbidímetro, modelo DLM – 2000 B da marca; DEL LAB.
- pH: utilizando o pHmetro da marca; quimis.
- Condutividade: utilizando o condutímetro CD-4301 da marca; Lutron.

#### **4.6.2. Tratamento da Água Utilizando o Equipamento Construído e a *Moringa oleífera***

Foram inseridos 20 litros da água na máquina de lavar, a colocou para agitar durante 90 segundos e após 30 segundos de rotação foram adicionados 20 gramas de sulfato de alumínio e 20 gramas de barrilha, o efluente descansou por 20 minutos onde todo material sólido floculou e decantou e finalmente foi filtrado no filtro de areia

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram feitas análises de turbidez, para obter os níveis de sólidos em suspensão; absorvância para medir a transparência; análise de pH para se obter o valor da acidez ou alcalinidade; condutividade para descobrir uma média de íons dissolvidos; nitrato, nitrito, oxigênio e amônia dissolvidos; coliformes totais e termotolerantes, para comparar com os padrões definidos na resolução 274 e 357 do Conama e na portaria 2914 do ministério da saúde, e saber a classificação de cada amostra e suas possíveis aplicações.

Segue abaixo os resultados das análises:

**Tabela 1: Análises da Amostra Bruta**

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>TURBIDEZ (NTU)</b>               | 48,6            |
| <b>ABSORBANCIA</b>                  | 0,176           |
| <b>pH</b>                           | 9               |
| <b>CONDUTIVIDADE (mili siemens)</b> | 1,031           |
| <b>O<sup>2</sup> DISSOLVIDO</b>     | 9 mg/l          |
| <b>NITRATO DISSOLVIDO</b>           | 0,10 mg/l       |
| <b>NITRITO DISSOLVIDO</b>           | 0,01 mg/l       |
| <b>FOSFATO DISSOLVIDO</b>           | 0,0mg/l         |
| <b>AMÔNIA DISSOLVIDA</b>            | 0,10 mg/l       |
| <b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>   | 19200 UFC/100ml |
| <b>COLIFORMES TOTAIS</b>            | 720 UFC/100ml   |

**Tabela 2: Amostras Tratadas Com Sulfato de Alumínio e Barrilha**

| <b>TESTE</b>                        | <b>250 ml</b> | <b>500 ml</b> | <b>1 L</b>   | <b>AMOSTRA BRUTA</b> |
|-------------------------------------|---------------|---------------|--------------|----------------------|
| <b>TURBIDEZ (NTU)</b>               | 4,63          | 4,23          | 4,3          | 48,6                 |
| <b>ABSORBANCIA</b>                  | 0,01          | 0,011         | 0,012        | 0,176                |
| <b>Ph</b>                           | 8,5           | 8,5           | 7,5          | 9                    |
| <b>CONDUTIVIDADE (mili siemens)</b> | 1,3           | 1             | 0,75         | 1,031                |
| <b>O<sup>2</sup> DISSOLVIDO</b>     | 9 mg/l        | 9 mg/l        | 9 mg/l       | 9 mg/l               |
| <b>NITRATO DISSOLVIDO</b>           | 0,10 mg/l     | 0,10 mg/l     | 0,10 mg/l    | 0,10 mg/l            |
| <b>NITRITO DISSOLVIDO</b>           | 0,01 mg/l     | 0,01 mg/l     | 0,01 mg/l    | 0,01 mg/l            |
| <b>FOSFATO DISSOLVIDO</b>           | 0,0mg/l       | 0,0mg/l       | 0,0mg/l      | 0,0mg/l              |
| <b>AMÔNIA DISSOLVIDA</b>            | 0,0 mg/l      | 0,0 mg/l      | 0,0 mg/l     | 0,10 mg/l            |
| <b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>   | <1 UFC/100ml  | <1 UFC/100ml  | <1 UFC/100ml | 19200 UFC/100ml      |
| <b>COLIFORMES TOTAIS</b>            | <1 UFC/100ml  | <1 UFC/100ml  | <1 UFC/100ml | 720 UFC/100ml        |



Tabela 3: Amostras Tratadas com Moringa

| TESTE                        | 250 ml         | 500 ml       | 1L             | AMOSTRA BRUTA   |
|------------------------------|----------------|--------------|----------------|-----------------|
| TURBIDEZ (NTU)               | 27,4           | 15,6         | 10,71          | 48,6            |
| ABSORBANCIA                  | 0,01           | 0,012        | 0,012          | 0,176           |
| Ph                           | 7              | 7            | 5              | 9               |
| CONDUTIVIDADE (mili siemens) | 0,992          | 0,672        | 0,995          | 1,031           |
| O <sup>2</sup> DISSOLVIDO    | 8 mg/l         | 7 mg/l       | 7 mg/l         | 9 mg/l          |
| NITRATO DISSOLVIDO           | 0,10 mg/l      | 0,10 mg/l    | 0,10 mg/l      | 0,10 mg/l       |
| NITRITO DISSOLVIDO           | 0,01 mg/l      | 0,01 mg/l    | 0,01 mg/l      | 0,01 mg/l       |
| FOSFATO DISSOLVIDO           | 0,0mg/l        | 0,0mg/l      | 1,0 mg/l       | 0,0mg/l         |
| AMÔNIA DISSOLVIDA            | 0,0 mg/l       | 0,0 mg/l     | 0,0 mg/l       | 0,10 mg/l       |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES   | 1200 UFC/100ml | <1 UFC/100ml | 1360 UFC/100ml | 19200 UFC/100ml |
| COLIFORMES TOTAIS            | <1 UFC/100ml   | <1 UFC/100ml | 640 UFC/100ml  | 720 UFC/100ml   |

Foram feitas duas coletas de água no açude, uma em março e outra em maio, a primeira para fazer as análises em laboratório, a segunda para utilizar no sistema montado, e como houve chuvas durante esse intervalo é necessário fazer as análises da amostra bruta novamente, gerando a tabela a seguir.

Tabela 4: Amostra bruta 2

|                              | AMOSTRA BRUTA   |                 |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| TURBIDEZ (NTU)               | 121,7           | 48,6            |
| ABSORBANCIA                  | 0,53            | 0,176           |
| pH                           | 9               | 9               |
| CONDUTIVIDADE (mili siemens) | 1,031           | 1,031           |
| O <sup>2</sup> DISSOLVIDO    | 9 mg/l          | 9 mg/l          |
| NITRATO DISSOLVIDO           | 0,30 mg/l       | 0,10 mg/l       |
| NITRITO DISSOLVIDO           | 0,04 mg/l       | 0,01 mg/l       |
| FOSFATO DISSOLVIDO           | 0,0mg/l         | 0,0mg/l         |
| AMÔNIA DISSOLVIDA            | 0,30 mg/l       | 0,10 mg/l       |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES   | 52400 UFC/100ml | 19200 UFC/100ml |
| COLIFORMES TOTAIS            | 2020 UFC/100ml  | 720 UFC/100ml   |

**Tabela 5: Amostra tratada no equipamento montado utilizando sulfato de alumínio e barrilha**

| <b>TESTE</b>                        | <b>20 L</b>    | <b>AMOSTRA BRUTA 2</b> |
|-------------------------------------|----------------|------------------------|
| <b>TURBIDEZ (NTU)</b>               | 16,78          | 121,7                  |
| <b>ABSORBANCIA</b>                  | 0,55           | 0,58                   |
| <b>pH</b>                           | 8,8            | 9                      |
| <b>CONDUTIVIDADE (mili siemens)</b> | 1,085          | 1,031                  |
| <b>O<sup>2</sup> DISSOLVIDO</b>     | 9 mg/l         | 9 mg/l                 |
| <b>NITRATO DISSOLVIDO</b>           | 2,5 mg/l       | 0,30 mg/l              |
| <b>NITRITO DISSOLVIDO</b>           | 0,20 mg/l      | 0,04 mg/l              |
| <b>FOSFATO DISSOLVIDO</b>           | 0,0mg/l        | 0,0mg/l                |
| <b>AMÔNIA DISSOLVIDA</b>            | 0,0 mg/l       | 0,30 mg/l              |
| <b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>   | 240 UFC/100ml  | 52400 UFC/100ml        |
| <b>COLIFORMES TOTAIS</b>            | 1680 UFC/100ml | 2020 UFC/100ml         |

Os resultados foram satisfatórios, pois quando comparados com a água no estado bruto, é perceptível a diferença de cor e odor, e os valores encontrados nos testes provam a melhoria na qualidade da água.

### **5.1. Tratamento com sulfato de alumínio e barrilha**

Ambos os tratamentos trouxeram resultados positivos: diminuição da turbidez, pH, coliformes termotolerantes e coliformes totais; em relação aos valores das amostras brutas.

Comparando-o com a amostra bruta, percebe-se drástica diminuição na turbidez, diminuindo mais de dez vezes em relação à amostra bruta, diminuição na absorvância, leve diminuição do pH e com relação a condutividade a adição de sulfato e barrilha na água podem interferir fazendo com que os resultados variem de acordo com a concentração dos mesmos.

### **5.2. Tratamento utilizando sementes de moringa**

Comparando os resultados com a amostra bruta, percebe-se a diminuição da turbidez, absorvância, pH e condutividade.

### 5.3. Comparação dos dois tratamentos

Os dois tratamentos se mostraram eficazes, porém, o uso da moringa demonstrou mais eficiência na diminuição do pH da água e da condutividade, já o sulfato e a barrilha mostraram melhores resultados de turbidez.

Para melhorar a eficácia do tratamento com a moringa se faz necessária um maior período de repouso da água para que se faça a floculação, aglomeração, e sedimentação do material dissolvido, fazendo com que a filtração seja mais eficaz e diminua sua turbidez.

Já no tratamento com sulfato e barrilha a dificuldade é maior, pois necessita uma correção de pH e condutividade.

### 5.4. Comparação dos resultados com a potabilidade definida na portaria 2914 do Ministério da Saúde

O tratamento foi eficaz, porém, de acordo com a portaria 2914 do ministério da saúde, a água não é considerável potável e própria para a ingestão humana, sem que antes seja feito melhorias no sistema, obtendo assim mais eficiência.

### 5.5. Classificação das águas de acordo com a Conama 357 de 2005

De acordo com a portaria 357 do Conama, as amostras tratadas se enquadram na classe 1 e 2 das águas salobras, com base nos valores de condutividade.

**Tabela 6: Classificação das amostras**

| <b>ÁGUA SALOBRA DE CLASSE 1</b>    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| <b>Ph</b>                          | 6,5 a 8,5           |
| <b>O<sup>2</sup> DISSOLVIDO</b>    | mais que 5mg/L      |
| <b>ÓLEOS E GRAXAS</b>              | não visíveis        |
| <b>MATERIAIS FLUTUANTES</b>        | não visíveis        |
| <b>RESÍDUOS SÓLIDOS OBJETÁVEIS</b> | não visíveis        |
| <b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>  | máx 12000 UFC/100ml |
| <b>FOSFORO</b>                     | máx 0,124 mg/l      |
| <b>NITRATO</b>                     | 0,40 mg/l           |
| <b>NITRITO</b>                     | 0,07 mg/l           |

**Tabela 6: Classificação das amostras**

| <b>ÁGUA SALOBRA DE CLASSE 2</b>    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| <b>pH</b>                          |                    |
| <b>O<sup>2</sup> DISSOLVIDO</b>    | mais que 4mg/L     |
| <b>ÓLEOS E GRAXAS</b>              | não visíveis       |
| <b>MATERIAIS FLUTUANTES</b>        | não visíveis       |
| <b>RESÍDUOS SÓLIDOS OBJETÁVEIS</b> | não visíveis       |
| <b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>  | máx 2500 UFC/100ml |
| <b>FOSFORO</b>                     | máx 0,186 mg/l     |
| <b>NITRATO</b>                     | 0,70 mg/l          |
| <b>NITRITO</b>                     | 0,40 mg/l          |

## 6. CONCLUSÃO

- A água foi tratada, e de acordo com os resultados das análises realizadas, as amostras foram classificadas com base nos parâmetros definidos nas resoluções 357 e 274 do CONAMA, obtendo assim suas possíveis aplicações.
- Os resultados obtidos foram satisfatórios, porém foi observado que se aplicadas algumas mudanças no sistema pode ser obter mais eficiência, como, aumentar o período de descanso da solução após o processo de agitação e adicionar carvão ativado no filtro de areia.
- A melhor condição de tratamento foi a da amostra de 500 mL tratada com sulfato de alumínio e barrilha, que trouxe os melhores resultados em relação aos parâmetros definidos pelas resoluções do CONAMA, classificada como salobra de classe 1, podendo ser aplicada: recreação de contato primário; proteção das comunidades aquáticas à aquicultura; e à atividade de pesca; abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer;
- A amostra tratada em escala piloto se enquadra na salobra de classe 1 de acordo com os parâmetros de coliformes termotolerantes e nitrito, porém a quantidade de nitrato deu um pouco alta decorrente da agitação elevada da água no sistema.
- Avaliando as amostras de acordo com a portaria 257 do CONAMA, as três amostras tratadas com sulfato de alumínio e barrilha no laboratório, a amostra tratada na escala piloto e a de 500 ml tratada com moringa; são classificadas como águas de excelente qualidade, de acordo com os valores de coliformes termotolerantes.
- Por fim conclui-se que houve tratamento da água, porém o sistema necessita de alguns ajustes: diminuição da velocidade de agitação da solução (água x agente coagulante), aumentar o período de espera da coagulação e sedimentação da solução, adicionar carvão ativado no filtro para ajudar na adsorção.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. D. Estudo da eficiência do processo de coagulação/floculação e do processo combinado de coagulação/floculação/adsorção para tratamento de águas residuárias de galvanoplastia utilizando moringa oleífera. **2012. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.**

AQUINO, M. D. ; SANTOS, A. B. **Pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios tratando esgotos sanitários por coagulantes naturais e não-naturais.** 2007. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 28, n. 2, p. 178-190, dez. 2007

BERNARDES, M.B.J. (org.). **Água, seiva da vida: Uma Experiência de Educação Ambiental.** In: Anais do 12º Encontro de Geógrafos da America Latina (EGAL), 2009. Disponível em:< [http://egal2009.easyplanners.info/area07/7057\\_Bernardes\\_Junqueira\\_Maria\\_Beatriz.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area07/7057_Bernardes_Junqueira_Maria_Beatriz.pdf)> Acesso em agosto de 2015.

BORBA, L. R. **Viabilidade do uso da Moringa oleífera Lam no Tratamento Simplificado de Água para Pequenas Comunidades.** 2001. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2001.

CARLI, Ana Alice. **Água, um líquido vital em busca de reconhecimento como sujeito de direitos e titular de dignidade.** 2014 Revista Jurídica da Procuradoria-Geral do Distrito Federal, Brasília, v. 39, n. 2, p. 73 - 92, jul./dez., 2014

BRASIL – CONAMA. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Considerando ser a classificação das águas em relação à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23> Acessado em: Abril de 2016

BRASIL – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23> Acessado em: Abril de 2016

BRASIL – **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Disponível em:

[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)

Acessado em: Abril de 2016

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em etas.** Brasília, 2014

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAIER, C. **Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores.** 2007. 96 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências dos Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BRASIL. **Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgotos e aterros sanitários.** 2009. Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais, Brasília, 2009.

MONACO, P. A. V ; MATOS, A. T. ; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S. ; SARMENTO, A. P. **Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento da água para abastecimento e residuárias.** *Ambi-água*, Taubaté, v.5, n.3, p. 222-231, 2010.

NAVA, D.; CAPELLESSO, E. S.; ASSMANN, B. R.; BIASUS, C.; ALBERTI, P.; MOLOSSI, G.; ARTUZO, A.; LIOTTO, G. **Caracterização limnológica da área de abrangência da apa do rio suzana** , Erechim-RS, 2012.

NISHI, L. ; MADRONA G. S.; VIEIRA A. M. S.; BASSETI F. J.; SILVA, G. F.; BERGAMASCO, R. **Coagulação/Floculação com Sementes de *Moringa oleifera* Lam para Remoção de Cistos de *Giardia* spp. e Oocistos de *Cryptosporidium* spp. da água**, International workshop advanced in cleaner production, São Paulo, 2011

PATERNIANI, J. E. S.; MANTOVANI, M. C.; SANT'ANNA, M. R. **Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais**, 2007, universidade federal da paraíba, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.13, n.6, p.765–771, Campina Grande, 2009.

PEREIRA, E. R.; ATERNIANI, José E. S.; FRANCO, M.; THEODORO, J. D. P. **Avaliação da potencialidade da moringa como coagulante natural na redução da turbidez e cor aparente no tratamento de agua em sistema fime.** XX simpósio brasileiro de recursos hídricos, Bento Gonçalves- RS, 2013.

PINTO, Nayara O.; HERMES, L. C. **Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil**. Embrapa, 2006.

RIBEIRO, A. T. A. **Aplicação da moringa *oleífera* no tratamento de água para consumo humano**. Universidade do porto, dissertação de mestrado em engenharia do ambiente, 2010.

RODRIGUES, A. S. L.; CARVALHO, F. F.; CASTRO, A. L. S.; VEIGA, B. G. A.; PINTO, G. M. **Gerenciamento do tratamento de água e esgoto realizados pela companhia de saneamento básico de pires do rio-go: um estudo de caso**. 2011, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, 2012.

SURUBIM, **Secretaria de agricultura e meio ambiente**, surubim, 2014.