



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Química marinha

Tema: Avaliação da Eficiência de Extrato de Semente de Moringa oleífera no Tratamento de Água dos Poços do Bairro Chuabo Dembe, Cidade de Quelimane.



Páscoa das dores Joaquim Fevereiro

Quelimane, Junho de 2018



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia Para Obtenção do Grau de Licenciatura em Química marinha

Tema: Avaliação da Eficiência de semente de *moringa oleífera* no tratamento de água dos poços do bairro chuabo Dembe

Autora:

Páscoa das dores Joaquim Fevereiro

Supervisora:

Yolanda Narciso Mula

(Quelimane, Junho de 2018)

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer a Deus, pela vida, pela saúde e por ter- me acompanhado em todos os dias dessa vida.

Aos meus pais pela confiança que depositaram em me, pelo apoio e pela força que sempre me deram, por acreditem em me e sempre mostrarem que eu seria capaz de alcançar os meus objetivos. Aos meus irmãos Guidion, Celso, Luísa de Fátima, Cosme e a minha família em geral, avós, tios, tias, primos, primas, sobrinhos, amigos por sempre acreditarem em me, pelo apoio e me mostrarem que nada em vão nessa vida, a todos vocês eu endereço meu muito obrigado.

A minha supervisora Yolanda Mula, pela ajuda e pela confiança e principalmente por ela não ter desistido de me quando eu mas precisava, pelo apoio incondicional e pelo conhecimento. Ao doutor Anildo Naftal pelo apoio ou corpo de docentes da escola superior das ciências marinhas e costeiras (ESCMEC) pelo ensinamento, que me proporcionaram desde do ano de 2013. Eu entrei como uma tabua rasa com o pouco conhecimento que trazia do ensino gerado mas a que com o vosso apoio e a vossa ajuda, hoje eu digo graças a vocês hoje tenho um conhecimento, que digo valeu a pena estar nessa escola nesses 4 anos.

Ao meu amigo Ailon Justino, pelo apoio, ensinamento, a Helena Muchave a irmã que Deus colocou no meu caminho, a Kenete Muchanga, e a Jéssica pela amizade aos meus colegas em geral, a toda turma de química 2013 sem exceção, em especial ao Micheque Mussona e Alberto Roda vocês foram meu suporte, a todos os estudantes que viviam na residência desde o ano que eu entrei em 2013 a 2016 em especial as meninas do meu quarto, obrigada pela companhia e amizade.

E a todos que me apoiaram direta ou indiretamente nos meus estudos ingresso o meu muito obrigado.

Dedicatória

Aos meus pais, que desde sempre apoiaram os meus estudo, que apostaram em me, e ajudaram a não desistir. Eles tiveram a coragem de por uma semente na terra mesmo com falta de recursos e aguas para regar não deixaram de controlar, hoje mas uma arvorem preste a dar frutos.

Declaração de honra

Declaro por minha honra que este trabalho é resultado da minha investigação.

O presente trabalho foi realizada com base no material que ao longo do mesmo se faz referência.

Todas ideias originais nelas contidas são da inteira responsabilidade do autor.

Quelimane, Junho de 2018

A autora

Resumo

O trabalho teve como objectivo principal testar a eficiência da semente de *moringa aloifera* no tratamento da água dos poços do bairro Chuabo Dembe situado na cidade de Quelimane, que tem problemas de abastecimento de água e a população adere a abertura de poços para obter esse líquido precioso. A metodologia consistiu em recolha de amostra de água dos poços e foram submetidas ao tratamento com as sementes de moringa cuja solução continha concentração de 5g e 7,5g do pó da semente de moringa para melhorar a qualidade da água das amostras naquele local. Após a adição da semente de moringa nas amostras usando a concentração de 7,5g do extrato da semente, os resultados montaram que a redução do nível de turbidez foi de 97%, a redução da concentração do nitrito foi de 92% e 100% do nitrato. No mesmo tratamento com 7.5g de extraio da semente, a *E. coli* sofreu uma redução de cerca de 93% e a redução dos coliformes fecais foi de cerca de 80%. Com a concentração de 5g observou-se a redução de *E. coli* em 100% e os coliformes em cerca de 60%. Assim, conclui-se que a técnica é eficiente em amostras de água que apresenta maior nível de contaminação e que a melhor concentração no tratamento foi de 7,5g.

Abstract

The main objective of this study was to test the efficiency of the moringa aloifera seed without water treatment in the wells of Chuabo Dembe neighborhood in the city of Quelimane, which has water supply problems and a population adheres to a well opening to obtain this precious liquid. A consistent methodology for collecting water samples from wells and forensics treated with moringa seeds with a capacity of 5 g and 7.5 g of moringa seed powder to improve the water quality of the samples at that site. After an addition of the moringa seed in the samples using a concentration of 7.5 g of the seed stratum, the results show that the reduction of the turbidity level of 97%, a reduction of the nitrite concertation to 92% and 100% of the nitrate. In the same treatment with 7.5g of seed extract, aE. coli was reduced by about 93% and a fecal coliform reduction of about 80%. At a concentration of 5g a reduction of E. coli in 100% and coliforms in about 60% was observed. Thus, it is concluded that it is technique in efficiency in samples of water that presents a great flow of contamination and is better than no treatment for 7.5g.

Listas de abreviaturas

CaCO₃: Carbonato de cálcio

E. coli: Echericia coli;

C.fecais: Coliformes fecais;

ESCMEC: Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras;

FIPAG: Fundo de Investimento e Património de Abastecimento de Agua;

Mg/l: Miligrama por litro

MO: *Moringa oleifera*

NTU: Unidade Nefelométricas da Turbidez.

OMS: Organização Mundial da Saúde;

TDS: Total de Sólidos Dissolvidos;

ufc: Unidade formadora de colónias

VMA: Valores Máximos Admissíveis;

VMP: Valores máximos permitidos

Listas de tabelas e figuras

- Figura 1. Planta de semente de moringa,.....**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 3. Área pontos de amostragens (*fonte: Google Earth, 2017*).**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 4. Balança eletrônica.**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 5 Tubidimento da marca HANNA instrumentes**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 6. Multi-parametro da marca HACHE usado.15
- Figura 7. Aparelho usado para análise de TDS**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 8. Estufa eletrônica para análise microbiológica**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 9. Variação da turvação de água após a introdução da semente de moringa.....**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 10. Variação de Nitrito apos a adição da semente de moringa.**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 11. Variação de nitrato depôs da introdução da semente da moringa**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 12. Variação da alcanidade depôs da introdução da semente de moringa**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 13. Variação de TDS apos a introdução da semente de moringa**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 14. Variação dos E.coli apos a introdução da semente de moringa**Error! Bookmark not defined.**
- Figura 15. Variação dos coliformes fecais após a introdução da semente de moringa.....24
- Tabela 2: concentração inicial dos parâmetros da qualidade da água encontrada nos poços **Error! Bookmark not defined.**
- Tabela 3: comparação das águas dos poços em relação au padrões aceite pela OMS**Error! Bookmark not defined.**

Índice

| | |
|---|----|
| 1.1.Introdução. | 1 |
| 1.2. Objetivos | 2 |
| 1.2.1 Geral..... | 2 |
| 1.2.2 Específicos..... | 2 |
| 1.3. Problematização..... | 3 |
| 1.4. Justificativa..... | 4 |
| 2. Revisão de literatura | 5 |
| 2.1. Qualidade da Água..... | 5 |
| 2.2. Tratamento da água..... | 6 |
| 2.3. Moringa aloifera. | 8 |
| 2.4. Princípios ativos..... | 9 |
| 2.5. Uso da semente no tratamento da água. | 9 |
| 2.6. Propriedades encontradas no material produzido param a purificação da água. | 11 |
| 3. METODOLOGIA..... | 12 |
| 3.1. Área de Estudo | 12 |
| 3.2. Procedimento experimental | 13 |

| | |
|---|----|
| 3.2.1. Colecta e preparação do extrato da semente de moringa | 13 |
| 3.3. Colecta da amostra de água | 14 |
| 3.4. Tratamento da água..... | 14 |
| 3.5. Identificação dos parâmetros a serem analisados | 14 |
| 3.5. Tratamento de dados | 17 |
| 4. Resultados | 18 |
| 4.1. Valores Iniciais da Qualidade da Água das Amostras dos Poços colhidos | 18 |
| 4.2. Variação da Turvação após a adição da semente de MO no tratamento | 18 |
| 4.3 Variação do Nitrito após a adição da semente de MO no tratamento. | 19 |
| 4.4. Variação de Nitrato após a adição da semente de MO no tratamento..... | 20 |
| 4.5. Variação de Alcanidade após a adição da semente de MO no tratamento. | 21 |
| 4.6. Variação Total de sólidos dissolvidos (TDS) após a adição da semente de MO no tratamento. | 22 |
| 4.7. Variação dos <i>E. coli</i> após a adição da semente de MO no tratamento..... | 22 |
| 4.8. Variação do Coliformes fecais após a adição do estrato da semente de MO no tratamento | 23 |
| 5. Discussão | 25 |
| 5.1. Valores iniciais da qualidade da água das amostras dos poços colhidos | 25 |
| 5.2. Variação da Turvação após a adição da semente de MO no tratamento | 26 |
| 5.3. Variação do Nitrito após a adição da semente de MO no tratamento. | 27 |
| 5.4. Variação de Nitrato após a adição da semente de MO no tratamento..... | 27 |
| 5.5. Variação de Alcanidade após a adição da semente de MO no tratamento. | 28 |
| 5.6. Variação Total de sólidos dissolvidos (TDS) após a adição da semente de MO no tratamento. | 28 |
| 5.7. Variação dos <i>E. coli</i> após a adição da semente de MO no tratamento..... | 29 |
| 5.8. Variação do Coliformes fecais após a adição da semente de MO no tratamento | 30 |
| 6. Conclusão..... | 31 |
| 6.1. Recomendações | 32 |
| 7. Referências bibliográficas..... | 33 |

1.1.Introdução.

A água é um desafio do controle mundial, principalmente quanto a disponibilidade e ao padrão dos parâmetros recomendados da qualidade da água para definir a potabilidade (Castania, 2009).

As águas naturais são as mais usadas para o abastecimento público, principalmente as águas superficiais (rios, lagos, lagoas). Se estes não tiverem o seu devido tratamento pode causar problemas a saúde humana devido a contaminação, seja por despejos industriais, ou produtos agrícola, ou ainda por microrganismos.

Em zonas com problemas de abastecimento de água (zonas rurais), é comum o aproveitamento de fontes externas como, tanques para a retenção da água de chuva, minas e cisternas para o abastecimento de uma ou mais famílias (Copasa, 2014). Em algumas zonas há utilização das águas de subsolo para abastecimento que ocorre por meio da perfuração de poços profundos. Normalmente essas águas são filtradas pelo solo, condicionando assim a melhor qualidade de água.

As águas naturais, em geral, podem conter uma grande variedade de impurezas suspensas, destacando-se entre elas partículas coloidais de substâncias orgânicas e inorgânicas, substâncias húmicas e microrganismos que mesmo sendo natural podem causar doenças, como amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, cólera, diarreias agudas ao consumidor caso esses apresentem valores elevados (Neto, 2009). Nos últimos anos entra-se em contrariedade com a crença popular, de que a água desses locais tem sido apropriada para o consumo humano. As águas estão sujeita a poluição e contaminações causadas por insectos, fezes animais, pela proximidade de fossas e por despejo de esgotos.

Por esta razão, é de grande valia buscar e estimular o uso de métodos e técnicas de tratamento de águas de baixo custo financeiro, simples e acessíveis, principalmente, quando o objectivo é implementá-las em regiões mais carentes da distribuição de água. E neste contexto que a *moringa oleífera* uma planta tropical que possui proteínas hidrossolúveis, que a sua semente é dotada de excelentes substâncias com propriedades adequadas para o tratamento de águas. Essas substâncias encontradas na semente se comportam como um coagulante natural, que pode ser comparadas ao sulfato de alumínio e outros coagulantes químicos, que são os produtos químicos mais usados nos processos de tratamento de água. (Nunes *et al.* 2008).

Nas sementes da *Moringa oleífera* já foram testadas e confirmadas a presença de coagulante muito eficiente para o tratamento de água. Em algumas experiências foi observada redução de 80 – 99,5%

da turbidez e também uma redução de 90 – 99,9% de bactérias presentes na água analisada dependendo da qualidade da água (Nunes *et al.* 2008).

Neste âmbito, esta pesquisa tem como seu foco o uso de extrato da semente de *Moringa oleifera*, no tratamento de água de alguns poços do bairro Chuabo Dembe.

1.2. Objetivos

1.2.1 Geral

- ✓ Testar a eficiência do uso da semente de *Moringa oleifera* na purificação da água dos poços do bairro Chuabo Dembe;

1.2.2 Específicos

- ✓ Determinar o efeito do extrato da semente de moringa nos parâmetros da qualidade de água (turbidez, nitrito, nitrato, alcalinidade, TDS, coliformes fecais e E.coli) antes e após o tratamento.
- ✓ Determinar a concentração ótima do extrato da semente de moringa

1.3. Problematização

A água para o consumo humano em algumas regiões da província da Zambézia é fornecida ou distribuída pela empresa Fundos de Investimento e Património de Abastecimento de Agua (FIPAG). No entanto há zonas onde essa empresa não consegue abranger, áreas como algumas localidades e postos administrativos. Dai que a população tem criado fontes alternativas, como a abertura de furos ou poços para obtenção desse precioso líquido para realizar as suas catividades no seu dia-a-dia principalmente nas zonas rurais.

Em ambientes subterrâneos normalmente a água tem tido uma qualidade aceitável recomendada, mas com o crescimento industrial mundial, o despejo de substâncias poluidoras tem aumentando e poluído o lençol freático, com a proximidade da latrinas sépticas ao local de um poço, com o fecalismo ao seu aberto o índice de contaminantes tem aumentado criando assim alterações ao meio aquático e problema de contaminação da água.

A utilização da moringa da semente de moringa será eficiente no tratamento de água dos poços do bairro Chuabo Dembe?

1.4. Justificativa

A zona de Chuabo Dembe é onde o risco de contaminação da água pode ser elevado, devido a proximidade das fontes de colecta da água com os locais de contaminação, como por exemplo, fossas sépticas, ao estuário de bons sinais, e é onde fecalismo é feito a seu aberto. A população tem consumido essa água geralmente sem nenhum tratamento prévio, logo após da retirada dos poços ou furos. Essas águas podem estar com concentrações elevadas de microrganismo e matéria orgânica e inorgânicas com padrões não aceitáveis a qualidade de água para o consumo humano, que pode causar problemas de saúde como a (diarreia, febre tifoide, alergia, mal de pacsson, colera e ate morte) a população.

A presente pesquisa tem como o seu foco a testagem de um método simples de tratamento de água que pode ser eficaz na redução dos parâmetros da qualidade de água que estiverem elevado, usando como agente purificador a semente de *Moringa oleífera*.

2. Revisão de literatura

A água é um recurso hídrico natural, e um dos mais importantes para a população, formado por 2 átomos de hidrogénio e 1 átomo de oxigénio. Onde para a sua obtenção, são passados por vários processo que vai desde a sua captação, retenção e a utilização da água. Em Moçambique as principais fontes de abastecimento de água são subterrâneas e as superficiais, principalmente os rios. A água subterrânea, em Moçambique, é essencialmente utilizada para fins domésticos, sendo a principal fonte de água potável nas zonas rurais e em alguns centros urbanos (Micoa, 2012).

Nos últimos anos com a revolução industrial a qualidade de água tem sido comprometido desde os mananciais, pelo lançamento de efluentes industriais, fertilizantes químicos e resíduos, o que exigem investimento elevadas nas estações de tratamento de água e pode provocar alterações na dosagem de produto para se garantir a qualidade da água após ser tratada (MINISTERIO DA SAUDE, 2006).

2.1. Qualidade da Água

A qualidade de água e considerada quando um conjunto de propriedades microbiológicas, físicas e químicas são determinados para a adequação para determinado uso, CONSORCIO ER ÁFRICA(2001).

A organização CONSORCIO ER ÁFRICA(2001), considera ou descreve as propriedades da agua das seguintes formas:

(1) Qualidade microbiológica à presença de organismos que não pode ser vistos a olho nu (tais como protozoários, bactérias e vírus) muitos dos quais estão associados à transmissão de doenças infecciosas relacionadas com a água, tais como gastroenterites e a cólera.

(2) Qualidade física como sendo às propriedades qualitativas da água que podem ser determinadas por métodos físicos tais como a Condutividade Eléctrica, Cor, Turvação, pH, Temperatura, total de sólidos suspensos. A qualidade física afecta essencialmente a qualidade estética (sabor, odor e aparência) da água.

(3) Qualidade química caracterizada pelo potencial de hidrogénio (pH), sua alcalinidade e acidez, dureza, cloretos e sulfatos, ferro e manganês, nitritos e nitratos, oxigénio dissolvido, compostos

orgânicos, ou seja elementos químicos que se alguns deles exceder o padrão recomendado pode causar insuficiência sanguínea, problemas na pele até problemas cerebrais.

Para que a seja considerada de uma água de boa qualidade para consumo humano são estabelecidas valores recomendáveis e valores permitidos pela organização mundial da saúde (OMS), como apresenta a tabela abaixo.

Tabela 1: padrões a e valores máximos permitidos de água para o consumo humano.

| Parâmetros | | VMP | Unidades |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| Físicos | Turbidez | 5 | NTU |
| | Químicos | | |
| | Nitrito | 3 | mg/L |
| | Nitrato | 50 | mg/L |
| | Alcalinidade | 500 | mg/l de CaCO ₃ |
| | TDS | 1000 | mg/L |
| Biológicos | Echerichia coli | Ausência em 100ml | ufc |
| | Coliformes fecais | Ausência em 100ml | ufc |

Sendo a água um bem público indispensável para a vida a sua importância para a saúde pública é largamente reconhecida; porém, mais de um bilhão de pessoas em todo o mundo não têm acesso à água tratada (Frazao *et al.* 2011).

2.2. Tratamento da água

A maior parte de substâncias e elementos que a água conte são facilmente absorvidas pelo organismo, essas substâncias constituem fontes importantes para o crescimento e desenvolvimento do corpo humano, onde cerca de 60% da água consumida encontra-se na forma líquida. Mas essas águas, consumida principalmente a natural por vezes podem conter, substâncias, organismos, compostos e elementos que prejudicam a saúde, que podem ser eliminados e algumas vezes por tratamento ou por abastecimento público (Santos, 2011).

O processo de tratamento de água para o consumo humano depende de várias etapas que têm como fim, clarificar e desinfetar (purificar) a água. Dos vários sistemas convencionais de tratamento de água consiste em captação, operação de coagulação, floculação, decantação, sedimentação,

filtração, desinfecção, correção de pH, magnésio, cloro e fluor, e também é usado a adsorção para remoção de odor e sabor da água (Oliveira, 2014).

O sistema correcto de tratamento da água e distribuição além das etapas de purificação, requer analisar os aspectos da sua qualidade física e microbiológica, através de presença de bactérias e ciano bactérias, entre outros indicadores da contaminação.

Para efectuar esses processos são usados alguns sais químicos como, o sulfato de alumínio, sulfato férrico entre outros sais, sendo esses usados em estações de tratamento de água (ETA) industriais para abastecimento público. Em quanto que no tratamento convencional e usado cloro para a desinfecção mas esses tratamentos tem suas limitações.

Segundo (MINISTERIO DA SAUDE, 2006) para a eficiência da desinfecção desse composto deve-se verificar vários factores tais como:

- a) Características físicas, químicas e biológicas da água;
- b) O tipo, a forma e a concentração dos microrganismos;
- c) O tipo e a concentração do desinfectante e o grau de dispersão na massa líquida;
- d) O tempo de contacto entre os desinfectantes e a massa líquida.

Nos últimos anos tem-se implementado o uso de bio polímeros que por sua vez tem várias vantagens associadas ao seu uso quando comparados aos sais químicos. Dentre essas vantagens pode-se destacar que a alcalinidade da água não é consumida muito significativamente durante o processo de tratamento, bem como o lodo gerado após o tratamento, apresenta menor volume e menor concentração de metais, são biodegradável e ainda reduzindo substancias que provocam problemas a saúde publica, esses bio polímeros que provêm de plantas geralmente de fácil processamento e de fácil acesso, isto promove um potencial de baixos custos operacionais se comparados com reagentes químicos. (Silva, 2013).

Os processos de tratamento de água com bio polímeros como sais de alumínio e férricos, da capacidade de coagulação das partículas existentes na água, floculação da mesma, desinfecção, sedimentação. A coagulação tem propriedade de fornecer iões positivos muito lente, que actuam na ionização e também nos comportamentos dessas coagulações, alem disso transformam as impurezas que se encontram em suspensão fina no estado coloidal e algumas mesmo dissolvidas (Vieira *et al.* 2011).

Vaz (2009) afirma que o uso de sais de ferro e alguns polímeros sintéticos surgiram como opção ao uso dos sais de alumínio, que apresentam desvantagens como na elevação da concentração de metais pesados podendo reflectir no aumento de problemas de saúde além de produzir lodo tóxico. Em função disto, países como China, Índia, Japão e os Estados Unidos actualmente fazem uso de polímeros naturais, especialmente no tratamento de água superficial para produção de água para consumo (Madrona *et al.*, 2010).

Dos produtos sintéticos, utilizados para o tratamento de água são destacados os taninhos, moringa oleífera, a acácia branca o quiabo, etc. o quem tem sido mas estudada e a moringa oleífera.

2.3. Moringa aloifera.

A *Moringa oleífera* é uma planta pertencente à família Moringáceas que é composta apenas dum género (Moringa) e catorze espécies conhecidas. Nativa do Norte da Índia desenvolve-se actualmente em vários países dos trópicos. Essa planta pode ser facilmente propagada por adaptar-se a uma ampla faixa de solo e ser tolerante à seca. Ela é considerada uma das árvores cultivadas mais úteis para o ser humano, pois, quase todas as suas partes são ditas como sendo de valor alimentar e medicinal. (Dos Santos, 2010).



Figura1: planta de moringa uma foto tirado na cidade de Quelimane por Páscoa Fevereiro.

Nos últimos anos, mais precisamente desde o início da década de 90, esta planta vem sendo alvo de muitos estudos para sua utilização, como fonte de proteínas no suprimento alimentar humano e

animal, como fonte de óleo vegetal comestível ou fonte de energia combustível, como fonte de proteínas na floculação de impurezas em águas; como matéria-prima na fabricação de carvão ativo e como insumo na indústria de celulose (Mendes & Coelho, 2009)

2.4. Princípios ativos.

Estudos acadêmicos mais recentes revelam grandes concentrações em suas folhas e sementes de cálcio, ferro e proteínas, além da presença de vitaminas C, A, B, E e sais minerais de cromo, cobre, magnésio, manganês, potássio, zinco, selênio e fósforo.

As folhas da moringa são ricas em cálcio, ferro e ácido ascórbico caroteno, metionina e cistina, também são excelente fonte de proteína que pode ser raramente encontrada em quaisquer outras ervas e vegetais de folhas verdes apresentam sete vezes mais vitamina C que a laranja, três vezes mais potássio que a banana, e quatro vezes mais cálcio e vitamina A que o leite e a cenoura, além de possuírem 27% de proteína. Folhas secas e em pó contem uma fonte muito concentrada de muitos aminoácidos de qualidade (Vieira, et al, 2011)

2.5. Uso da semente no tratamento da água.

As sementes de Moringa contêm quantidades significativas de proteínas solúveis, com carga positiva. Essas que são os principais elementos que da eficiência nos processos de tratamento da água que empregam-se para a decantação e que culmina com a inserção do processo de coagulação, que agrega as partículas dissolvidas e suspensas formando flocos sedimentáveis, pode melhorar consideravelmente a qualidade da água tratada (Madrona, et al., 2014).

O tratamento da água com semente de moringa oleífera (MO) pode ser feita com a introdução do seu pó que quando é adicionado à água turva, as proteínas liberam cargas positivas atraindo as partículas carregadas negativamente, como barro, argila, bactérias, e outras partículas tóxicas presentes na água. O processo de floculação ocorre quando as proteínas se ligam com as cargas negativas formando flocos, agregando as partículas presentes na água. A Moringa pode clarificar não somente águas com alta turbidez, mas também com média ou baixa turbidez (Ribeiro, 2010).

Segundo Neto (2009). O tempo necessário para a coagulação depende do nível de turbidez da água. Assim como todos os coagulantes, a eficiência das sementes pode variar de uma água para outra

(Frighetto & Lima, 2007). Estudos vêm sendo realizados para determinar riscos potenciais relacionados ao uso das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento das águas, até o momento nenhuma evidência foi encontrada de que as sementes possam causar efeitos secundários nos seres humanos, especialmente com as baixas doses necessárias para o tratamento da água (Mioduski, 2014).

As pesquisas feitas mundialmente comprovam que as sementes de moringa, tanto na sua forma integral quanto moída, ou mesmo na forma de torta, em proporções de 1 a 3%, atuam como um polieletrólito catiónico no tratamento de águas, pós, e eficiente mesmo em conteúdos menores de cascas em relação ao volume de água tratada (50 mg/L), dependendo do grau substâncias misturadas presentes nas águas (Frighetto & Lima, 2007)

Ana Tereza Ribeiro (2010) testou a aplicabilidade do extrato aquoso e semente da *Moringa oleífera* em duas etapas de tratamento de uma água superficial destinada a consumo humano pelos processos de coagulação e floculação, no rio Bengo em Angola onde: O estudo revelou que a dose ótima de extrato de *Moringa oleífera* é o correspondente a 80mg semente/L, sendo o pH ótimo 7, Nestas condições a percentagem de remoção de turvação é cerca de 96% obtendo-se um valor residual inferior a 0.7 NTU e Em relação à semente em bruto de *Moringa oleífera*, os melhores resultados foram atingidos para uma dosagem de 40 mg semente/L, sendo o pH ótimo 7. Nestas condições, a percentagem de remoção de turvação é de 93%, obtendo-se um valor residual inferior a 1.5 NTU (Ribeiro, 2010).

Nos estudos realizados com a utilização da semente de MO no Brasil foi observada uma redução de 80-99,5 % da turvação da água e, paralelamente uma redução de 90-99,9% de bactérias. Estes resultados demonstram a validade do uso de sementes de *Moringa oleífera* como coagulante, removendo tanto a turvação como microrganismos patogênicos (Hernanes & Oliveira, 2006).

Nos estudos realizados por Lorenzon e Nunes ao testar a semente da morinda na água após a adição da radiação solar os resultados por eles obtidos comprovaram a eficiência do experimento onde com baixo e alto nível de turbidez, e das *Escherichia coli*, as maiores reduções ocorreram nas amostras com turbidez 30-40 UNT feita após 12h de exposição. A adição do extrato de *M. oleífera*, nas amostras de baixa e alta turbidez, proporcionou elevadas reduções da turbidez em relação ao

nível de turbidez inicial e potencializou a Ação da luz solar na desinfecção da água (Amaral *et al.* 2006)

2.6. Propriedades encontradas no material produzido para a purificação da água.

A pasta feita das sementes cruas é antibacteriana, as substâncias activas são encontradas nos cotilédones das sementes, possuindo três componentes principais: o “Benoliel”, o flocculante que é polipeptídeos (proteínas) substância ainda não claramente identificadas e a substância antimicrobiana. No processo de purificação, a carga bacteriana pode ser reduzida em até 97% em pouco tempo. Ácidos gordos insaturados, principalmente o ácido eólico, carboidratos e minerais estão presentes nas sementes em quantidades razoáveis (Mioduski, 2014)

É aconselhável utilizar sementes colhidas recentemente porque as propriedades flocculantes das sementes podem diminuir com o tempo. A dose a ser utilizada depende da turbidez inicial da água: no caso de água de turbidez fraca (pouco turva), uma suspensão com uma semente é suficiente para um volume de água a tratar de 5 litros, mas esta dose pode subir até uma quinzena de sementes no caso de uma água de alta turbidez. Isso corresponde a uma necessidade variando entre 50 e 400 mg de sementes por litro de água a tratar (Amorim, et al., 2013).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

O estudo realizou-se no Bairro Chuabo Dembe, Cidade de Quelimane província da Zambézia que ocupa uma superfície de raio cerca de 12.654 Km², tendo Como limites, Norte: oceano indico, Sul: distrito de Inhassagem, Este Oceano Indico, Oeste: Distrito de Nicoadala região centro, e é caracterizado numa região de clima tropical húmido com estações chuvosas e secas, é pouco profundo e de fundo argiloso

As amostras das aguas usadas no presente estudo foram coletadas nos poços do bairro Chuabo Dembe seguindo as seguintes coordenadas o primeiro poço a 17°51' 21.3" S, 036° 51' 36.7" E o segundo a 17° 52' 21.3" S, 036° 51' 29.0" E e o terceiro a 17° 52' 26.7" S, 036° 51' 34.4" E, (figura 2). As amostras das águas foram colhidas no tempo chuvoso, e as amostras foram coletadas uma vez em cada poço. As sementes de moringa foram retiradas em casas de moradores do bairro.



Figura2. Área de estudo e de ponto de amostragem (fonte: Google Earth, 2017).

3.2. Procedimento experimental

3.2.1. Colecta e preparação do extrato da semente de moringa.

Nesta fase foi observadas as árvores que já continham vagens do com sementes secas, essas árvores foram seleccionadas em casas de residentes no bairro de Chuabo Dembe. Onde, foram recolhidas as sementes sem adotar nenhum critério de selecção das árvores. Após a colecta das vagens seguiu-se para laboratório da Escola Superior de Ciências Marinha e Costeiras, onde as sementes foram descascadas uma a uma para a separação da semente das vagens, e com a ajuda de uma faca foram separados os miolos da semente da casca.

De seguida a triturou-se as sementes num triturador automático, onde foi transformada todas as sementes em pó, e sem nenhum grão grosso e colocou-se na balança eletrónica da marca METTLER TOLEDO (fig. 3), com precisão 0.0001g, onde pesou-se ao total 37,5g do pó da semente de moringa. Juntar a informação



Figura.3- Balança eletrónica.

De seguida misturou-se a água da amostra com o pó de moringa onde colocou-se uma proporção de 1g de pó para 10ml de água da amostra a ser analisado e misturou-se com uma colher rapidamente por 5 min, até que ficassem bem misturada. Em seguida com a ajuda de um pano de

algodão branco e limpo filtrou-se a mistura separando os bagaços da semente da substancia preparada, o estrato da semente de moringa formado foi guardado.

3.3. Colecta da amostra de água

Para a colecta da amostra da água, primeiramente seleccionou-se 3 garrafas com capacidade de 500ml onde foram lavadas com a água destilada de modo a eliminar qualquer substancia que o recipiente pudesse conter, em seguida seleccionou-se 3 poços diferentes no Bairro Chuabo Dembe. As amostras foram usando os números 1, 2, e 3 referente as amostra, poço 1 (situado na casa vizinha ao laboratório da aquacultura) 2 (localizado fora do recinto escolar), e 3 (localizado próximo do laboratório do recinto escolar).

3.4. Tratamento da água.

Ao total foram 9 garrafas de 500ml com amostra das águas colectadas das quais 6 delas foram adicionadas, e misturada com o estrato do pó da semente de moringa, com réplicas de duas amostras para cada poço. Para a formação de estro da semente de moringa utilizada no tratamento foi misturada numa proporção de 5g do pó da semente de moringa para ser diluída a 50ml da água e 7,5g foi diluída a 75ml.

De seguida adicionou-se o estrato da semente de moringa na água a ser tratada, onde misturou-se rapidamente durante 30 segundos, e descansou-se 30 segundos e voltou-se a mexer lentamente durante 5 minutos (18 a 20 rotações por minuto), de seguida tampou-se o recipiente com a água, e deixou-se para que o estrato entrasse em acção com a água para o devido tratamento, á temperatura do ambiente por 12 horas. De seguida filtrou-se a água tratada com um pano de algodão de modo a separar as partículas sedimentadas da água tratada, e colocou-se a água no colmam com gelo a uma temperatura de 6-10° para manter as novas concentrações da água, para estes usou-se a metodologia descrita por (Neto, 2012).

3.5. Identificação dos parâmetros a serem analisados

Para a análise dos parâmetros da qualidade da água foram transportadas as amostras para o laboratório da empresa Fundos de Investimento e Património de Abastecimento de Agua (FIPAG). Onde fez-se as análises dos parâmetros físicos, químicos, e biológicos usando os métodos analítico e titulação nas análises, para estes efeitos seguiu-se o método os descritos por Gaspar (1991).

Para análise de parâmetros físicos mediu-se a turvação, através de um turbidimetro da marca



Figura4. Turbidimetro da marca HANNA instrumentes.

Para análise de parâmetros químicos enfatizou-se mas nos elementos, nitrato, nitrito, TDS e alcalinidade. Para a determinação dos indicadores químicos nitrato, nitrito usou-se um multi parâmetro de marca HACH (fig. 5)



Figura 1. Multi-parametro da marca HACHE usado.

Para a análise de TDS usou-se um aparelho da marca Lovibond onde, com a ponta do aparelho era introduzida na amostra e feitas as leituras (fig. 6)



Figura. 6 – Aparelho usado para análise de TDS.

Para a identificação da alcalinidade usou-se o método de titulação. O procedimento consistiu na preparação de um indicador da alcalinidade com uma concentração de 0,1 de bromocresol dissolvendo a 3 ml de H₂SO₄ com a solução padrão de 0,02N e dissolvida a 100ml de água destilada. De seguida foi colocada 50 ml da amostra num Becker e adicionado 3 gotas do indicador misto da alcalinidade e titulado com o ácido de H₂SO₄ 0,02N, contando o volume da adição da substancia ate que a amostra mudasse de cor. Para determinar a alcalinidade usou-se a equação a baixo.

$$\text{Alcalinidade} = V_t * 20 \text{ e}; \quad \text{equação 1}$$

V_t é o (valor da titulação),

20 é a constate para a determinação da alcalinidade.

Parâmetro biológico: Para a determinação do parâmetro biológico foi feita a análise dos *E. coli*.

Para o efeito, as amostras foram incubadas numa estufa de marca ISCO a uma temperatura de 37° durante 24h e para a determinação dos coliformes fecais foram incubada a uma temperatura de 40° e o mesmo período de tempo.



Figura.7- Estufa eletrônica para análise microbiológica.

3.5. Tratamento de dados

Para as análises dos resultados obtidos usou-se o Excel para a comparação dos dados obtidos antes e depois e para fazer os gráficos.

Para determinar a eficiência da semente de moringa no tratamento foi usada a fórmula da equação 3 abaixo, para alguns parâmetros analisados na amostra, como a turbidez, *E. coli* e nitrato.

$$E\% = \frac{V_a - V_f}{V_a} \times 100, \text{ Onde:} \quad \text{equação 2}$$

E → eficiência,

V_a → valor inicial do parâmetro a ser analisado

V_f → valor final do parâmetro a ser analisado

Os resultados foram apresentados em forma de tabelas e gráficos, de acordo com as análises dos parâmetros feitos no laboratório.

4. Resultados

4.1. Valores Iniciais da Qualidade da Água das Amostras dos Poços colhidos

A tabela 1 apresenta valores iniciais das amostras colhidas nos 3 poços. No poço 3 registou valores elevados dos parâmetros analisados seguidos do poço 1 e o poço 2 com menos concentrações. Excepto nas concentrações de nitrito onde o poço 3 teve a concentração mas elevada segue-se do poço 2 e o poço 1 com concentração mais baixa.

Tabela2: concentração inicial dos parâmetros da qualidade da água encontrada nos poços.

| Parâmetros | Poço 1 | Poço 2 | Poço 3 | Media |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Turvação (NTU) | 57 | 25.98 | 115 | 66 |
| Nitrito (mg/L) | 0.054 | 0.058 | 0.371 | 0.16 |
| Nitrato (mg/L) | 10 | 10.3 | 20 | 13.43 |
| Alcanidade (mg/L) | 30 | 14 | 30 | 24.33 |
| TDS (mg/L) | 274 | 129 | 240 | 214.33 |
| E, coli (ufc) | 17 | 23 | 253 | 97.3 |
| Coliformes fecais (ufc) | 13 | 10 | 20 | 14.33 |

4.2. Variação da Turvação após a adição da semente de MO no tratamento

Após a adição do estrato da semente de moringa observou-se uma redução dos valores da turvação que é ilustrado na figura 8. No tratamento com 7.5g do estrato no poço 3 obteve maior redução contribuindo com 97% da remoção da turbidez, seguiu-se o poço 1 com 90, 52% e o poço 2 obteve menor redução com 26% da remoção de turbidez. Enquanto com adição de 5g de moringa o poço 1 obteve 77.4% da remoção, poço 2 com 26,48% e o poço 3 com a melhor remoção de cerca de 84, 86%. Em termos gerais o tratamento com 5g apresentou uma redução da turvação numa média de 63%, e o tratamento com 7.5g apresenta uma redução em média de 71%.

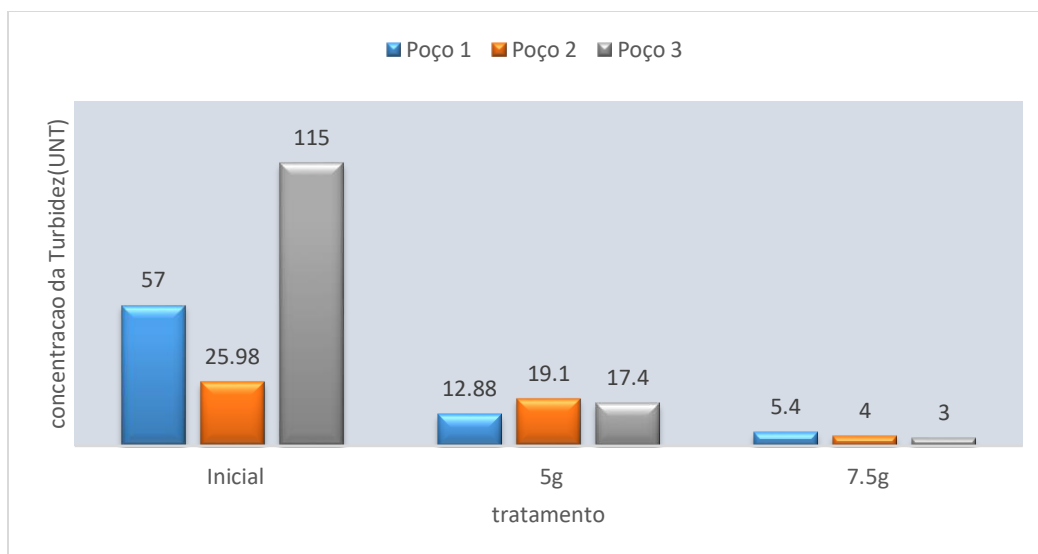


Figura8. Variação da turvação após o tratamento com o extrato da semente de moringa.

4.3 Variação do Nitrito após a adição da semente de MO no tratamento.

A variação do nitrito com a adição das 2 concentrações de extrato da semente de moringa; esta ilustrada na figura 8.

Em termos quantitativos, no tratamento com 5g observou-se que no poço 1 a redução de nitrito foi de 9%, no poço 2 o nitrito aumentou 31% e no poço 3 concentração do nitrito diminuiu 6% (fig.8). No tratamento com 7.5g de moringa, a concentração de nitrito aumentou na ordem de 92% no poço 1, não sofreu nenhuma alteração no poço 2 e diminuiu em cerca de 48% no poço 3 em relação as concentrações iniciais (fig.9). Em geral no tratamento de 5g de moringa verificou-se uma ligeira redução com uma média de 0.6% e no tratamento com 7.5g os nitritos aumentaram nas amostras em cerca de 84%.

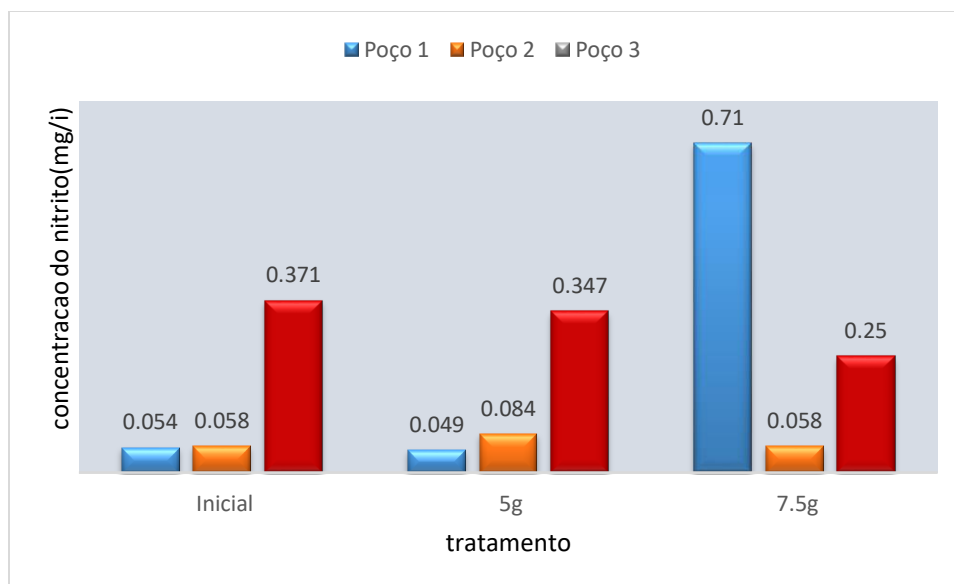


Figura 9. Variação de Nitrito após o tratamento com o extrato da semente de moringa.

4.4. Variação de Nitrato após a adição da semente de MO no tratamento.

A figura 10 ilustra a variação de nitrato que com a adição do extrato da semente de moringa na água observa-se redução dos valores nas 2 concentrações adicionadas.

Em termos quantitativo o tratamento com 5g de extrato da semente de moringa observou-se uma remoção a 100% dos valores iniciais do nitrato nos poços 1 e 2, no poço 3, verificou-se uma redução de 75% (fig. 10). No tratamento com 7.5g Em quanto que após 12h da adição da concentração de 7,5g do pó da semente de moringa na água, notou-se uma redução do nitrato em 100% nos poços 1 e 3 e no poço 2 uma remoção de 99%. Em geral, no tratamento com 5g de estrado de semente de moringa verificou-se uma redução de 86% e no tratamento com 7,5 uma redução de 99%.

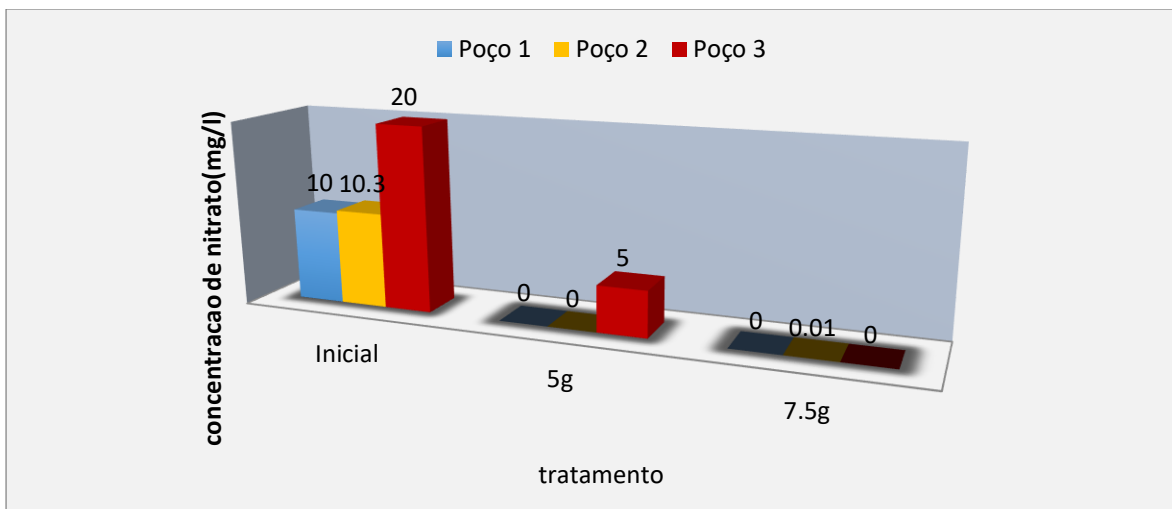


Figura10. Variação de nitrato após o tratamento com o extrato da semente da moringa

4.5. Variação de Alcanidade após a adição da semente de MO no tratamento.

A variação da concentração da alcalinidade da água constatou-se que com a adição das duas concentrações de extrato da semente de moringa após um período de 12h (fig.11)

Em termos de valores quantitativo o valor da alcalinidade, mostra um aumento no poço 1 de 11.76%, aumentou da alcalinidade no poço 2 de 53,33%, e no 3º poço verificou-se uma redução de 20% com o tratamento de 5g (fig.11). No tratamento com a concentração de 7,5g do extrato da semente de moringa na água, notou-se uma redução da alcalinidade no poço 1 com 13.33% de redução, poço 3 com a redução da alcalinidade de 26.66% e o poço 2 observou-se um aumento de 30%. Em geral, no tratamento com 5g de moringa verificou-se um aumento em média de 15% e no tratamento com 7.5g uma redução nas amostras em média de 9%.

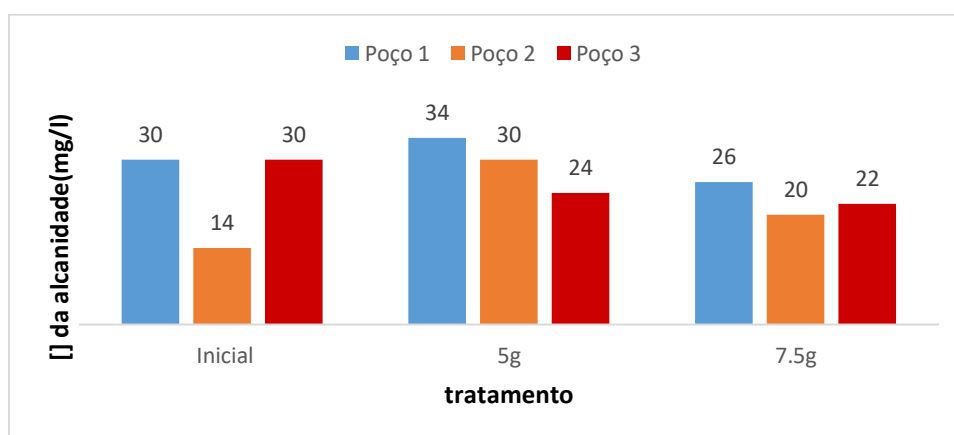


Figura11. Variação da alcalinidade após o tratamento com o extrato da semente de moringa.

4.6. Variação Total de sólidos dissolvidos (TDS) após a adição da semente de MO no tratamento.

A variação da TDS da água mostra que após a adição do extrato da semente de moringa o valor dos TDS aumentaram nos 3 poços e com as 2 concentrações, como ilustra a figura 12.

Em termos quantitativos, no tratamento com 5g observou-se, um aumento da concentração de TDS no poço 1 de 42.55%, no poço 2 com 53,9% e o poço 3 com 2,85%. (fig.12). No tratamento com 7.5g de moringa, também observados o aumento de 41.45% na amostra do poço 1, poço 2 com 67.34%, e poço 3 com 46.54 %. (fig.12). Em geral no tratamento de 5g de moringa verificou-se com uma média de 39% e no tratamento com 7.5g os TDS aumentaram com uma média de 52%.

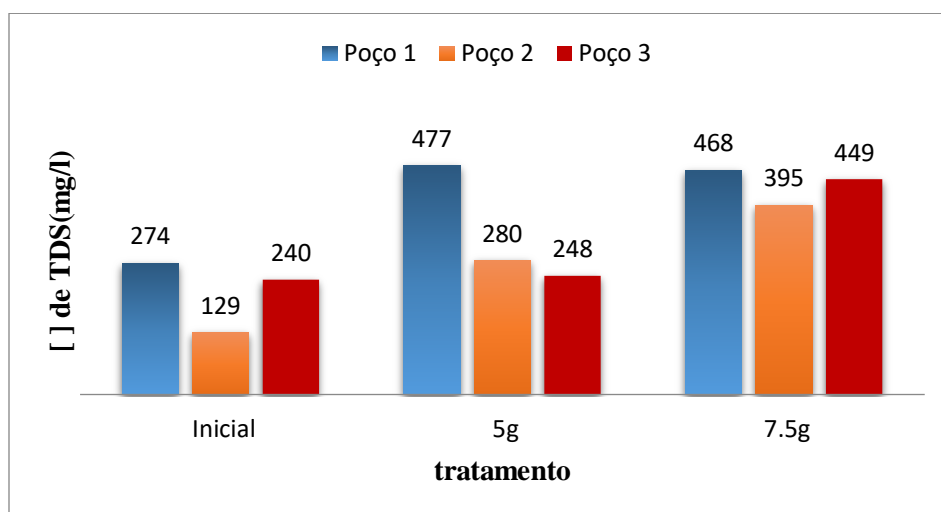


Figura12. Variação de TDS após o tratamento com o extrato da semente de moringa

4.7. Variação dos *E. coli* após a adição da semente de MO no tratamento

A variação dos *E. coli* mostra que após a da adição do extrato da semente de moringa por 12h reduziram os valores figura 13.

Em termos quantitativos, no tratamento com 5g de extrato da semente de moringa após 12 horas observou-se uma remoção de 100% dos valores iniciais de *echerichia coli* nos 3 poços. Enquanto, no tratamento com concentração de 7,5g do extrato da semente de moringa semente na amostra de água, notou-se uma redução da *E. coli* nos três poços. No poço 1 a concentração dos *E. coli* foi

removida a 100% de remoção, poço 2 cerca de 34.78% e poço 3 cerca de 98.02% (fig.13). Em termos gerais o tratamento de 5g apresenta uma média de 100% da remoção dos *E. coli* e o tratamento com 7,5g apresenta uma media de 74%.

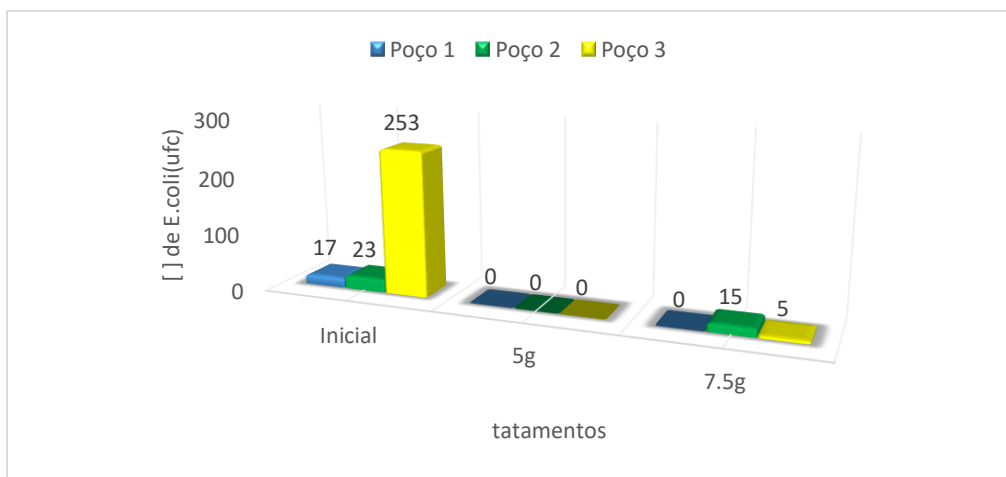


Figura13. Variação dos *E.coli* após o tratamento com o extrato da semente de moringa.

4.8. Variação do Coliformes fecais após a adição do estrato da semente de MO no tratamento

A variação dos coliformes fecais após a adição do estrato da semente de moringa os valores reduziram como ilustram a figura 14.

Em termos quantitativo no tratamento com 5g verificou-se uma redução dos coliformes fecais no poço 1 com cerca de 61%, redução da concentração dos coliformes fecais no poço 2 com 40% e no poço 3 com 85% (fig.14). No tratamento com 7.5g verificou-se uma redução nas concentrações de coliformes fecais no poço 1 com uma redução de 76.92%, com uma redução e poço 2 com 60% e uma redução da concentração dos coliformes fecais no poço 3 com 90%. Em termos gerais o tratamento com 5g de estrato da semente de moringa apresentou uma redução da concentração dos coliformes fecais numa média de 62%, e o tratamento com 7,5g apresentou uma media de 75%.

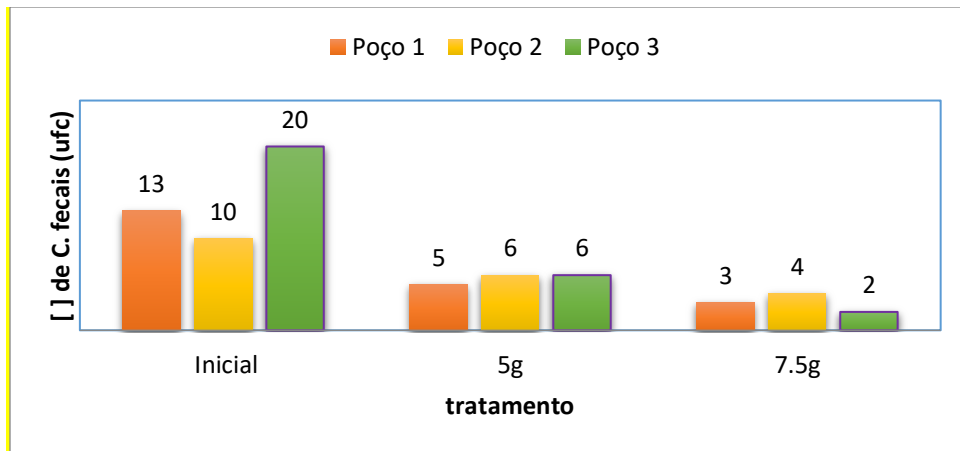


Figura15. Variação dos coliformes fecais após o tratamento com o extrato da semente de moringa.

5. Discussão

5.1. Valores iniciais da qualidade da água das amostras dos poços colhidos

Para a determinação da qualidade da água das amostras dos poços, foram seleccionados 3 poços do bairro Chuabo Dembe onde foram medidos 7 (sete) parâmetros da qualidade de água onde obtiveram-se as seguintes médias, turvação com 66 NTU, nitrito (NO₂) 0.16 mg/L, nitrato (NO₃) 13.24 mg/L, alcalinidade 24.33mg/L, total de sólidos dissolvidos (TDS) 214.33mg/L, E. coli 97.3 ufc. As concentrações de nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), alcalinidade, total de sólidos dissolvidos (TDS) os resultados são satisfatórias porque ele encontra-se dentro dos padrões recomendado por Moçambique (tabela 2).

Já a turvação e *escherichia coli* (E. coli) e os coliformes fecais apresentam valores elevados em relação aos padrões estabelecidos pelo regulamento da qualidade de água em Moçambique. Esse valor elevado justifica-se pelo facto da geologia do solo que não apresenta uma textura bem compactada que permite que haja facilidade na penetração da matéria orgânica, sólidos suspenso e pelo facto das amostras serem colhidas numa época chuvosa o que contribui para o aumento da turvação e dos microrganismos por elas ao rastejar serem agente de transporte de substâncias que estiverem na superfície terrestre, e das proximidades das concentrações com ponto de contaminação isto porque as águas entram em contacto directo sem que aja uma possível retirada feita pelo solo.

Fazendo estimativas, a partir das análises laboratoriais, notou-se que para purificar 50 ml de água seria necessário 5g de extrato da semente e, para se obter 1 litro de água no mesmo intervalo de tempo seria necessário 10g de extrato. No contexto das comunidades, para purificar 20 litros de água em durante 12 horas necessitaríamos de 200g.

Muchimbane (2010), efectuou um estudo em Maputo sobre as águas subterrâneas, e obteve resultados semelhantes ao do presente estudo. Os valores elevados foram de nitrato, turbidez, e *escherichia coli*. O trabalho foi feito em zonas onde há latrinas sépticas, fertilizantes agrário, fato este que comparando ao presente estudo tem a semelhança quanto a latrinas e, proximidades de deposição de esgoto.

5.2. Variação da Turvação após a adição da semente de MO no tratamento

A variação da turvação apresentada na figura 8, verificou-se que após a introdução do estrato da semente de moringa em 12 horas (fig.8). Em todos os poços houve uma redução na taxa da turvação, onde a maior taxa de redução esta apresentada nos poços onde os seus valores iniciais apresentavam valores mais elevados, este fato observa-se com a adição das 2 concentrações mas a concentração de 7.5g foi a que apresentou melhores resultados da remoção da turbidez. A maior taxa da remoção esta associada, á maior carga de contaminação que a agua contem, que ao adicionarmos a semente de moringa esses contaminantes são rapidamente neutralizados pela substancias contidas na semente, que quando maior for a contaminação maior é a capacidade do agente na actividade para a retirada dos contaminantes, e no seu poder de neutralização dos agentes contaminantes.

A eficiência do estrato da semente de moringa no estudo em destaque foi reduzindo assim que a turbidez da água reduzia. Os resultados obtidos entram em concordância com o trabalho feitos por Pritchard *et al* (2010), que nos seus estudos com a utilização das sementes de *Moringa oleífera* no tratamento de água com turbidez de 146 UNT, uma redução de turbidez de aproximadamente 85% em ensaios de sedimentação, foi observada, o que assemelha ao presente estudo cujos resultados máximos foram de 97% e os mínimos fora de 26% da remoção da turbidez. A concentração de 7,5g foi a que apresenta maior remoção da turbidez.

A eficiência da semente de *Moringa oleífera* na remoção da turbidez esta relacionada ao alto teor proteínas catiónica e pela elevada carga positiva, que apresenta uma capacidade de neutralizar todo o material que encontra-se suspensão na água, assim coagulando e criando flocos sedimentáveis.

Pozzobon & Kempka (2015). Afirmam que a semente de moringa apresenta aminoácidos com que apresentam excelente capacidade de aglutinação que actuam como floculantes, aglutinando e sedimentando partículas sólidas presentes na água.

5.3. Variação do Nitrito após a adição da semente de MO no tratamento.

Os resultados apresentados na figura 9 mostram que em amostras cujos valores eram elevados a concentração de 5g foi suficiente para que houvesse uma redução no nitrito, nos poços 1 e 3, mas na amostra do poço 2 que apresentava valor baixo o nitrito aumentou com a adição da semente de moringa, essa variação são explicadas pelo facto de nitrito ser um elemento que facilmente é convertido na água, quando adicionamos a semente de moringa em por ser rica em matéria orgânica facilita a conversão dos nutrientes na água

Em quanto que após 12h da adição da concentração de 7,5g do extrato da semente de moringa na água, nota-se um aumento do nitrito no poço 1 de 92.39% do seu valor inicial, o poço 2 manteve a concentração inicial e, poço 3 diminuiu 27.95% do valor inicial.

Usepa (1994) afirma que a água apresenta concentrações nitrogenadas que normalmente são encontradas em valores baixos que com a deposição da matéria orgânica na água ele aumenta drasticamente a concentração de nitrogénio que esse é transformando em nitrito. Talvez, este seja a provável explicação da elevação do nitrito nas amostras durante o ensaio experimental.

A concentração de 5g é a que apresenta melhores resultados de remoção após a adição na água comparado a concentração de 7.5g, este facto pode ser explicado pela teoria descrita por GRASS (2011), segundo a qual os mecanismos de transporte e transformação dos nutrientes são processos individuais, estes com uma dinâmica contínua e muitas vezes não é possível distinguir os limites que governam a transformação de tipo específico de nitrogénio dissolvido na água.

5.4. Variação de Nitrato após a adição da semente de MO no tratamento.

A redução do nitrato nas amostras apresentados na figura 10, justifica-se pelo facto de esse estar associado ao valor elevado de nitrato que após a adição da semente que é rica em matéria orgânica aumentou o nível de nutrientes que cria a possibilidade desse elemento sofrer uma transformação convertendo-se em nitrogénio orgânica diminuindo a sua concentração e o nível de contaminação.

Resultados similares foram obtidos por Rezende, *et al* (2016) que nos ensaios realizados com várias dosagens e valores de nitrato tiveram uma redução muito significativa do nitrato utilizando a moringa, com 86% de remoção na dosagem de 5000 mg/L do extrato das sementes com residual

de nitrato de 9 mg/L, e os melhores resultados apresentam-se em amostras onde houve uma introdução da solução salina. O estudo mencionado assemelha-se aos resultados do presente estudo onde com a adição da semente de moringa nos poços atingiu-se até 100% da redução do valor inicial nas amostras.

5.5. Variação de Alcalinidade após a adição da semente de MO no tratamento.

A redução da alcalinidade das águas apresentada na figura 11, é feita mediante a adição de substâncias neutralizadoras que a semente de moringa contém essas substâncias ao reagirem com as substâncias diminui as substâncias responsáveis pela alcalinização da água. Os resultados obtidos nos poços 1 e 2 assemelham-se aos do trabalho feito por RARATO (2013), que ao introduzir a semente de moringa nas amostras das águas por ele usada houve um aumento da alcalinidade da água de 15mg/l para 16mg/l na adição de 250ppm de moringa e de 15 para 26ml/l na adição de 320ppm. Esses resultados assemelham-se aos do presente estudo que obteve-se no 1 poço um aumento de 30ml/l para 34ml/l com a adição de 5g do extrato da semente de moringa, já no segundo poço com a mesma quantidade do extrato da semente de moringa o aumento foi de 14mg/l da alcalinidade para 30mg/l. No mesmo poço observou-se um aumento de 14mg/l para 20mg/l com a adição de 7,5g da semente de moringa e resultados semelhantes foram encontrados por Rarato (2013).

Mostrando assim que quanto maior for a adição da semente de moringa mais recomendável será a eficiência podendo assim explicar essas relações que tem acontecido pelo facto do pH da água inicial que tem contribuído bastante na variação da alcalinidade da água.

5.6. Variação Total de sólidos dissolvidos (TDS) após a adição da semente de MO no tratamento.

Os resultados apresentados na figura 12 verificou-se que as amostras com menor concentração da adição da semente de moringa apresentaram valores baixos do aumento do valor inicial enquanto em amostra com concentrações elevadas, o valor de TDS inicial obteve o maior aumento isto está associado à introdução do extrato da semente de moringa na água que se dissolve imediatamente aumentando os sólidos presentes na água. As elevadas cargas de nutrientes, polímeros e agentes responsáveis, pela coagulação e floculação que a semente contém, faz com que haja um aumento

da concentração dos sólidos dissolvidos na água, e dependendo do tempo de contacto e da acção mecânica, as concentrações adicionadas definem a sua eficiência como por exemplo o poço 3 que com menor concentrações de estrato da semente de moringa ele aumenta com uma percentagem de 2% e na amostra com o mesmo valor inicial da TDS mas com um aumento o valor inicial aumentou para 46.54%.

Estudos similares feito por SILVA *et al.* (2007) mostram que após a introdução de 200mg/L da semente de moringa em águas com um nível de contaminação elevado, os resultados mostraram que os sólidos presentes na água reduziram cerca de 20,20% e 20,83% respectivamente. Os valores de TDS reduziram de 980mg/L para 782 e 969,5 para 7667,5mg/L, onde a menor concentração apresenta maior percentagem de remoção respectivamente.

5.7. Variação dos *E. coli* após a adição da semente de MO no tratamento

A variação dos *E.coli* apresentados no gráfico 13, verificou-se que com a adição de concentração de 7,5g houve menos redução no poço 2 que provavelmente esteja relacionada com um possível aumento de número dos *E.coli* visto que com a adição de 5g notou-se uma redução de 100%. O aumento de *E.coli* que se verificou no uso de concentração elevada esta relacionado com o introdução elevada da matéria orgânica presente nas sementes que após adição, juntam-se ao material floculado e sedimentam que criam um regeneração dos *E.coli* na água visto que esses se multiplicam no solo húmido e rico em matéria orgânica.

Amaral (2006), Rodrigues, et al. (2013) e, Ndabigengesere & Narasiah, (1998) quando usaram a semente de moringa no tratamento de água, os resultados obtidos mostraram uma redução das bactérias *E.coli* em 100% no uso de concentração menor e notou-se um aumento das mesmas com o uso de concentração maiores esses estudos assemelham-se com o presente estudo visto que nas amostras dos 3 poços com a adição de menor concentração apresente melhores resultados que nas amostras com concentração.

5.8. Variação do Coliformes fecais após a adição da semente de MO no tratamento

Nota-se que os poços com maiores valores foram os que apresentarem melhor remoção. Mas nas 2 concentrações os poços não atingiram o valor recomendado pela OMS e nem pela legislação moçambicana de qualidade de água para consumo humano.

AMORIM *et al.* (2013) quando testou o estrato de semente de moringa nos resultados por eles obtidos indicaram que avia nas amostras sobrenadado, microrganismo de origem fecal e termo tolerante, os resultados assemelham-se ao estudo em causa.

Oliveira, et al. (2016) nos estudos feitos os resultados indicam que o lixiviado bruto apresenta toxicidade e após o tratamento biológico com estrato de Moringa oleífera pelo processo de coagulação / floculação / sedimentação a toxidade é reduzida Há uma eficiência média de 99% de remoção de Coliformes Totais, Coliformes Fecais.

6. Conclusão.

- Levando-se em conta o que foi observado, conclui-se que os parâmetros da qualidade da água dos 3 poços antes do tratamento apresentavam valores elevados, e alguns parâmetros apresentavam valores fora do padrão recomendado para o consumo humano. Após o tratamento com o extrato de semente de moringa os valores dos parâmetros reduziram consideravelmente em quase todos os parâmetros.
- Após o tratamento feito com as 2 concentrações notou-se que as amostras que foram adicionadas a quantidade de 7,5g foi a que apresentou maior efeito no tratamento da água.

6.1. Recomendações

- ✓ A população do bairro que use a semente de moringa para o tratamento da água, visto que este reduz significativamente os valores do parâmetro da qualidade de água que estiver acima do recomendado para o consumo.
- ✓ As instituições de pesquisas para que façam testes com outros coagulantes naturais, como o quiabo a acácia branca e cacto.
- ✓ E com estudo semelhante façam o teste com variações de horas diferentes, com dosagem diferentes e com diferentes valores de contaminação da água, para identificar o tempo necessário para o tratamento.

7. Referências bibliográficas

- AMARAL, JUNIOR, O. R., LORENZON, L., & NUNES, A. (2006). *Tratamento alternativo da água utilizando extrato da semente de moringa oleifera e radiação solar*. Brazil.
- AMORIM, A. P., BAJTER, R. G., & OGUSUCU, R. (2013). *Uso de Extrato da Semente de Moringa Oleifera para a Filtração de Coliformes Fecais*. português.
- CONSORCIO ER ÁFRICA. (2001). *Manual Técnico: Para a Implementação de Projectos de Abastecimento de Água e Saneamento Rural*. Moçambique.
- COPASA. (2014). *Saneamento, tratamento e abastecimento de água*. Brazil.
- DOS SANTOS, A. R. (2010). *Desenvolvimento inicial de Moringa oleifera Lam. Sob Condições de Estresse*. São Cristóvão: Sergipe-Brasil.
- FRANCISCO, J. P., SILVA, L. D., SILVA, J. B., S. VELASCO, T., & B. SILVA, R. (2010). *Uso de extrato da semente de Moringa na floculação de material em suspensão presente na água residual da bovinocultura*. Brazil.
- FRAZAO, P., PERES, M. A., & CURY, J. A. (2011). *Qualidade de água para o consumo humano e concentração de flúoreto*. Brazil.
- FRIGHETTO, R., & LIMA, F. (2007). *O potencial da espécie moringa oleifera (Moringaceae). I. A planta como fonte de coagulante natural no saneamento de águas e como suplemento alimentar*. São Paulo: revista fitos.
- GASPAR, N. (1991). *Análises Laboratoriais De Água*. Maputo.
- HERCULANO, L. M. (2012). *Implementação de tecnologia de saneamento como forma de garantir água de qualidade, quantidade e higiene saneamento Moçambicano: caso do distrito de Funhalouro*. Porto Alegre.
- HERNANES, L. C., & OLIVEIRA, N. d. (2006). *Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semi-árido do Brasil*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, São Paulo, Brazil.
- L.A. AMARAL, O. R. (2006). *Tratamento de Água Alternativo Usando Semente de Moringa e Radiação Solar*. Brazil.

- MADRONA, G. S., BRANCO, I. G., SEOLIN, V. J., FILHO, B. d., FAGUNDES-KLEN, M. R., & BERGAMASCO, R. (2014). *Evaluation of extracts of Moringa oleifera Lam seeds obtained with NaCl and their effects on water treatment*. Brazil.
- MENDES, F. M., & COELHO N. M. (2009). *Estudo da moringa aloifera para Remocao de prata e mangans em agua*. sao paulo.
- MICOA. (2012). *Plano de accao nacional de combate a seca e a desnitrificacao*. Moçambique.
- MINISTERIO DA SAUDE. (2006). *Vigilancia e control da qualidada de agua para o consumo humano*. brazil.
- MIODUSKI, J. (2014). *avaliacao da toxidade de extracao da semente de moringa oleifera LAM. frente aos organismos Daphnia magna STAUS, E aremia salina LENCH*. curitiba.
- MUCHIMBANE, A. B. (2010). *Estudo dos Indicadores de Contaminacao das Aguas Subteranias por Sistema de Saneamento "In Situ". Distrito Urbano4, Cidade de Maputo, Mocambique*. Sao paulo.
- NETO, M. A. (2009). *Uso da semente do genero moringa*. Sao paulo.
- Oliveira, Z. L., Lyra, M. R., Arruda, A. C., Barros, C. A., Nascimento, J. F., & Ferreira, S. R. (2016). *Avaliação da Toxicidade de Lixiviado do Aterro Sanitário CTR- Candeias Antes e Após Tratamento com Extratos de Moringa oleifera Lam em Bioensaio com Alface - Lactuca sativa L. . Brazil*.
- OLIVEIRA, V. M. (2014). *Melhoria das condicoes da agua utilizada filtro de areia modificada com biomassa*. Uberalndia.
- PERPETUO, E. A. (2015). *Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais*. Cepema.
- POZZOBON, L., & KEMPKA, A. P. (2015). *Semente de Moringa oleifera na clarificacao de efluentes de indrustria de igredientes para alimentacao animal:comparacao com a coagulacao convencionale estudo das condicoes operacionais*. Santa catarina.
- PRITCHARD, M., CRAVEN, T., MKANDAWIRE, T., EDMONDSON, A., & O'NEILL. (2010). *A comparison between Moringa oleifera and chemical coagulants in the purification of*

drinking water – an alternative sustainable solution for developing countries. Physics and Chemistry of the Earth.

- RARATO, W. R. (2013). *Utilizacao de Moringa oleifera lam como auxiliar no processo de coagulacao/flouculacao/filtracao para o tratamento de agua de abastecimento.* Campo Mourao.
- RESPEITO, H. L. (2016). *Eficiencia da semente de Moringa na putificacao da agua do poço para o consumo humano, no posto administrativo de Mucupia Distrito de Inhassuge.* Zambézia, Mocambique.
- REZENDE, D., ARAKAWA, F. S., LUIZ, L. A., BONGIOVANI, M. C., LOVATO, G. A., MASQUETTI, V., KLEN., M. R. (2016). *Reducao do ion nitrato de aguas subteraneas da regio de Maringa-PR, com semente de moringa oleifers lam.* Brazil.
- RIBEIRO, A. T. (2010). *Aplicacao da moringa oleifera no tratamento de agua para consumo humano: Remoção de poluentes por coagulação-floculação.* Porto.
- RODRIGUES, M. J., & BARROS, L. S. (2013). *O estrato da semente de moringa oleifera e radiacao solar no tratamento de agua destinada ao consumo humano.* Sao Pao.
- SANTOS, G. R. (211). *Estudo de Clarificacao de Água de bastecimento Publico e Optimizacao Estacao de Tratamento de água.* Rio de Janeiro.
- SASOP - Serviço de Assessoria a Organizações Populares Rurais. (2005). *Segurança Alimentar e Nutricional na Agricultura Familiar Manual de Apoio: Orientações para Agentes de Segurança Alimentar das Regiões do Semiárido e da Mata Atlântica .* Brazil.
- SILVA, F. S. (2013). *Uso de semente de Moringa oleifera Lam no tratamento de efluentes em microcervejaria.* Portugal.
- SINHOR, V. (2014). *separacao de biomassa microbial gerada no tratamento de efluentes.* Pelotas.
- VIEIRA, L., BASSETTI, F., & SILVA, G. (2011). *coagulacao/floculacao com semente de moringa oleifera Lam para a remocao de cistos de girdia ssp.Oocistos de cryptosporidiumsp. da agua.* sao Paulo-Brazil.



Mudanca da cor das amostras apos a introducao da semente de moringa.



Variacao dos coliformes nas aguas.



Material usado na titulacao para determinacao do calcio.