

Meque Francisco Jone

Avaliação da Eficácia anti - microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água dos poços usada para o consumo humano.

Licenciatura em Ensino de Biologia com habilidades em Gestão de Laboratório

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2024

Meque Francisco Jone

Avaliação da Eficácia anti - microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água dos poços usada para o consumo humano.

Licenciatura em Ensino de Biologia com habilidades em Gestão de Laboratório

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura Ensino de Biologia, da Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, para obtenção do grau académico de Licenciatura em Ensino de Biologia com habilitação em Gestão de Laboratório.

**Supervisora:** Mestre Agnes Clotilde Novela

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2024

## **Índice**

Índice de Figuras.....	i
Índice de tabelas.....	ii
Lista de Abreviaturas .....	iii
Declaração de compromisso de Honra .....	iv
Dedicatória.....	v
Agradecimentos .....	vi
Resumo .....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPITULO I .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	14
1.1. Problema de pesquisa .....	15
1.2. Objectivo .....	16
1.2.1. Objectivo geral .....	16
1.2.2. Objectivos específicos.....	16
1.2.3. Questões científicas.....	16
1.3. Justificativa e relevância.....	16
1.4. Delimitação do tema.....	17
CAPITULO II.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
2.1. Importância da água.....	18

2.1.1. Água e sua distribuição .....	18
2.2. Saneamento básico e o tratamento de água .....	19
2.2.1.1. Método e técnicas de tratamento da água.....	19
2.2.2. Tratamento de água para abastecimento público .....	19
2.2.2.1. Adsorção-neutralização de cargas .....	19
2.2.2.2. Sistema de Dupla Filtração.....	20
2.2.2.3. Desinfecção por radiação solar.....	20
2.3. Moringa Oleífera .....	20
2.3.1. Tratamento de água na base da Moringa oleífera .....	20
2.4. Parâmetros indicadores da qualidade da água .....	21
2.4.1. Parâmetros químicos.....	21
2.4.1.1. PH .....	21
2.4.1.2. Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	21
2.4.1.3. A dureza .....	22
2.4.2. Parâmetros físicos .....	22
2.4.2.1. Turbidez .....	22
2.4.2.2. Condutividade eléctrica .....	23
2.4.3. Parâmetros microbiológico .....	24
2.4.3.1. Coliformes Totais.....	24
2.4.3.2. Coliformes Termotolerantes .....	25
2.5. Doenças de veiculação hídrica .....	26

CAPITULO III: METODOLOGIA DO TRABALHO.....	27
3.1. Área de estudo .....	27
3.2. Tipo de pesquisa .....	28
3.2.1. Quanto à abordagem .....	28
3.2.2. Quanto a natureza.....	28
3.2.3 Quanto aos objectivos .....	29
3.2.4. Quanto aos procedimentos .....	29
3.3. Fluxograma geral das etapas metodológicas .....	30
3.4. Amostragem e Amostra .....	31
3.4.1. Colecta e preparação das amostras .....	31
3.4.2. Materiais usados.....	32
3.5. Análises Laboratoriais .....	33
3.5.1. Procedimento de extracção do extracto bruto nas sementes da <i>Moringa oleífera</i> .....	33
3.5.2. Procedimentos da análise microbiana (coliformes fecais) no Laboratório da Faculdade Ciências Naturais e Matemática da Universidade Pedagógica- Maputo .....	33
3.5.3. Procedimentos da análise microbiana (coliformes fecais) no Laboratório Nacional de Higiene Água e Alimento. ....	34
CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
4. Resultados.....	36
4.1. Resultado das medições do pH no campo e no laboratório da FCNM .....	36
4.2. Resultados das análises microbiológicas.....	37
Tabela 2: Resultados da actividade anti-microbiano do substrato das sementes da Moringa...	37

4.2.1. Resultados sobre influência do tempo e dosagem na eficácia do substrato da Moringa ....	38
4.3. Discussão dos resultados .....	39
CAPITULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
5.1. Conclusões .....	42
5.2. Recomendações.....	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
BRASIL, M. S. <i>Dureza da água</i> ,(2006). .....	44
Apêndices.....	48

## Índice de Figuras

Figure 1: Mapa ilustrativo da localizacao geografica da universidade pedagogica .....	27
Figura 2: Comparação de água dos poços antes e depois de tratamento com as sementes da moringa .....	36
Figura 3: Gráfico ilustrativo do crescimento microbiano antes e depois de tratamento de água com o substrato das sementes da Moringa.....	37
Figura 4: Gráfico ilustrativo da eficácia do substrato de sementes de Moringa em relação a dosagem e tempo (duração). .....	38

**Índice de tabelas**

Tabela 1: Valores recomendáveis de parâmetros referentes à qualidade de água para fins de consumo doméstico.....	23
Tabela 2: Resultados da actividade anti-microbiana do substrato das sementes da Moringa...	37

## **Lista de Abreviaturas**

**ISO** - Internacional Standard Organization

**LNHAA**- Laboratório Nacional de Higiene, Água e Alimento

**MF**- Membrana Filtrante

**mg/l** - miligramas por litro

**MISAU**- Ministério de Saúde

**NMP**- Número mais Provável

**OMS**- Organização Mundial de Saúde

**PH** - Potencial Hidrogeniônico

**UFC** - Unidade Formadora de Colónias

**VMA** - Valor Máximo Admissível

**VMP**- Valor Máximo Permissível

**VMR** - Valor Máximo Recomendável

**VMP**- Valor Mínimo permissível

**UPM** – Universidade Pedagógica de Maputo

**FCNM** – Faculdade de Ciências Naturais de Matemática

## Declaração de compromisso de Honra

Eu, **Meque Francisco Jone**, declaro por minha honra que esta monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações da minha supervisora, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda, que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, Setembro de 2023

---

(Meque Francisco jone)

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho á Deus criador de todas as coisas, pelo fôlego da vida, e por mim guardar de todas as dificuldades que encontrei ao longo de toda trajectória.

Estendo a minha dedicatória aos meus pais entiqueridos, com certeza onde eles estiverem agora estão celebrando comigo o alcance deste grande feito que desde sempre foi um sonho para eles verem mim triunfar na vida académica, aos meus irmãos que foram verdadeiros motivadores, dando me suporte financeiramente e emocional durante este longo período de aprendizado até a conclusão desta tarefa difícil.

## **Agradecimentos**

A minha supervisora MEd. Agnes Clotilde Novela, pelo interesse e disponibilidade constante e principalmente pela sua entrega para realização deste trabalho, bem como pelas sugestões e críticas construtivas que foram pertinentes e fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Por ter uma capacidade peculiar de convidar o estudante a se interessar pela matéria, tenho-a como fonte de inspiração.

Aos meus irmãos, (Joaquim Francisco, Ester Francisco, Beatriz Francisco, Pedro Francisco, Dorca Francisco e Anastácia Francisco), pelo apoio incondicional, por inspirar desejar sempre o mundo e por fortalecer-me sempre que a caminhada me tornava frágil e incapaz de vencer. Em meio as dificuldade sempre fizeram até o impossível para que eu pudesse triunfar nessa trajetória, em dúvidas, sem o vosso apoio este sonho não seria possível.

Aos docentes do Departamento de Biologia e Química, pois ajudaram-me a concretizar este feito tão almejado desde mocidade.

A todos meus colegas do curso em especial ao Abreu Tamissone e Anatórcia Siteo pela amizade, companheirismo e inspiração durante a trajetória.

## Resumo

A água é um recurso escasso e indispensável à vida, que a cada dia vem se tornando menos disponível em sua forma viável de utilização, sendo necessários tratamentos para adequação dos parâmetros de qualidade que não se enquadram nas directrizes da legislação. Dentre os vários métodos de tratamento, a coagulação com as sementes da *Moringa oleífera* é empregada em amostras que não atendem as especificações biológico, químico e físico por forma a eliminar os microrganismos presentes na água. Geralmente, os coagulantes de origem natural empregáveis para essa finalidade são as sementes da *Moringa oleífera*, devido o seu baixo custo e acessibilidade, vários estudos realizados revelam que as sementes da *Moringa oleífera* têm a capacidade de clarear a água. Por esta razão, esta pesquisa tem como objectivo avaliar a eficácia anti - microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água dos poços usada para o consumo humano. O estudo tem como base uma metodologia quantitativa de natureza experimental, foram colectadas amostras de água no bairro da Tavira, localidade de Maluane-Manhiça, em um poço específico seleccionado sistematicamente de acordo com a vulnerabilidade que este apresenta, como é o caso da ausência de tampas, proximidade com a via publica e com a latrina, sendo que a ausencia de uma tampa para proteger a agua e a proximidade deste com a letrina destacam se como provaveis vias de contaminacao, tendo sido feita uma pré-análise da sua qualidade e outra pós-tratamento. Os resultados mostram eficácia na redução dos microrganismos de ( $> 100$  a  $<1$ ), quando avaliada a acção do coagulante isolada da *Moringa oleífera* em relação ao processo completo. O ensaio com as melhores condições de trabalho foi caracterizado conforme os parâmetros de pH e comparado com a amostra antes do tratamento. Conclui-se que a utilização da moringa como agente coagulante e na eliminação dos coliformes fecais no tratamento da água dos poços é eficaz, e pode ser uma alternativa para a substituição do sulfato de alumínio.

**Palavras-chave:** Tratamento de águas, *Moringa oleífera* Lam., coliformes fecais, pH

## ABSTRACT

Water is a scarce and indispensable resource for life, which every day is becoming less available in its viable form of use, requiring treatments to adapt quality parameters that do not meet the legislative guidelines. Among the various treatment methods, coagulation with *Moringa oleifera* seeds is used in samples that do not meet biological, chemical and physical specifications in order to eliminate microorganisms present in the water. Generally, the natural coagulants used for this purpose are *Moringa* seeds, due to their low cost and several studies have revealed that *Moringa oleifera* seeds have the ability to purify water. For this reason, this research aims to analyze the antimicrobial effectiveness of *Moringa oleifera* seeds in treating well water used for human consumption. The study is based on a qualitative methodology of an experimental nature in which water samples were collected in the neighborhood of Tavira, Maluane-Manhiça, in a specific well systematically selected according to the vulnerability it presents to water contamination, the proximity of this with the public road and the latrine, with a pre-analysis of its quality and another post-treatment carried out. The results show effectiveness in reducing microorganisms from ( $> 100$  to  $<1$ ), when evaluating the action of the coagulant isolated from *Moringa oleifera* in relation to the complete process. The test with the best working conditions was characterized according to the pH parameters and compared with the sample before treatment. It is concluded that the use of moringa as a coagulating agent and to eliminate fecal coliforms in the treatment of well water is effective, and can be an alternative to replacing aluminum sulfate.

Keywords: Water treatment, *Moringa oleifera*, fecal coliforms, pH

## CAPITULO I

### 1. INTRODUÇÃO

A água é o elemento essencial e indispensável à manutenção da vida, não apenas por suas características peculiares, mas pelo fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua acção directa ou indirecta. Neste contexto, é imprescindível que sua presença no ambiente esteja em quantidade e qualidade apropriadas para sua utilização (BRAGA *et al.*, 2002).

Segundo Zancul (2006), a água é também um bem de primeira necessidade por ser utilizada quotidianamente para o preparo de alimentos, saciar a sede, higiene e asseio corporal, limpeza de utensílios, dentre outros usos importantes. Assim, a qualidade de vida dos seres humanos está directamente relacionada à água de abastecimento que deve apresentar características sanitárias adequadas, oferecendo em sua composição ausência de microrganismos patogénicos e substâncias nocivas à saúde.

Porém, de acordo com Costa (1987), o acesso à água potável e ao saneamento seguro continua a ser um dos maiores desafios em África e em Moçambique, em particular sendo as principais fontes de água os poços não protegidos. Diante deste cenário o uso das vias alternativas para o tratamento de água e de baixo custo faz-se necessária com vista a redução risco a saúde da comunidade, garantir segurança alimentar e redução dos níveis de pobreza.

Dessa maneira, para designar a tecnologia de tratamento para obtenção da água potável, deve-se realizar análises microbiológicas e físico-químicas na água bruta, para definir suas características e as alterações que ela está sujeita devido aos fenômenos naturais (LIBÂNIO, 2010).

Assim sendo, objectiva esta pesquisa analisar a eficácia anti - microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água dos poços para o consumo humano. Ademais, o trabalho poderá contribuir para a melhoria da saúde da população visto que a maioria dos coagulantes naturais podem possuir menores efeitos colaterais, baixo custo de produção, baixos níveis de toxicidade, possuem uma acção terapêutica potencializada, considerando a presença de diversos bioactivos em sua composição.

### 1.1.Problema de pesquisa

Tavira é um bairro localizado na localidade de Maluane-Manhiça na província de Maputo que apresenta déficit de fontes de abastecimento de água potável obrigando a população a usar a água dos poços, os quais maioritariamente abastecem um elevado número dos moradores e, que se encontram desprotegidos, próximo da via pública e próximo da latrina tornando algumas características ameaçadoras à saúde dos moradores. Diante deste dilema, a população opta pelos meios alternativos como as sementes de *Moringa oleífera* para a remoção da maior quantidade possível desses materiais antes de usá-la para consumo o que, normalmente, isto é obtido pela adição de coagulantes químicos, dentro de uma sequência de tratamento controlado. Coagulantes químicos, tais como o sulfato de alumínio, às vezes não estão disponíveis a um preço razoável para as populações das zonas rurais mas, sendo o uso de coagulantes naturais, em geral de origem vegetal, o método mais usual para promover a coagulação de tais partículas.

Sabendo que a água proveniente dos poços com essas características de riscos tem uma maior probabilidade de apresentar contaminação por microrganismos patogénicos, a implementação de técnicas seguras, confiáveis e de baixo custo, para tratamento de água afim de torná-la apropriada para consumo humano são necessárias para o melhoramento da saúde das populações. Porém, as populações usam estes métodos, coagulantes naturais, (sementes de *Moringa oleífera*) sem conhecimento da sua eficiência e das quantidades seguras para o consumo humano sendo este uma ameaça à saúde da população. Assim sendo há *Moringa oleífera* um coagulante natural usado pela população para tratamento de água, existe a necessidade de provas científicas da sua eficácia anti - microbiana com vista a oferecer à população recursos fidedignos.

Este facto remete - nos, a seguinte questão: *Qual é a eficácia anti - microbiana das sementes da Moringa oleífera no tratamento da água dos poços para o consumo humano?*

## 1.2.Objectivo

### 1.2.1. Objectivo geral

- Avaliar a eficácia anti - microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água dos poços para o consumo humano.

### 1.2.2. Objectivos específicos

1. Identificar os microrganismos (coliformes fecais) na água antes e depois do tratamento com as sementes da *Moringa oleífera*,
2. Descrever os factores intrínsecos e extrínsecos responsáveis pela acção anti-microbiana das sementes da *Moringa oleífera*.
3. Comparar os níveis de contaminação microbiana das amostras submetidas a dosagem de 10ml durante 2 horas de tempo e 65ml durante 24 horas de tempo.

### 1.2.3. Questões científicas

1. Quais são os microrganismos a ser encontrados nas águas dos poços *do bairro Tavira-Manhiça*?
2. Como é que os factores intrínsecos e extrínsecos influenciam a acção antimicrobiana das sementes da *Moringa oleífera*.
3. Existe diferença entre os níveis de contaminação microbiana das amostras após serem submetidos a uma dosagem 10ml durante 2 horas e 65ml durante 24 horas tempo?

## 1.3.Justificativa e relevância

A água utilizada para o consumo humano não deve causar danos à saúde e para que esta seja totalmente segura, é preciso ficar atento às especificações da análise microbiológica e das suas propriedades físico-químicas pós, dessa forma, terá garantias de que está em condições ideais para o consumo. Devido a falta de fontes de abastecimento e tratamento de água, o uso das vias alternativas e de baixo custo para o tratamento de água, faz-se necessária com vista a permitir o acesso a água segura e conseqüentemente a eliminação de doenças de vinculação hídrica. Este estudo tem uma grande importância, por ser realizado numa área onde a maior parte da população não tem acesso a água potável e usa as sementes da *Moringa oleífera* e a farinha da mandioca como alternativa para o tratamento da água. A certificação da eficácia anti-microbiana

do coagulante natural *Moringa oleífera* poderá melhorar a saúde das comunidades locais oferecendo mais água segura a populações das zonas rurais e reduzir a propagação de doenças de vinculação hídrica bem como ameaças causadas por tratamentos de água usando os produtos químicos.

Portanto, este estudo poderá fornecer subsídios científicos em matéria relacionada a coagulante natural feito na base de sementes da *Moringa oleífera*, usando uma linhagem de pesquisa microbiológica, com o objectivo de avaliar a sua eficácia anti-microbiana no tratamento da água dos poços.

Assim, os resultados da análise quantitativas da água dos poços e eficácia anti-microbiana do coagulante natural *Moringa oleífera* podem determinar o uso seguro da água dos poços diminuindo a contaminação, aumentar a oferta dos recursos hídricos e de melhorar a qualidade de vida da população.

#### **1.4.Delimitação do tema**

O presente trabalho de pesquisa visou apenas analisar a eficácia anti- microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água dos poços nos seguintes parâmetros, biológicos (coliformes fecais) e parâmetros químicos (PH). Onde foram analisadas águas de um poço específico do bairro Tavira-Manhiça, seleccionado de acordo com a vulnerabilidade em que se encontra, proximidade da via publica e proximidade da latrina. Colheu-se (04) amostras numa periodicidade de 10 em 10 dias. Este trabalho visa contribuir para a melhoria da qualidade de saúde, na medida em que vai avaliar a eficácia das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água sob ponto de vista dos parâmetros (coliformes fecais e pH).

## CAPITULO II

### 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Importância da água

A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água. Existe uma falsa ideia de que os recursos hídricos são infinitos. Realmente há muita água no planeta, mas menos de 3% da água do mundo é doce, do qual mais de 99% apresenta se congelada nas regiões polares ou em rios e lagoas subterrâneos o que dificulta sua utilização pelo homem. A água é o mais crítico importante elemento para a vida humana.

Compõe de 60 a 70 % do nosso peso corporal, regula a nossa temperatura interna e é essencial para todas as funções orgânicas. Em media no mínimo nosso organismo precisa de 4 litros de água por dia. Além disso, a água também é usada na preparação de comidas e sumos. Por isso temos que garantir uma água segura com, com qualidade, pura e cristalina (NASCIMENTO, 2017).

##### 2.1.1. Água e sua distribuição

Segundo Barros *et al.*, (2008), o planeta Terra tem 70% da sua superfície coberta por água, tornando a água um dos recursos mais abundantes do mundo. Porém, uma pequena percentagem de toda essa água é doce, e desta água doce, uma pequena parcela é considerada potável, ou seja, suas características físicas, químicas e biológicas são adequadas para o consumo humano.

Da totalidade da água disponível no mundo, estima-se que 97,5% está presente nos oceanos e mares; 2,5% representa a água doce, grande parte desta água doce (69%) é de difícil acesso pois encontra-se nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e aproximadamente 1% encontra-se nos rios e lagos (ANA, 2019).

O consumo de água, embora indispensável à saúde, nem sempre é de fácil acesso. A escassez, a falta de recursos (muitas das vezes, hídricos e financeiros) e/ou, ainda, a ausência de políticas públicas direcionadas são alguns dos motivos que dificultam sua disponibilidade. Nessa perspectiva, a sua extração pode acontecer, pelo menos, de duas maneiras, pela superfície e pelo

subsolo. Conhecidas por se acumularem no solo, as águas superficiais são as responsáveis pela formação de rios e lagos (MENDES, 2023)

## **2.2. Saneamento básico e o tratamento de água**

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e preservar a saúde; melhorar a qualidade de vida; dar suporte à produtividade e, conseqüentemente às actividades económicas da população.

Saneamento básico pode ser definido como “o conjunto de procedimentos adoptados numa determinada região visando proporcionar uma situação higiénica saudável para os habitantes daquela localidade” (SECKLER, 2017). Dentre as actividades adoptadas para a manutenção do saneamento, podemos citar o abastecimento das residências com água potável, o manejo de água pluvial, a colecta e tratamento de esgoto, a limpeza urbana (colecta de resíduos) e o controle de pragas ou qualquer outro tipo de agente patogénico

### **2.2.1.1.Método e técnicas de tratamento da água**

#### **2.2.2. Tratamento de água para abastecimento público**

O tratamento de água consiste em um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos para remoção de impurezas e contaminantes que são atribuídos a água pelas partículas suspensas, coloidais, microrganismos, matéria orgânica e outras substâncias que podem afectar a saúde humana. O tratamento é aplicado em três categorias principais, purificação para uso doméstico, tratamento para aplicações industriais específicas, e tratamento de águas residuárias a fim de ajustá-las aos padrões de despejo no corpo receptor ou reutilização (MENAIA, 2009).

##### **2.2.2.1.Adsorção-neutralização de cargas**

Esse mecanismo realiza-se quando os cations metálicos na forma de sais são adicionados à água, levando à formação de espécies solúveis hidrolisadas. Esses compostos serão adsorvidos pelos colóides e posteriormente serão neutralizados devido à diferença de cargas (LIMA, 2020).

### **2.2.2.2.Sistema de Dupla Filtração**

O Sistema de Dupla Filtração (SDF) consiste em uma Filtração Rápida Descendente (FRD) precedida de alguma modalidade de Filtração Directa Ascendente (FDA), que pode ser Filtração Directa Ascendente em Pedregulho (FAP) ou em Areia Grossa (FAAG) (ROSA,2009)..

### **2.2.2.3. Desinfecção por radiação solar**

A acção dos raios emitidos pelo sol sobre a água a ser tratada é direccionada ao DNA das células, causando alteração em sua estrutura, o que torna o organismo patógeno incapaz de reproduzir-se. Dessa forma, a inactivação do organismo ocorre e ele perde sua capacidade de proliferação de doenças (LIMA,2020).

## **2.3. Moringa Oleífera**

Lucena (2021), Afirma que a *Moringa oleífera* é uma planta que pertence à família Moringaceae, a qual é composta por um único género e 14 espécies. Originária do norte da Índia, ela é encontrada em regiões subtropicais e é capaz de se adaptar a uma ampla variedade de solos, inclusive solos secos. A espécie cresce rapidamente e pode chegar a quase 10 metros de altura.

A *Moringa oleífera* possui diversas utilidades e é considerada uma planta multiuso. Suas folhas, flores, sementes, casca e raízes têm sido utilizadas para diversas finalidades. Algumas das suas principais aplicações são: Na alimentação, medicina, tratamento e água, cosmético e agricultura

### **2.3.1. Tratamento de água na base da Moringa oleífera**

A *Moringa oleífera* é utilizada como coagulante natural no tratamento de água. Suas sementes contêm proteínas catiônicas que se ligam a partículas suspensas na água, formando flocos que podem ser facilmente removidos.

Dentre as diversas aplicações da moringa, o uso de suas sementes como coagulante natural no processo de clarificação de água têm se destacado no âmbito científico. Em sua composição química a semente de moringa apresenta cerca de 40% de proteínas catiônicas que são responsáveis por seu carácter coagulante, essas proteínas têm a capacidade de coagular partículas suspensas e impurezas na água ainda que em pequenas quantidades (ALMEIDA,2018).

Na coagulação com a *Moringa oleífera*, deve-se utilizar sementes maduras e secas. Para obtenção das sementes, devem ser removidas as vagens e as “asas” das sementes para, em seguida, ocorrer a trituração até a formação de um “pó” de semente, o qual é misturado com a água a ser coagulada/floculada. A quantidade necessária de semente depende de quanta impureza que a água pode vim a conter (LUCENA, 2021).

## **2.4. Parâmetros indicadores da qualidade da água**

### **2.4.1. Parâmetros químicos**

#### **2.4.1.1. PH**

O potencial hidrogeniônico (pH), por meio da quantificação de íons hidrogênio ( $H^+$ ), define a intensidade da acidez ou da alcalinidade da água. A variação do pH ocorre por origem natural através da dissolução de rochas, fotossíntese ou antropogênicas como resíduos domésticos e industriais (BRASIL, 2006).

A água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde, os valores do pH desta água varia do intervalo de 6,5 a 8,5 (INNOQ,2019).

De acordo com Zuin *et al.*, (2009), o pH é um importante parâmetro que pode fornecer indícios do grau de poluição, o metabolismo de comunidades ou ainda impactos em um ecossistema aquático. As águas naturais apresentam um pH entre 4 e 9, influenciado pela dissolução de  $CO_2$ , que origina baixos valores de pH. Em geral, quando o pH aproxima-se de 9 é porque ocorreu a retirada de gás carbônico das águas por algas no processo de fotossíntese.

Calotas polares; 0,5% em rios e lagos e 0,9% em outros reservatórios (nuvens, vapor de água,). A ingestão de água tratada é um dos importantes factores de contribuição para a conservação da saúde (FERNANDES, 2011).

#### **2.4.1.2. Nitrato ( $NO_3^-$ )**

Brasil (2019), O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações deste nutriente superior a 10 mg.L, demonstram condições sanitárias inadequadas, uma vez que as principais fontes de nitrato são dejectos humanos e animais. Um ponto importante na questão

do nitrato é a capacidade poluidora deste ião na natureza. O nitrato é a principal forma de nitrogénio associada a contaminação da água, Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, (PINTO, 2010).

#### **2.4.1.3. A dureza**

De acordo com Rubilar (2013), A dureza da água é uma característica adquirida pela presença dos íons metálicos de cálcio, magnésio e em menor intensidade os de ferro e estrôncio. É uma característica indesejada uma vez que a água adquire sabor desagradável e também os sais desses constituintes em concentrações maiores impossibilitam a formação de espumas na água ocasionados pela reação sobre os radicais dos ácidos graxos contido no sabão. Além disso pode acarretar a formação de incrustações nas tubulações.

O limite máximo de 500 mg.L-1 é estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que trata do padrão de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

#### **2.4.2. Parâmetros físicos**

##### **2.4.2.1. Turbidez**

A turbidez, segundo Cordeiro (2008) é evidenciada pela presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, apresentando uma forte relação com a contaminação biológica. O mesmo autor, reforça esta informação quando afirma que a turbidez pode causar sérios danos à saúde, principalmente quando é antropogênica, pois nas partículas agregam-se os microrganismos causadores de diversas doenças de veiculação hídrica e compostos tóxicos.

Segundo o Misau (2006), a turbidez é uma característica da água devido à presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. É expressa pela interferência da passagem de luz através do líquido sendo medida no turbímetro ou nefelometria e expressa em unidade nefelometria de turbidez (NTU).

Por isso a turbidez é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz, através da amostra, seja espalhada e absorvida e não transmitida em linha recta. A clareza de um corpo d'água natural é um dos principais determinantes de sua condição e produtividade (PARRON, 2011). A turbidez dos corpos d'água pode ser ocasionada pela erosão das margens dos rios em

estações chuvosas, decorrente do mau uso do solo, como a falta de fixação da vegetação no mesmo. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais e actividades de mineração também provocam elevações na turbidez das águas. A primeira causa mostra o carácter sistémico da poluição, quando no ambiente ocorre inter-relações ou transferência de problemas de um para outro, como do solo para água (PIVELI; KATO, 2006).

#### 2.4.2.2. Condutividade eléctrica

A concentração de iões dissociados em um sistema aquoso é medida pela condutividade eléctrica (CE) da água que indica a capacidade desta em conduzir a corrente eléctrica. Esse parâmetro não discrimina os iões presentes em água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras. Se o valor da condutividade for elevado provavelmente indica grande emissão de esgoto doméstico no local. Tais despejos, provenientes em sua maioria de residências, compõem-se basicamente de urina, fezes, restos de alimentos, sabão, detergentes e águas de lavagem, contendo elevada quantidade de matéria orgânica, que contribuem para a entrada, no corpo de água, de espécies iónicas como cálcio, magnésio, potássio, sódio, fosfatos, carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, nitritos e amónio, dentre outras (ZUIN *et al.*, 2009). A Condutividade Eléctrica é expressa em micro Siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). As águas naturais apresentam valores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Um corpo d'água rico em compostos húmicos e com pH baixo pode apresentar altos valores de condutividade eléctrica, quando poluído por esgotos domésticos ou industriais e os teores podem chegar até 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (SILVA, 2012)

**Tabela 1:** Valores recomendáveis de parâmetros referentes à qualidade de água para fins de consumo doméstico

Características	Limite Admissível		Unidades
	Mínimo	Máximo	
<b>pH</b>	6,5	8,5	-
<b>Condutividade eléctrica</b>	50	2000	$\mu\text{S}/\text{cm}$
<b>Turvação</b>	0, 5	5	NTU
<b>Cor</b>	-	15	TCU

<b>Nitratos</b>	-	50	mg/L NO <sub>3</sub> -
<b>Nitritos</b>	-	3	mg/L NO <sub>2</sub> -
<b>Cloretos</b>	-	250	mg/L Cl-
<b>Amoníaco como NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	-	1, 5	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
<b>Dureza total</b>	-	500	mg/L CaCO <sub>3</sub>

Fonte: Instituto Nacional de Normalização e de Qualidade (INNOQ,2019).

### 2.4.3. Parâmetros microbiológico

Libânio (2010), afirma que dadas suas características biológicas, as águas naturais são constituídas de diversos microrganismos capazes de transmitir doenças e agir na transformação da matéria orgânica (ciclos biogeoquímicos o nitrogênio, por exemplo). As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, caracterizando o quanto a água está contaminada e a potencialidade para transmissão de doenças.

O grupo dos coliformes é constituído por bactérias encontradas no trato intestinal dos animais de sangue quente. Os coliformes são classificados como: coliformes totais e termotolerantes.

Para Alves (2010) as bactérias coliformes englobam diversos grupos, constituídos por diferentes gêneros (Klebsiella, Escherichia, Serratia, Erwenia e Enterobacter), surgem dos esgotos e da massa fecal encontrada em animais de sangue quente. Para que a água esteja contaminada por coliformes termotolerantes é necessário haver matéria fecal no local ou nas proximidades.

A legislação estabelece os procedimentos e responsabilidades referentes ao controle e vigilância do padrão de potabilidade e qualidade da água para consumo humano, regulamentando que toda água potável destinada ao consumo humano deverá atender os valores permitidos do padrão de potabilidade, estando as amostras de água isentas de coliformes termotolerantes (SAMUEL, 2011).

#### 2.4.3.1. Coliformes Totais

São coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver

na presença de sais biliares ou agentes tensioactivos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24 - 48 horas, e que podem apresentar actividade da enzima  $\beta$ -galactóides. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros géneros e espécies pertençam ao grupo (SOUSA, 2004).

Tais bactérias são ditas indicadoras microbiológicas da qualidade da água, pois elas são eliminadas todos os dias por animais de sangue quente em quantidades razoáveis no ambiente. Esta massa associada à quantidade de esgotos também eliminada diariamente eleva sua probabilidade de ocorrência nos corpos hídricos e a presença de patogênicos associados. Por conseguinte, altas concentrações indicam contaminação ou falha no tratamento (SANTANA et al., 2003; LIBÂNIO, 2010; TORTORA et al, 2012).

#### **2.4.3.2. Coliformes Termotolerantes**

São considerados coliformes termotolerantes o subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2004). Segundo Conama (2005), as bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes termotolerantes são:

Bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela actividade da enzima  $\beta$ -galactóides. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-activos e fermentar a lactose nas temperaturas de  $44^\circ\text{C}$  -  $45^\circ\text{C}$ , com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal (CONAMA, 2005).

Os coliformes fecais são ditos indicadores de contaminação fecal, pois de acordo com sua concentração nas águas, é possível avaliar as condições higiênico-sanitárias, presumindo-se que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *Escherichia coli* (SIQUEIRA, 1995; SANTANA et al, 2003). Além disso, quando tais patógenos contaminam a rede de abastecimento público ou fontes de abastecimento da água potável utilizada por muitas pessoas, podem ocorrer surtos de doenças intestinais, (PELCZAR et al., 2005).

Os Enterococos são bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus*, o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. Em sua maioria são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais. Essas bactérias são capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44°C em 24 horas. A principal espécie dentro desse grupo é a *Escherichia coli*. Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em visto da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (BETTEGA, 2006).

## **2.5. Doenças de veiculação hídrica**

A ingestão de água não tratada ou contaminada pode provocar várias doenças. Isso se deve ao fato da presença de microrganismos patogênicos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), muitas dessas doenças causam diarreia aguda causando desidratação, ocupando a 9ª posição de causas de morte no mundo e 2ª maior causa de morte em crianças menores de 5 anos, resultando em 361 mil de óbitos de crianças menores de 5 anos por ano. Oitenta por cento das diarreias agudas é consequência da ingestão de água imprópria para o consumo (OPAS, 2018). Em países onde o sistema de saneamento básico é precário ou ausente e as práticas de higiene são escassas, os casos de diarreia aguda resultam em 2 milhões de pacientes a cada ano (MORAES et al., 2014).

As principais doenças causadas pela ingestão de água contaminada são: cólera, febre tifóide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bacteriana- *Shigella*, *Escherichia coli*; viral – Rotavírus, Norovírus e Poliovírus (poliomielite – já erradicada no Brasil); e parasitárias – Ameba, Giárdia, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*. A alta disseminação de algumas dessas doenças, ou seja, a capacidade de transmissão de pessoa para pessoa (via fecal-oral) aumenta a propagação na comunidade e pode resultar numa epidemia causando um grande problema de saúde pública (CCD/SES SP, 2019)

## CAPITULO III: METODOLOGIA DO TRABALHO

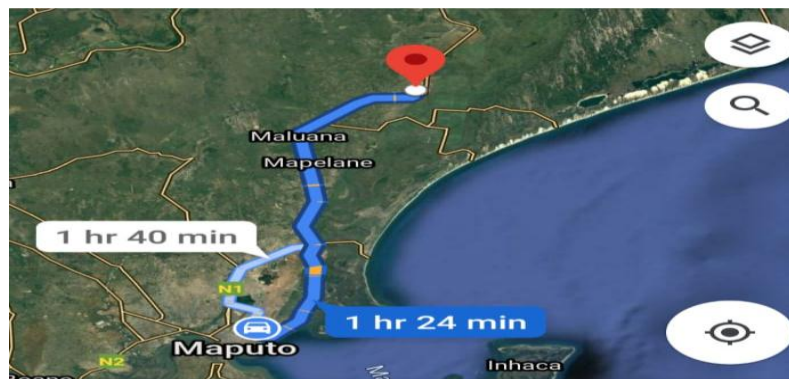
### 3.1. Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Biologia da Universidade Pedagógica de Maputo (no Campus da Lhanguene) que localiza-se no distrito municipal KaLhamankulu entre as avenidas do Trabalho e de Moçambique (EN1) e no Laboratorio Nacional de Higiene, Agua e Alimento que cita-se no distrito municipal de Kamavoto localiza-se avenidas das forças populares de libertação de Moçambique (FPLM).



**Figura1:** Mapa ilustrativo a localizacao da Universidade pedagogica.

As amostras da água dos poços foram colectadas no distrito de Manhiça, na localidade de Tavira, que está situado na parte norte da província de Maputo, em Moçambique. Tem limites geográficos, a norte e nordeste com o distrito de Bilene Macia da província de Gaza, a leste com o Oceano Índico, a sul com o distrito de Marracuene, a oeste com o distrito de Muamba e a oeste e nordeste com o distrito de Magude.



**Figure 2:** Mapa ilustrativo do bairro (ponto de recolha de amostras de água)

Fonte: Google maps

## 3.2. Tipo de pesquisa

### 3.2.1. Quanto à abordagem

Quanto a abordagem, a pesquisa é quantitativa pois busca dar resultados sobre eficácia anti-microbiana das sementes da *Moringa oleífera*, na base de interpretação usando uma forma indutiva dando significado os números obtidos nas análises sobre a influência do tempo e dosagem para descrever a situação observada (tratamento de água para consumo humano), ou seja, testou-se a amostra da água após o tratamento com as sementes de *Moringa oleífera* a fim de averiguar a quantidade de microrganismo presentes, para confrontar com a quantidade mínima permitida pela legislação, para aferir a eficácia anti-microbiana das sementes da planta em causa.

Segundo Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa centra-se na objectividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenómeno, as relações entre as variáveis. Como as amostras são partes representativas de um grupo e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa.

### 3.2.2. Quanto a natureza

Quanto à sua natureza, a pesquisa é aplicada porque o principal objectivo é gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos que neste caso é a qualidade microbiológica de água para o consumo humano que deverá ser solucionada (tratada) usando coagulante natural.

Segundo Gewandsznajder & Mazzotti (1998), a pesquisa aplicada é dedicada à geração de conhecimento para solução de problemas específicos, é dirigida à busca da verdade para determinada aplicação prática em situação particular. Neste contexto, será solucionado o problema da qualidade microbiológica da água dos usando as sementes de *Moringa oleífera*.

### 3.2.3 Quanto aos objectivos

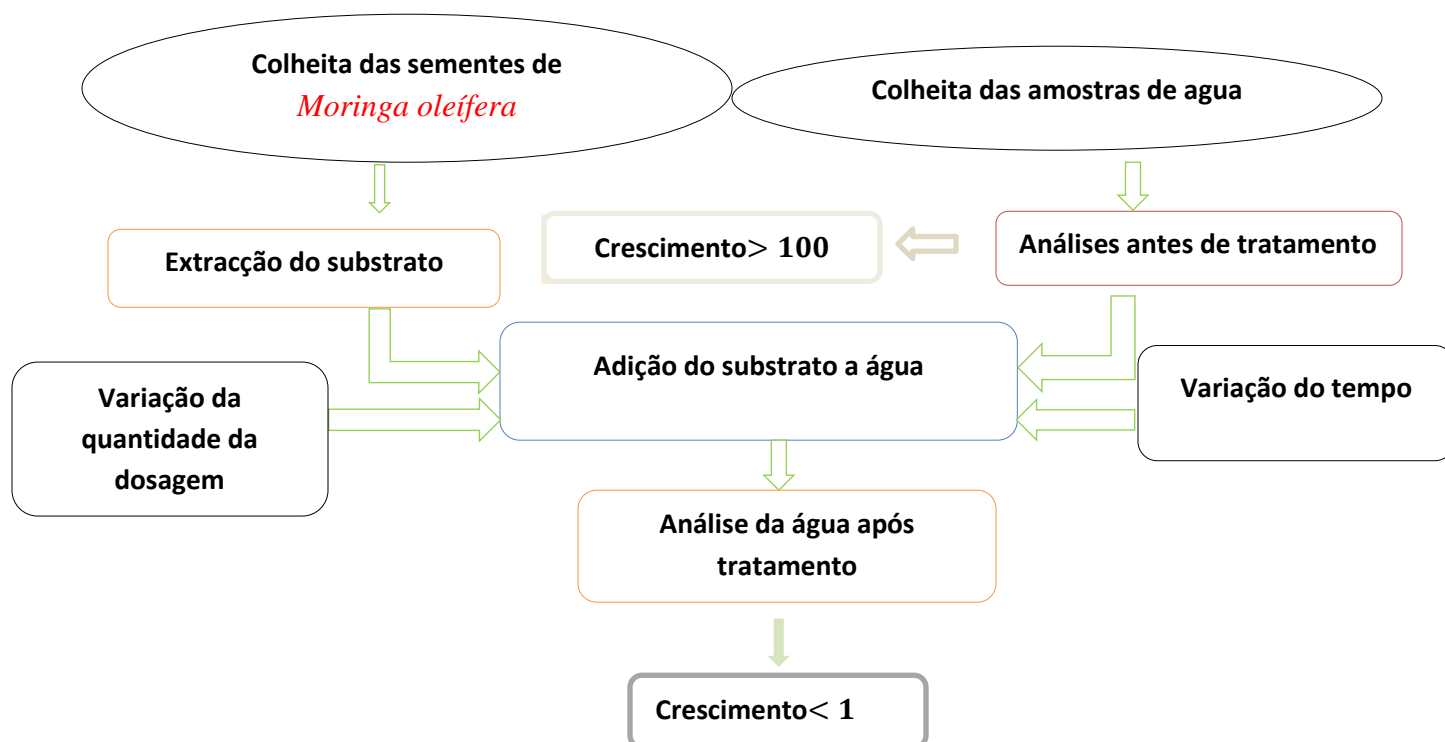
Concernente aos objectivos classifica-se como sendo uma pesquisa descritiva porque procura caracterizar certo fenómeno, neste caso, descrever a qualidade microbiológica da água dos poços. Assim, estabelecendo relações entre variáveis (parâmetros microbiológicos e eficácia antimicrobiana das sementes da *Moringa oleífera*), o que envolve técnicas de colecta de dados padronizadas (neste contexto, para garantir que a água não seja contaminada durante o processo de colecta das amostras).

### 3.2.4. Quanto aos procedimentos

Trata-se de Pesquisa Experimental, pois segundo Gil (2007), objectiva seleccionar as variáveis que seriam capazes de influenciar o objecto como é o caso da quantidade da dosagem do princípio activo das sementes da *Moringa oleífera* e o tempo de repouso que amostra leva após o tratamento. Além disso deve-se definir as formas de controlo e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto.

De acordo com Gil (1999) citado por, (OLIVEIRA, 2011) a experimentação é considerado o melhor exemplo de pesquisa científica. Para o autor a pesquisa experimental consiste na determinação de um objecto de estudo, na selecção das variáveis capazes de influenciá-lo e na definição das normas de controlo e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto. A pesquisa é experimental, pois a resposta a questão de estudo (eficácia anti-microbiana das sementes da *Moringa oleífera* usadas no tratamento de água na Tavira foram feitas através de pesquisas laboratoriais. Este tipo de pesquisa tem como objectivo verificar o efeito de uma ou mais variáveis independentes, (eficácia antimicrobiana das sementes da *Moringa oleífera*) sobre uma variável dependente (qualidade microbiológica de água), ou seja, testar uma relação de causa e efeito de certo fenómeno.

O fluxograma a baixo ilustra a sequência da pesquisa desde a colheita das sementes da moringa oleífera, colheita das amostras de água até a obtenção dos resultados.



### 3.3. Fluxograma geral das etapas metodológicas

### 3.4. Amostragem e Amostra

Para a operacionalização desta pesquisa, a recolha das amostras efectuou-se obedecendo a uma amostra probabilística sistemática, pois fez-se a selecção do poço com base na sua vulnerabilidade como é o caso da ausencia da tampa e sua aproximação com a latrina. Fez-se a colecta da amostra 4 vezes numa periodicidade de 10 em 10 dias, em cada análise era aplicada uma dosagem do substrato de moringa diferente da análise anterior com vista obter-se quantidades específicas capazes de eliminar os microrganismos na água.

As amostras da água do poço foram colhidas no mês de Maio do corrente ano. Primeiramente foram feitas as análises do pH no local, usando instrumentos portáteis e outras análises foram feitas no Laboratório de Águas e alimento e no laboratório de Pesquisa da FCNM.

#### 3.4.1. Colecta e preparação das amostras

As amostras de água dos poços consumida pela população de Tavira-Maluana, analisadas neste trabalho, foram colectadas em frascos de vidro branco, boca larga, com tampa de vidro esmerilhada, bem ajustada, capacidade de 250 ml e 500ml. A colecta foi realizada no mês de Março no período da manhã, no intervalo das 6 a 10 horas, obedecendo uma aleatoriedade e foram enviadas imediatamente ao laboratório dentro de um colman de capacidade de 10 litros contendo pedras de gelos. **Para a colecta das amostras parra as análises laboratoriais, obedeceu-se os seguintes procedimentos:**

- i. Anotou-se na ficha de colecta o endereço completo do local;
- ii. Calçou-se as luvas e removeu-se as tampas do frasco de colecta conjuntamente com o papel protector com todos os cuidados de assepsia, tomando precauções para evitar a contaminação da amostra pelos dedos;
- iii. Submergiu-se o frasco, para obter amostra mais profunda, não se deve retirar amostra da camada superficial
- iv. Desceu-se lentamente o frasco sem que toque nas paredes do poço ou outro material.
- v. Colectou-se a amostra (250 a 500 ml), deixando um espaço dentro do frasco suficiente para sua homogeneização;
- vi. Fechou-se o frasco imediatamente após a colecta fixando o papel protector;
- vii. Identificou-se a amostra e preencheu-se a ficha de colecta;

viii. Arrumou-se as amostras na caixa de colecta e foram conservadas sob refrigeração até a chegada ao laboratório.

### 3.4.2. Materiais usados

Matérias	Equipamentos	Meios de cultura e reagentes
Frascos de vidro de 250ml e 500l; Luvas; colman de 10 litros; Frasco estéril com solução; Ficha de colecta Caneta Maquina fotografica Copo de boquem 200ml Balança analítica de alta precisão Papel de filtro Almofariz Proveta de 100ml Copo de boquem 200ml	–PH-Metro ELE International modelo7100 –Incubador controlado por termóstato a $(44,0\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ ; –Banho-maria controlado por termóstato a $(45\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ ; –Aparelho de PH com precisão de 0.1; –Autoclave para esterilização a vapor $(121^{\circ}\text{C}/15)$ ; –Equipamento de filtração (Monifold ou rampa para filtração) Erlenmeyer e bomba de vácuo; –Bico bunsen; –Tubos de ensaio; Ansa de platina com $\varnothing$ do anel com 3mm; –Pinças arredondadas, para manuseamentos das membranas filtrantes; –Membranas filtrantes, compostas por esterres de celulose com 47mm de diâmetro e com poro animal de $0.45\mu\text{m}$ com grelha; –Placa de Petri esterilizada com 65mm e ou 90 mm de diâmetro; –Balança analítica de alta precisão(ADAM, e = 0.0001g)	– <i>Membrana Louryl Sulfate Broth</i> – <i>Caldo de Billis e verde brilhante 2%</i> – <i>Agar bacteriological MacConkey</i> – <i>Plat count agar ou nutriente agar</i> – <i>Reagente de Kovacs</i> – <i>Água destilada</i>

### 3.5. Análises Laboratoriais

A preparação das amostras e as análises laboratoriais foram feitas no Laboratório Nacional de Higiene, Água e Alimentos (LNHAA) - MISAU e nos Laboratórios de Pesquisa de Universidade Pedagógica – Maputo.

As mesmas amostras para as análises microbiológicas, foram processadas no LNHAA e Lab.UP em simultâneo e a extracção do substrato de Moringa foi feita unicamente no laboratório de UP

#### 3.5.1. Procedimento de extracção do extracto bruto nas sementes da *Moringa oleífera*

O coagulante das sementes, foi extraída obedecendo os seguintes procedimentos:

A extracção foi por maceração.

- a. Colheu - se as sementes da *Moringa oleífera* e, colocou se a secar a temperatura ambiente durante 3 dias;
- b. Esmagou -se as sementes com ajuda do almofariz;
- c. Adicionou- se 66g do pó das sementes com 230ml de água destilada;



**Fig:2** Extracção do extracto bruto

- d. Colocou- se no agitador durante 24 horas e;
- e. Com ajuda da ceifa filtrou - se o extracto bruto;
- f. Levou-se o substrato a geleira para conservar.

#### 3.5.2. Procedimentos da análise microbiana (coliformes fecais) no Laboratório da Faculdade Ciências Naturais e Matemática da Universidade Pedagógica- Maputo

##### Procedimentos seguidos durante a preparação de meio de cultura e semeadura da amostra

- a. Com ajuda de uma pipeta aplicou-se 10ml do extracto bruto das sementes da *Moringa oleífera* numa amostra de 500ml de água colocada em repouso durante 2 horas de tempo.

- b. Com ajuda da pipeta aplicou-se 65ml do extracto bruto das sementes da *Moringa oleífera* numa amostra de 500ml de água durante 24 horas de tempo, onde este mostrou-se eficaz.
- c. Pesou-se 6g de meio de cultura e misturou-se com 342ml de água destilada;
- d. Levou-se à autoclave durante 30 minutos depois arrefeceu-se na autoclave;
- e. Arrefeceu-se com água corrente;
- f. Fez-se a distribuição nas placas para a solidificação e com ajuda da pinça esterilizada fez a sementeira;
- g. Incubou-se as placas invertidas na estufa durante 24 horas a 37°C;
- h. Após o período de incubação foram feitas as observações e leituras.

**Obtendo os resultados positivos, procede-se com a coloração de gram, obedecendo os seguintes procedimentos:**

- a. Com ajuda da pinça tirou-se uma parte das colónias para a lâmina, confeccionou-se e fixou-se o esfregaço, de seguida corou-se com violeta de cristal por 60 segundo;
- b. Lavou-se com esguicho de água destilada, posteriormente cobriu-se com lugol;
- c. Lavou-se com esguicho de água destilada e descorou-se com álcool a 90%;
- d. Lavou-se novamente com esguicho de água destilada e corou-se com safranina por 60s;
- e. E por fim lavou-se com água destilada e secou-se e levou-se ao microscópio. Neste passo, fez se todas anotações das bactérias observadas tendo em conta as seguintes características: Gram negativas ou positivas, forma, dentre outras características recomendadas pela literatura.

### **3.5.3. Procedimentos da análise microbiana (coliformes fecais) no Laboratório Nacional de Higiene Água e Alimento.**

#### **Preparação das amostras e filtração**

- a. Preparou-se as amostras para filtração e incubação no meio de isolamento, isto 4 horas depois da colheita;
- b. Assepticamente colocou-se com uma pinça esterilizada (flamejada com álcool) a membrana filtrante sobre a porta filtro;

- c. Cuidadosamente colocou-se o copo (funil), verificando se o tubo de borracha de vácuo estava devidamente ligado a Erlenmeyer (frasco colector de água) e a bomba de vácuo;
- d. Filtrou-se 100ml da amostra,
- e. Após a filtração retirou-se o copo (funil);
- f. Removeu-se a membrana filtrante e colocando-a sobre a placa já preparada com meio membrana Lauryl sulfate agar solidificado;
- g. Certificou-se que não havia bolha de ar por baixo da membrana e;
- h. Esterilizou-se a porta filtro flamejando com álcool e passou-se água destilada esterilizada para retirar os resíduos de álcool.
- i. Por fim colocou-se a placa de Petri invertida na estufa por 24h a 43° C. Findo esse período, fez-se a leitura.

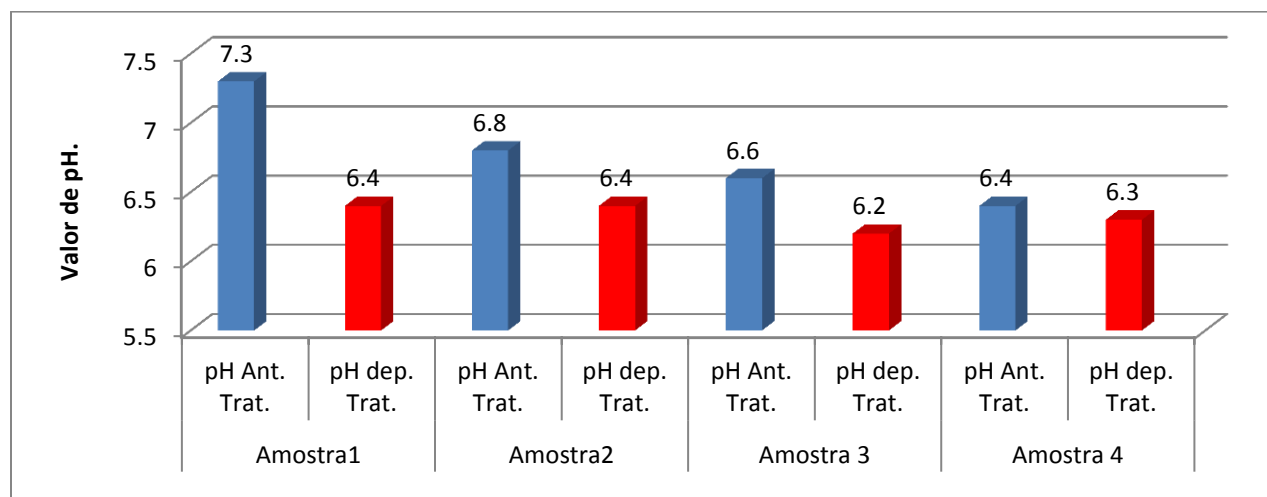
Tendo resultados positivos, fez-se o **teste de oxidase**, cujo objectivo é identificar se as bactérias em estudo têm, na cadeia respiratória, o citocromo oxidase. Quando presente, a citocromo c oxidase oxida a fenilenediamina, presente no reagente oxidase, provocando uma alteração de cor para roxo (Cunha, 2017). Para confirmar os resultados de coliformes fecais obedeceu-se os procedimentos:

- a. Após resultados positivos, com uma ansa plástica esterilizada retirou-se uma pequena porção da colónia para a fita de oxidase;
- b. Observou-se por 5 segundos para verificar se haveria mudança de cor. E não havendo, concluiu-se resultados negativos para este parâmetro (coliformes totais).

## CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4. Resultados

#### 4.1. Resultado das medições do pH no campo e no laboratório da FCNM



**Figura 2:** Comparação do PH de água dos poços antes e depois de tratamento com as sementes da moringa

O gráfico acima, ilustra os resultados inerentes a comparação do pH das águas do poço antes e depois do tratamento com as sementes da *Moringa oleífera*, após o tratamento da água com as sementes da *Moringa oleífera* houve uma redução do pH para fora do limite estabelecido pela INNOQ. A cor azul para água antes de tratamento e a cor vermelha para a água depois de tratamento.

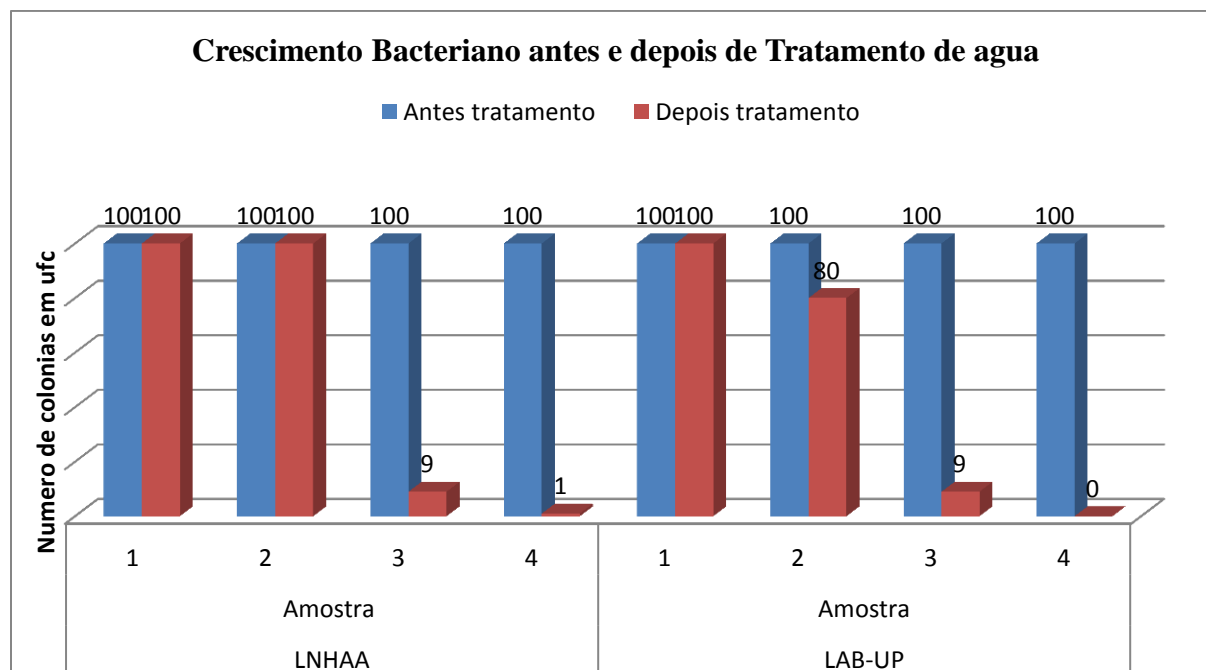
#### 4.2. Resultados das análises microbiológicas

A tabela abaixo, mostra os resultados obtidos no LNHAAs inerentes aos coliformes totais antes e depois do tratamento com sementes de Moringa.

**Tabela 2: Resultados da actividade anti-microbiano do substrato das sementes da Moringa**

Amostra	Dosagem	Tempo	Resultado
1	10ml do extracto bruto das sementes da <i>Moringa oleífera</i> /500ml H <sub>2</sub> O		>100
2	20ml do extracto bruto das sementes da <i>Moringa oleífera</i> /500ml H <sub>2</sub> O	2horas	>100
3	50 ml do extracto bruto das sementes da <i>Moringa oleífera</i> / 500ml H <sub>2</sub> O	24horas	9
4	65 ml do extracto bruto das sementes da <i>Moringa oleífera</i> / 500ml H <sub>2</sub> O	24horas	<1

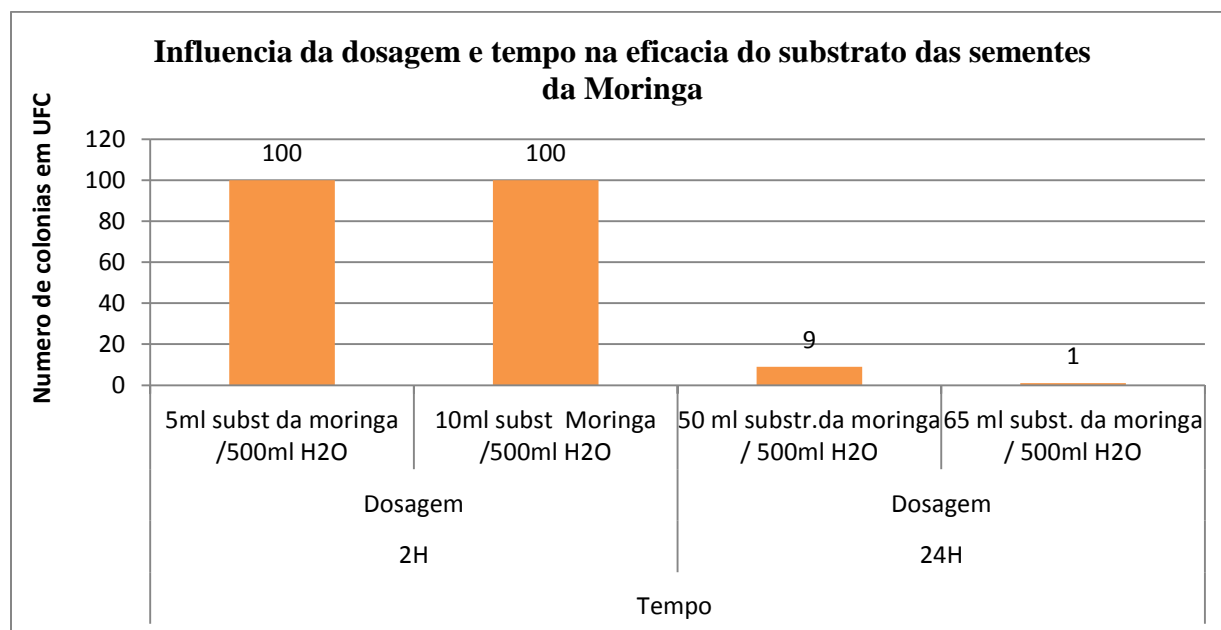
O gráfico ilustra o crescimento das bactérias antes e depois do tratamento da água nos laboratórios da UP e LNHA



**Figura 3:** Gráfico ilustrativo do crescimento microbiano antes e depois de tratamento de água com o substrato das sementes da Moringa.

O gráfico mostra o nível de crescimento das bactérias coliformes fecais na amostra de água com 10ml e 20ml respectivamente do substrato bruto das sementes *Moringa oleífera* adicionado a 500ml da amostra de água para cada dosagem colocada em repouso durante duas horas de tempo onde o crescimento é de  $> 100$  e nas amostras subsequente aumentou-se a dosagem do substrato bruto e o tempo numa media de 50ml do substrato bruto para 500ml da amostra de água colocada em repouso durante 24 horas tendo sido obtido um crescimento de 9 colónia e por fim na dosagem de 65 ml do substrato bruto para 500ml da amostra de água obteve-se um resultado de  $< 1$ .

#### 4.2.1. Resultados sobre influência do tempo e dosagem na eficácia do substrato da Moringa



**Figura 4:** Gráfico ilustrativo da eficácia do substrato de sementes de Moringa em relação a dosagem e tempo (duração).

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o substrato bruto das sementes da *Moringa oleífera* na dosagem de 65ml aplicado a uma amostra de 500ml de H<sub>2</sub>O por 24h tem um acção/actividade anti-microbiana eficaz 100% no tratamento de água dos poços para o consumo Humano.

### 4.3. Discussão dos resultados

De acordo com os resultados obtidos, os níveis de contaminação microbiana antes e depois do tratamento com as sementes da *Moringa oleífera*, variaram entre > 100 antes do tratamento e < 1 depois do tratamento, demonstrando assim a sua actividade anti-microbiana. Segundo Do Nascimento (2022), no estudo sobre *Avaliação do Potencial Antimicrobiano de Extratos de Folhas e Sementes de Moringa Oleífera Lam. Frente à Microrganismos Patogênicos*, obteve resultados positivos quanto á actividade antioxidante e antimicrobiano da moringa onde segundo a autora a *M. oleífera* demonstrou ser uma espécie promissora para finalidades fitoterapêuticas, uma vez que confirmou-se como agente antimicrobiano frente a diversas bactérias, incluindo *S. aureus* resistente a penicilina. A autora na sua pesquisa, afirmou que a composição fitoquímica química dos extractos etanólicos de folhas e de sementes secas de *M. oleífera* apresentam maior rendimento anti-microbiano, superior aos extractos aquoso e metanólico de folhas e sementes.

Al Juhaimi *et al.* (2017), fazendo um estudo comparativo, na base dos dados obtidos pela cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS), das espécies *Moringa peregrina* e *M. oleífera* relataram que o conteúdo fenólico total de folhas de *M. oleífera* é 22 % maior que o de folhas de *M. peregrina*, o que provavelmente torna a *M. oleífera* uma óptima fonte para obtenção de compostos activos. Dentre as moléculas bioactivas, o ácido clorogênico foi um dos principais compostos fotoquímicos encontrados das folhas de *M. oleífera*, o qual apresentou alta actividade antioxidante (AL JUHAIMI *et al.*, 2017). assim como encontrado no extracto etanólico estudado de Do Nascimento, (2022).

A actividade antimicrobiana das sementes da *M. oleífera*, é sustentada também por Baptista *et al.*, (2017) citado por Do Nascimento (2022) pois para este autor estes substratos vêm sendo bastante utilizadas como agentes clarificantes no tratamento de água em que a clarificação da água se torna efectiva devido à presença de proteínas com forte capacidade de aglutinação que agem como floculantes, no qual possibilita eliminar a turbidez, fungos, micropartículas, vírus e bactérias. Logo, estas sementes contêm proteínas com baixo peso molecular e, uma vez seu pó dissolvido em água obtêm-se cargas positivas que atraem as partículas negativas de siltes e argilas, e conseqüentemente formam-se partículas mais densas que se sedimentam, removendo a turbidez da água (BENANG, 2009).

Nos resultados obtidos nessa pesquisa, a actividade antimicrobiana variou também de acordo com o tempo e dosagem, sendo 65 ml substrato das sementes da moringa / 500ml H<sub>2</sub>O em 24h a mais eficiente. Conforme Sousa *at all.*, (2014) no estudo actividade antimicrobiana do extrato bruto da *Moringa oleifera* Lam em função do binómio tempo/temperatura, os extractos mantidos a 8 °C tiveram seu efeito inibidor mantido por mais tempo. A instabilidade do extracto é verificada a partir 72 horas de incubação, tal resultado pode ser justificado pelo acúmulo de resíduos orgânicos advindos das reacções enzimáticas favorecidas à temperatura ambiente, 37° C e 42° C. No estudo de Zampero, (2013), os resultados obtidos indicam que o extracto de semente de *Moringa oleifera* foi activo na inibição Microbiana como de *Pseudomonas aeruginosas* em todas as concentrações analisadas. No entanto, a activada antimicrobiana do princípio activo das sementes da *Moringa* deve-se a presença de componentes bioactivos. Elias, (2021), no estudo sobre óleo de semente da *Moringa* e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para leitões recém-desmamados, afirmou que as sementes de moringa possuem muitos componentes bioativos, principalmente esteróis e tocoferóis, compostos directamente relacionados à capacidade antioxidante e antimicrobiana do óleo. E DINESHA *et al.*, (2018), Identificaram flavonoides, fenóis, tocoferóis e maiores proporções de esteróis totais que variaram de 0,083 g a 0,098 g 100 g<sup>-1</sup>, de acordo com o método de extracção, que foi realizado pelos solventes n-hexano e metanol e por CO<sub>2</sub> supercrítico. FAISAL *et al.*, (2018) Observaram 55,83, 17,74 e 16,62% de β-sistosterol, stigmasterol e campesterol, respectivamente, do total de esteróis encontrados no óleo de moringa extraído por solvente. Tais compostos podem apresentar diversas funções como antimicrobiana, antioxidante, antidiarreica e anticarcinogênica ALY *et al.*, (2016) e ÖZCAN, (2018). Assim sendo, pode este ser usado como método alternativo para o tratamento de água para consumo humano. E sustentado por Cristina, (2018), no estudo sobre *Moringa oleifera*, seus benefícios medicinais, nutricionais e avaliação de toxicidade disse que ao nível da toxicidade da moringa, nos estudos de toxicidade aguda e subaguda de folhas de moringa foi considerada relativamente segura quando tomada em baixas concentrações por longos períodos de tempo, não apresentando alterações hematológicas e histopatológicas significativas. Uma dose única de 5000 mg/kg por peso corporal não conduziu a morte de ratos, sendo por isso estabelecido que a dose letal mediana seja superior a esse valor. Para humanos é recomendado que apenas ingira 70 gramas por dia, por longos períodos de tempo, para evitar a acumulação de alguns elementos no organismo.

O pH das águas dos poços variam geralmente entre 5,5 e 8,5. Os principais factores que determinam o pH da água são o gás carbónico dissolvido e a alcalinidade. Águas subterrâneas tendem ao neutro solução tampão mas, alto pH deve-se ao  $\text{CO}_3^{2-}$  e baixo pH ao  $\text{SO}_4^{2-}$ , normalmente (BASTOS, 2013). Resultado semelhantes foram obtidos por (Silva et al, 2009), que avaliaram água dos poço cujos valores de pH em geral ficaram abaixo de 7 e alguns com valores em torno de 7.5, Segundo anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), estabelece que o pH da água destinada ao abastecimento público deve situar-se entre 6.5 e 8.5. Das amostras colectadas, amostras brutas bem como tratadas com o extrato bruto das sementes da *Moringa oleifera* apresentou água própria para consumo humano.

## CAPITULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. Conclusões

Conforme os resultados apresentados e discutidos, em concordância com os objectivos desta pesquisa, sobre o uso das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água na do bairro Tavira-Manhiça conclui-se que:

Existem microrganismos indicadores de contaminação de água para consumo humano;  
As sementes da *Moringa oleífera* são eficazes no tratamento de água para o consumo humano pois, reduziram o pH de 7.3 para 6.3 e a carga microbiológica de >100 para <1  
Os níveis de contaminação microbiana antes e pós tratamento com as sementes da *Moringa oleífera* foram >100 para <1 respectivamente, variaram as sementes conseguem inibir o crescimento microbiano.

### 5.2. Recomendações

Após as conclusões apresentadas sobre eficácia anti - microbiana das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água do poço no Bairro Tavira, Maluana-Manhica usada para o consumo humano, recomendamos o seguinte:

Às famílias:

Nas instalações dos poços deve-se ter em conta as regras e medidas de protecção e as fontes devem estar cobertas e deverá se manter permanente de uma boa higiene à volta da mesma;

A água proveniente destas fontes não deve ser consumida sem o devido tratamento podendo usar as sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água

Ao governo local:

Com vista a redução do índice de contaminação, deve-se orientar e organizar á nível das zonas, entidades que façam o controlo da qualidade da água e criar mecanismos de expansão das informações dobre a qualidade de água com vista a manter a população alerta dos prováveis males assim como o uso das sementes da *Moringa oleífera* no tratamento da água.

**À comunidade académica:**

Face a contaminação das águas consumida pela população de Tavira deve se ampliar o nível de a das análises microbiológicas olhando para outros grupos de microrganismos e o nível de virulência (análises moleculares) que esses possuem;

A ampliação dos estudos das outras coagulantes naturais assim como a verificar acção anti-microbiana que estes podem apresentar e as dosagens específicas por litro.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; Gewandsznajder, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira, (1998).

AL JUHAIMI, F. et al. Comparative study of mineral and oxidative status of *Sonchus oleraceus*, *Moringa oleifera* and *Moringa peregrina* leaves. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 11, n. 4 (2017).

ALMEIDA, M. S. M. *Moringa oleifera Lam., seus benefícios medicinais, nutricionais e avaliação de toxicidade*, (2018).

ANA L, M. *Potencialidade da moringa oleifera Lam. No seminário nordestino Brasileiro*, (2021).

ARANTES, C. C. Ribeiro, T. A.; Paterniani, J. E. S. *Processamento de sementes de Moringa oleifera utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 6, (2012).

BASTOS, M. L. *Caracterização da qualidade da água subterrânea – estudo de caso no município de cruz das almas. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental*, URFB, Brasil, (2013).

BARROS, H. M. *Reúso de água na agricultura*, (2008).

BENANG, A., *Comparação entre formas de preparação do coagulante moringa oleifera lam para utilização no tratamento de água*, (2009).

BRASIL, M. S. *Dureza da água*,(2006).

CAPUCCI et al., *Poços Tubulares e outras Captações de Aguas Subterrâneas*. Projeto planáguasemads de cooperação técnica brasil – Alemanha. Departamento de recursos minerais - DRM. (2001).

CORDEIRO, WilliansSalles. *Alternativas de tratamento de água param comunidades rurais. Campos dos Goytacazes*. RJ, 2008.

- COSTA, M. *Métodos de Análise de Água*. Editor Ministério da Saúde, LNHA. (1987).
- COULON, Alan. *Etnometodologia. Trad. de Ephraim Ferreira Alves. Petrópolis: Vozes*, (1995).
- CRISTINA M, O, R. Moringa oleífera e seus benefícios para a saúde, (2018).
- CUNHA, Maria Celeste Alves; *Execução de ensaios microbiológicos nas áreas alimentar, ambiental e técnica em contexto empresarial, Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar, Departamento de Química e Bioquímica*, (2017).
- DE ALMEIDA, Marta Sofia Marques; *Moringa oleifera Lam., seus benefícios medicinais, nutricionais e avaliação de toxicidade*; Dissertação do upgrade ao Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade de Coimbra Julho, (2018).
- DI BERNARDO, L.; Dantas, A. D. B. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. Disponível em: [www.unibh.br/revistas/exacta](http://www.unibh.br/revistas/exacta). Acesso em 15 de dezembro de (2014).
- DO NASCIMENTO, Francisco Paulo. *Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC*". Brasília: Thesaurus, (2016).
- DO NASCIMENTO, Maria; *Avaliação do potencial antimicrobiano de extratos de folhas e sementes de moringa oleifera lam. frente à microrganismos patogênicos,- Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular João Pessoa-PB*, (2022).
- LIMA J, P. et Rollembergue,s.*Técnicas simplificadas de tratamento de água*, (2020).
- MENDES, I. N, *Águas subterrâneas e superficiais usadas para o consumo*, (2023).
- MENAIA, J. *O tratamento de água para consumo humano face à qualidade da água de origem*, (2009).
- MISAU- Ministério da Saúde *Regulamento sobre a Qualidade de Água para o Consumo Humano*, Unicef, Moçambique, (2006).
- LUCENA, A. L. M. *Potencialidades da moringa oleífera Lam. no semiárido nordestino brasil*, (2021).

OTONNI, F. A. S.E.; Oleo de semente moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para leitões recém-desmamado. Recife – pe, (2021).

PATERNIANI, J. E. S.; MANTOVANI, M. C.; SANT'ANNA, M. R. *Uso de sementes de Moringa oleifera para tratamento de águas superficiais*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, (2009).

PINHEIRO, D. M.; Porto, K. R. A.; Menezes, M. E. S. *A química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais*. Maceió: EDUFAL, 2005. 52p. Disponível em: [www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/.../A\\_Quimica\\_dos\\_Alimentos.pdf](http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/.../A_Quimica_dos_Alimentos.pdf). Acesso em: 08 maio (2013).

RIBEIRO, Maria Claudia Martins. Nova Portaria de Água: *Busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil*. Revista do Departamento de Águas e Esgotos. n.189, (2012).

ROSA, B. *Avaliam do sistema piloto de filtração directa*, (2009).

ROSC- Forum da Sociedade Civil para os Direitos da Criança *O Direito á Água e ao Saneamento como um Pilar Chave para o Desenvolvimento Humano*, Moçambique, (2013).

ROSANGELA, Z. Extrato das sementes de moringa oleifera aplicados em emulsões cosméticas como conservante, (2013).

RODRIGUES, Sérgio Augusto; Batistela, Gislaine Cristina. *Uma revisão sobre a disponibilidade hídrica brasileira para geração de energia elétrica*. Geoambienteonline.Jataí-GO, n.21, Jul-Dez/ (2013).

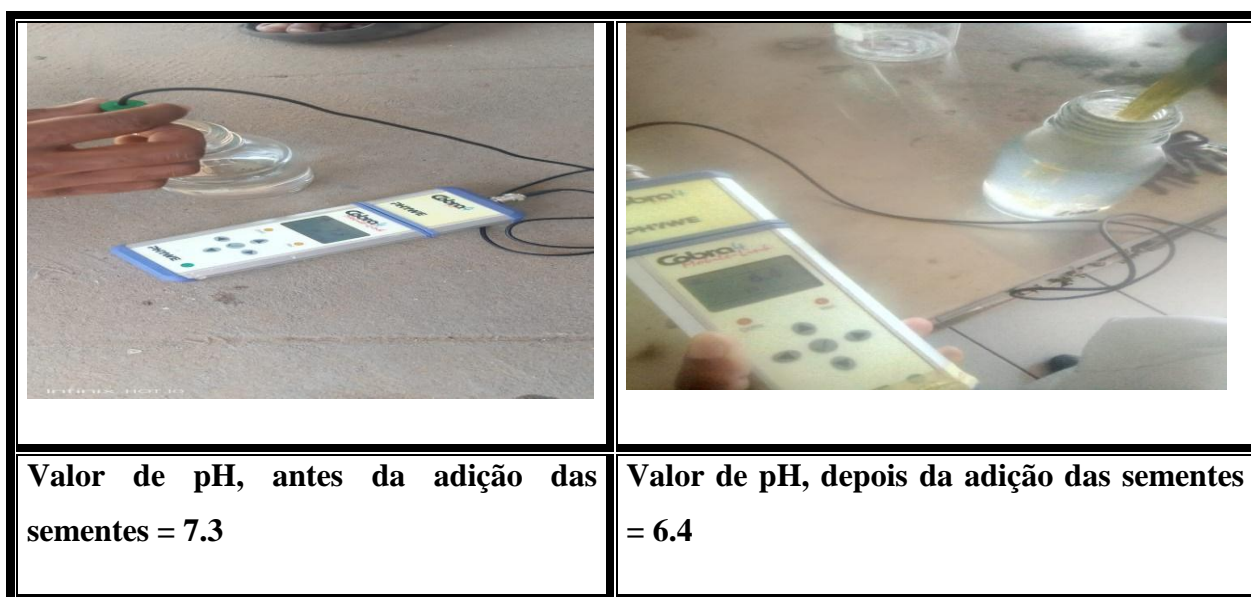
SANTOS, AlliviaRouse Ferreira. *Desenvolvimento Inicial de Moringa oleifera Lam. Sob Condições de Estresse*. Mestrado em Agroecossistemas (Dissertação) – Universidade Federal de Sergipe. (2010).

SOUSA et al., Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) rich e *Strychnos cogens* bentham, (2014).

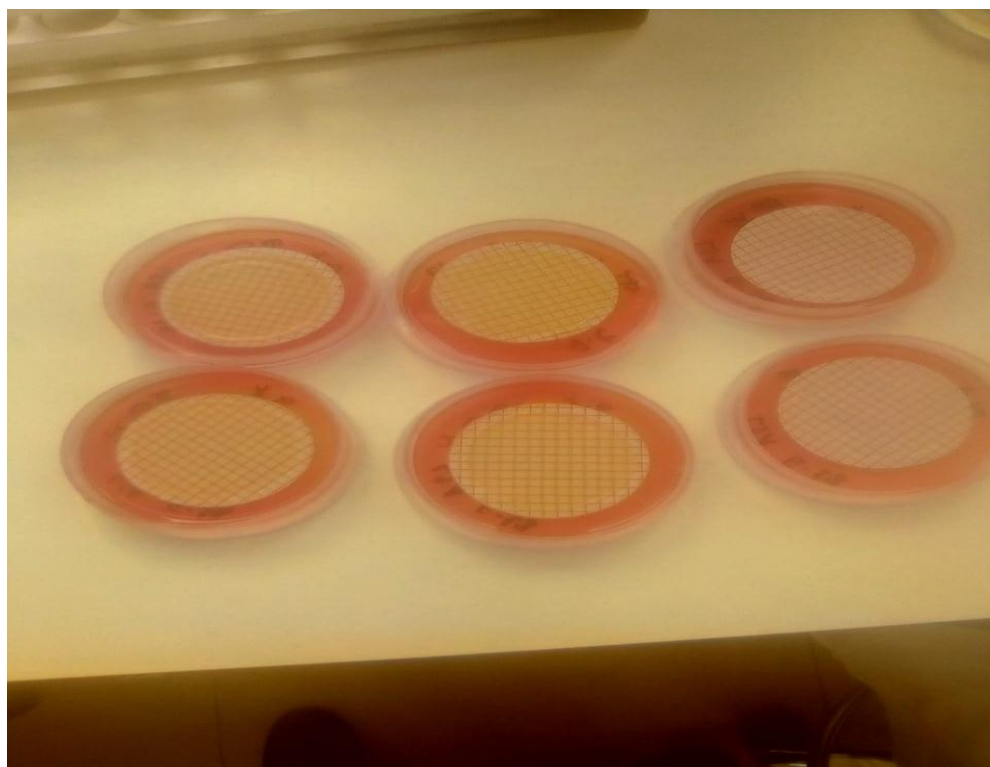
SANTOS, Wenna Raissa et al. *Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de moringa oleífera* Lam. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.3, p. 295-299, (2011).

VAZ, Luiz Gustavo de Lima. *Performance do Processo de Coagulação/Floculação no Tratamento do Efluente Líquido Gerado na Galvanoplastia*, (2009).

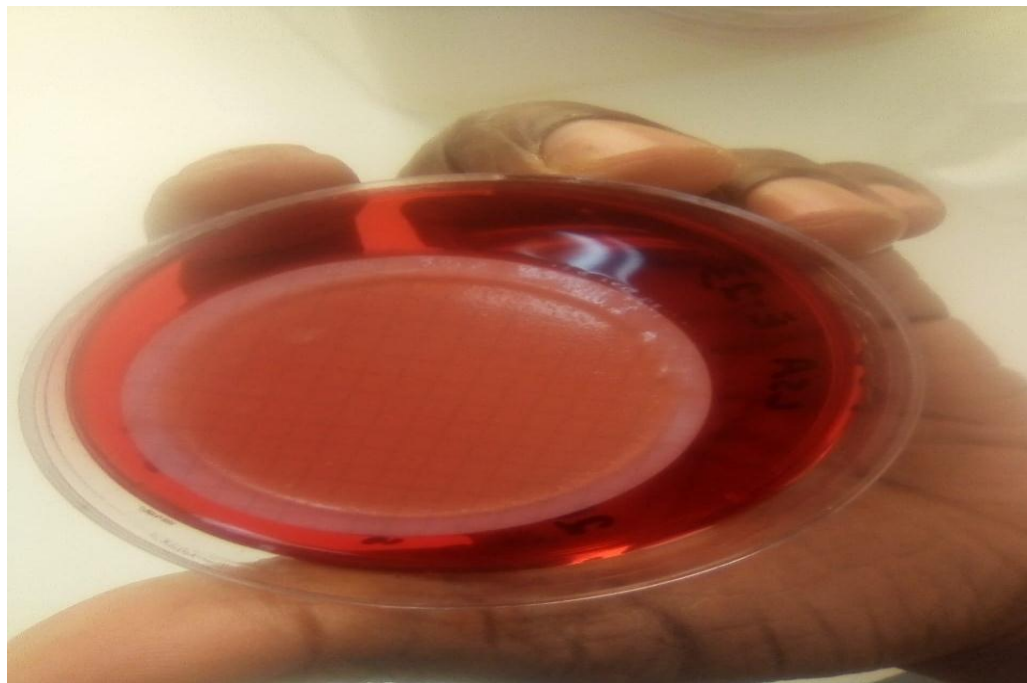
## Apêndices



**Figura1:** Medição do pH antes e depois do tratamento



**Figura 2:** Resultado das placas onde houve crescimento das colónias.



**Figuras3:** Resultado das placas onde não houve crescimento das colónias