



*Escola Superior De Ciências Marinhas e Costeiras*

**Monografia Para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia  
Marinha**

**Análise de Coliformes Totais e Fecais (*E. coli*) da água do  
Rio Licungo consumida pela população do distrito de  
Mocuba, província da Zambézia**



**Autor:**

Fundisse António Curado

Quelimane, Outubro de 2023



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

*Escola Superior De Ciências Marinhas e Costeiras*

Monografia Para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia  
Marinha

**Análise de Coliformes Totais e Fecais (*E. coli*) da água do  
Rio Licungo consumida pela população do distrito de  
Mocuba, província da Zambézia**

**Autor:**

Fundisse A. Curado  
/Fundisse António Curado/

**Supervisor:**

Célio Machaieie  
/Mestre Célio Arlindo Machaieie/

**Co-Supervisor**

Hélder Eduardo João  
/Msc Hélder Eduardo João/

Presidente

Inocência A. Paulo

/Msc Inocência Paulo/

Oponete

Bonifácio Cp. Manuessa

/Msc Bonefacio Manuessa/

Quelimane, Outubro de 2023

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho á minha família, especialmente a minha mãe a senhora Maria Janota Joaquim que com muito esforço e apoio emocional dedicou-se a compreender meu afastamento a ajuda-la com certas tarefas caseiras para eu poder ter espaço de dedicar-me aos estudos e pelo amor incondicional que ela depositava-me, á minha irmã Antónia Da Maria Janota, pelo apoio e compreensão, pelo ensinamento de vida e a minha parceira Shirley Parsotam, pelo carinho e acima de tudo por sempre confiar em mim e apoiar os meus sonhos.

*The roots of education  
are bitter, but the fruit is sweet.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, antes de mais nada agradeço ao Deus Todo Poderoso por me ter concedido o dom da vida, pela proteção e por guiar e iluminar o meu caminho e de minha família. A minha mãe e toda família pelo sacrifício, apoio e confiança depositada em mim para o alcance dos meus Objectivos.

A todos que tornaram possível este trabalho, em especial a supervisor Célio Machaieie e ao Co-supervisor Hélder Eduardo João que me orientaram durante a realização do trabalho e a todo o corpo docente da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras (ESCMC) pela sua contribuição na minha formação Académica.

Agradeço a todos os colegas do Laboratório pela ajuda e espírito de equipa, principalmente ao dr. Úqueio, pela amizade e pelos conselhos aos meus irmãos pelo esforço moral e lição de vida.

Agradeço aos meus verdadeiros amigos pela amizade sincera, pelo carinho e apoio. Foram muito importantes para me.

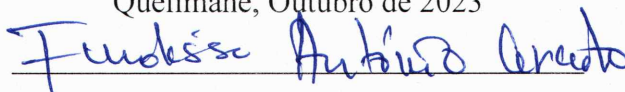
E agradeço aos colegas do curso, pela oportunidade de conviver com pessoas com trajetórias e histórias de vida tão distintas, mas que por compartilhar muitos sonhos e anseios, acabaram se fazendo tão amigos no período em que estivemos juntos.

*A todos meus muito obrigados.*

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Fundisse António Curado, declaro por minha honra que este trabalho de licenciatura em Biologia Marinha intitulado “*Análise de Coliformes Totais e Fecais (Escherichia coli) da água do Rio Licungo, consumida pela População do distrito de Mocuba, Província da Zambézia*”, foi elaborado por mim, sob orientação do meu Supervisor. O conteúdo é original e todas as fontes estão devidamente mencionadas nas notas e na Bibliografia final, fi-lo respeitando as orientações do meu Supervisor e do Regulamento para elaboração de Monografia em vigor na Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras. Declaro ainda que não foi apresentado em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Quelimane, Outubro de 2023



(Fundisse António Curado)

## **Resumo**

O presente trabalho objetivou-se analisar os coliformes totais e fecais da água do Rio Licungo no distrito de Mocuba. Foram coletadas seis amostras de água em seis pontos distintos tais como nas margens, no centro do rio e na confluência deste. A água é importante para a nossa sobrevivência e indispensável para a produção de alimentos e outras actividades com fins económicos. A característica necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser limpa e estar livre de qualquer contaminação de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana. As análises dos coliformes totais e fecais foram realizadas de acordo com os procedimentos metodológicos descritos pelo Manual Prático de Análise de Água. Através das análises realizadas foi possível avaliar se havia a presença ou ausência de bactérias do grupo coliforme; dos seis pontos avaliados, todos que foram coletados, detetou-se a presença de coliformes Fecais ( $44^0$  C) e coliformes totais ( $37^0$  C), sendo imprópria para o consumo. Assim, fazem-se necessários cuidados com a água do rio Licungo para a disponibilização de uma água de qualidade sanitária para a população.

**Palavras-chave:** Água Potável, Análise de coliformes totais e fecais

## **Abstract**

The present work aimed to analyze the total and fecal coliforms of the water of the Licungo River in the district of Mocuba. Six water samples were collected at six different points such as on the banks, in the center of the river and at its confluence. Water is important for our survival and indispensable for food production and other economic activities. The necessary characteristic for water distributed for human consumption is potability, that is, it must be clean and free from any contamination of microbiological, chemical, physical or radioactive origin, and must not, under any circumstances, pose risks to human health. The analysis of total and fecal coliforms was performed according to the methodological procedures described by the Practical Manual of Water Analysis. Through the analyses carried out it was possible to evaluate whether there was the presence or absence of bacteria of the coliform group; of the six points evaluated, all of which were collected, the presence of Fecal coliforms (440 C) and total coliforms (370 C) was detected, being unfit for consumption. Thus, care is needed with the water of the Licungo River to provide a sanitary quality water for the population.

**Keywords:** Drinking Water, Analysis of total and fecal coliforms

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Google earth,.....	9
Figura 2: Comparação das quantidades dos microrganismos.....	13
Figura 3: Fonte Autor (2022).....	13
Figura 4: Cultivo de microrganismos no laboratório Fonte: Autor (2023).....	21
Figura 5: Etapas de testes confirmativos. Fonte: Autor (2023) .....	22

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Limites máximos admissíveis de parâmetros biológicos e químicos para fontes de água destinadas ao consumo público sem tratamento (Boletim da República, 2004).....	7
Tabela 2: Lista de equipamentos reagentes usados na análise.....	10
Tabela3: Resultados da análise de coliformes totais e fecais da água em todos pontos amostrados.....	12

## LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Termo Técnico
<b>cm</b>	Centímetro
<b>ESCMC</b>	Escola Superior Ciências Marinhas e Costeiras
<b>g</b>	Gramma
<b>°C</b>	Graus Célsios
<b>h</b>	Horas
<b>INIP</b>	Instituto Nacional de Inspensão do Pescado
<b>l</b>	Litro
<b>±</b>	Mais ou menos
<b>m</b>	Metro
<b>ml</b>	Mililitro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>NMP</b>	Numero Mas Provável
<b>%</b>	Porcento
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>Qtd</b>	Quantidade
<b>kg</b>	Quilograma
<b>ufc</b>	Unidade de formação de colonias
<b>US EPA</b>	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
<b>UEM</b>	Universidade Eduardo Mondlane

---

## Índice

Resumo.....	VI
Abstract .....	VII
CAPÍTULO-I .....	1
1. Introdução .....	1
1.1. Problematização.....	2
1.2. Justificativa.....	2
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Geral:.....	3
1.3.2. Específicos: .....	3
CAPÍTULO-II.....	4
2. Revisão de Literatura .....	4
2.1. A água.....	4
2.2. Uso da água .....	4
2.3. Qualidade da água .....	4
2.4. Como devem ser usados os indicadores microbiológicos .....	5
2.5. Indicadores da qualidade de água.....	6
2.5.1. Coliformes.....	7
2.5.2. Coliformes Totais.....	7
2.5.3. Coliformes Termotolerantes ou Fecais .....	8
2.5.4. <i>Escherichia coli</i> .....	8
CAPÍTULO-III.....	9
3. Metodologia.....	9
3.1. Descrição da área de estudo.....	9
3.2. Materiais .....	10
3.3. Amostragem.....	10
3.4. Identificação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo 10	
3.4.1. Confirmação de coliformes totais, fecais ( <i>E. Coli</i> ) .....	11
3.5. Quantificação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo 11	
3.5.1. Coliformes fecais ( <i>Echerichia coli</i> ) .....	11
3.6. Análise dos dados e interpretação dos resultados.....	11
CAPÍTULO-IV.....	12
4. Resultados.....	12
4.1. Identificação e quantificação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo .....	12
4.2. Comparação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo	12
5. Discussão .....	14

5.1. Coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo .....	14
CAPÍTULO-V .....	16
6. Conclusão.....	16
7. Recomendação .....	17
8. Referências Bibliográficas .....	18
Anexos.....	21

## CAPÍTULO-I

### 1. Introdução

A água é um recurso natural indispensável para vida humana, animal ou vegetal. Trata-se de um elemento químico muito abundante no planeta, estando presente nos rios, oceanos e mares e nas geleiras. Contudo sua distribuição sobre o planeta ocorre de forma desigual o que leva em muitos casos a conflitos e disputas políticas (Amaral *et. al*, 2003).

A água destinada ao consumo humano é a potável. Esta deve atender a parâmetros microbiológicos, que visam pesquisar e identificar eventuais microrganismos patogênicos e quantificá-los. O objetivo de atender a estes aspectos é evitar que a água ofereça risco à saúde humana. Para a água ser considerada potável, ela deve atender aos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controlo e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A água potável deve apresentar ausência de Coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli* em 100 ml de amostra e ausência de bactéria do grupo coliformes totais em 100 ml (França 2016).

As doenças transmitidas pela água originam-se principalmente, a partir dos dejetos. Muitos microrganismos que causam doenças são parasitas do intestino humano e são eliminados juntamente com as fezes que posteriormente podem contaminar a água e o solo se não forem corretamente tratados. Entre as doenças transmitidas por água contaminada podemos citar a Cólera, Giardíase, Febre tifoide, Paratifoide, Leptospirose, Amebíase, Hepatite infecciosa e Ascaridíase.

A presença de bactérias do grupo Coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante residual na água distribuída. O grupo Coliforme é dividido em Coliformes totais e Coliformes termotolerantes ou fecais. Os Coliformes totais e termotolerantes são os indicadores de contaminação mais utilizados para verificar a qualidade sanitária da água (França 2016).

Em Moçambique, a Lei n.º 16/91, Boletim da República (2004) tem como objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respetivos usos. A água potável precisa atender aos padrões organoléticos, atendendo aos parâmetros para consumo humano, sem causar riscos à saúde humana. Em conformidade com os limites pautados no anexo I da Lei n.º 16/91 a água para ser considerada potável, sob o ponto de vista microbiológico, apresenta ausência de coliformes totais e *Escherichia coli*.

Dentro desta perspetiva o presente trabalho tem por intuito fazer um levantamento acerca da análise da qualidade microbiológica da água do rio Licungo, usada para fins de consumo humano no distrito de Mocuba.

## 1.1. Problematização

Coliformes são uma ampla classe de bactérias encontradas em nosso ambiente, incluindo as fezes do homem e de outros animais de sangue quente. A presença de bactérias coliformes na água potável pode indicar uma possível presença de organismos nocivos, causadores de doenças. A presença de bactérias coliformes fecais em ambientes aquáticos indica que a água tenha sido contaminada com o material fecal de homem ou outros animais.

No momento que isso ocorreu, a água da fonte pode ter sido contaminada por patógenos ou bactérias produtoras de doença ou vírus que também podem existir no material fecal.

A água é uma substância de grande importância para a saúde da população. No entanto, quando contaminada, pode veicular inúmeras enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, por meio do qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doença (Francisco 2016)

Na cidade de Mocuba, o acesso a água potável constitui um autêntico problema para habitantes locais, no entanto, maior parte da população vive no seu cotidiano na base da água do rio Licungo e sem passar por nenhum tratamento. No entanto, a água do rio Licungo vem causando doenças tais como diarreias, disenterias, hepatites, cólera e demais enfermidades, estas que lavam uma boa parte da população de região de Mocuba a morte.

**Pergunta de partida:** *Qual é a condição microbiológica (coliformes totais e fecais) da água do rio Licungo consumida pela população do distrito de Mocuba?*

## 1.2. Justificativa

Todos os seres vivos necessitam a água para sobreviver. A contaminação da água pelos coliformes totais e fecais nem sempre é visível a olho nu, por isso é necessário a avaliação de sua qualidade de forma permanente. A água é ingerida pelo homem em grande quantidade, além de ser sua principal excreção. Além da elevada ingestão, quando contaminada pode ser um importante transmissor de doenças infecciosas causadas estas causadas por vírus, bactérias (coliformes), protozoários e parasitas (Soto *et al.*, 2005).

Torna-se importante o controle microbiológico (coliformes) da água devido sua característica de veículo de transmissão de bactérias, dentre estas, coliformes totais e Termo tolerantes, causadores de inúmeras doenças ao homem. A água é um bem necessário para o sustento da vida e, portanto, deve atender os padrões de qualidade para não expor a população a situação de risco a saúde.

O estudo é relevante pois este trará informações que servirão de base para o planeamento ou melhoramento dos padrões e medidas no tratamento da água do rio Licungo em projetos futuros de fornecimento de água destinada ao consumo humano.

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Geral:**

- ✓ Analisar os coliformes totais e fecais (*E. coli*) da água do rio Licungo consumida pela população do distrito de Mocuba, província da Zambézia

#### **1.3.2. Específicos:**

- ✓ Identificar os coliformes totais e fecais (*E. coli*) contidos nas amostras de água do rio Licungo;
- ✓ Quantificar os coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo;
- ✓ Comparar os coliformes totais e fecais (*E. coli*) contidos nas amostras de água do rio Licungo.

## CAPÍTULO-II

### 2. Revisão de Literatura

#### 2.1. A água

A água é um elemento essencial no meio ambiente, cobre quase 71% da terra, ela é responsável pelo equilíbrio vital de todos os seres vivos. A água desempenha um papel importante na segurança da saúde humana e no desenvolvimento socioeconómico de qualquer comunidade. A qualidade é uma das grandes preocupações actuais e certamente será sempre o maior problema a ser enfrentado nos próximos anos. (Araújo, 2014). Por esta razão, é de grande valia buscar e estimular tecnologias de recuperação da água, que envolvam um baixo custo financeiro, simples e acessíveis para o tratar a água para o consumo humano (Gomes, 2011).

#### 2.2. Uso da água

O uso da água é efetuado a partir da retirada da mesma do ambiente para suprir as necessidades humanas e outros seres vivos esse termo implica que uma parte do que é aproveitado volta para ambiente. Já o consumo refere-se a parcela que não retorna de modo direto ao ambiente (como a água da irrigação).

Anualmente, a agricultura é responsável por 70% do uso e 87% do consumo total de água no mundo. Em termos globais, o uso excessivo pode acarretar a diminuição do volume, ou o esgotamento dos aquíferos subterrâneos e esta questão é crucial, pois grande parte da população mundial depende desta fonte de abastecimento. Em Moçambique por exemplo, 45% dos municípios são abastecidos total ou parcialmente com águas dos poços profundos ou rasos (Jouravlev, 2004).

De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3 m<sup>3</sup>/mês cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene (Brasil, 2006).

#### 2.3. Qualidade da água

A preservação da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores em geral, particularmente no que se refere a água dos mananciais, como poços, minas, nascentes, lagos, entre outros, destinados ao consumo humano, visto que sua contaminação por excretas de origem humana e animal pode torna-los um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias, os quais influenciam diretamente a saúde da população (Amaral, 2003).

Uma água de qualidade duvidosa pode ser responsável por causar, muitas vezes, problemas de infeções gastrointestinais. A necessidade de qualidade da água é o propósito primário para a proteção da saúde do homem e das populações (Amorim *et al.*, 2009).

A qualidade da água é definida por sua composição química, física e bacteriológica. As características desejáveis e necessárias da água dependem de como e para que ela será utilizada. Para o consumo humano, há a necessidade de uma água pura e saudável, livre de matéria suspensa visível, cor, gosto, de organismos capazes de provocar enfermidades e de quaisquer substâncias orgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais no ser humano. As impurezas dissolvidas na água refletem as características do solo por onde as águas escoam (Morgado, 1999).

A palavra potável significa água que é consumida, ou seja, para ser ingerida ou para ser utilizada no preparo de alimentos e na higiene pessoal, a água não pode conter elementos que sejam prejudiciais à saúde, isto é, não pode conter substâncias tóxicas e nem organismos patogênicos.

Por isso, a água de consumo humano precisa ser analisada, por meio de colheita de amostras e encaminhada a laboratórios especializados, onde serão feitos testes químicos e biológicos, visando observar se esta dentro dos padrões de qualidade estabelecidos (Branco, 2001).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea, que é a mais utilizada para os estabelecimentos. As principais fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas são o esgoto doméstico e industrial, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e modernização da agricultura. A garantia do consumo de água potável, livre de elementos prejudiciais à saúde, e uma ação eficiente de prevenção das doenças causada pela água.

No âmbito das políticas do Governo em curso visando aumentar o abastecimento de água nas zonas rurais e urbanas para a satisfação das necessidades básicas da população, impõe-se a tomada de medidas para que a água disponibilizada, tenha uma qualidade aceitável para o consumo humano, o que irá contribuir para a redução das doenças associadas. A Lei n.º 16/91, de 3 de agosto, Lei de águas, atribuiu ao Ministro da Saúde competências para estabelecer os parâmetros através dos quais se deveria reger o controle da qualidade da água para que seja considerada potável e própria para o consumo humano (Boletim da República, 1991)

#### **2.4. Como devem ser usados os indicadores microbiológicos**

Para determinar a qualidade microbiológica da água é muito utilizada a verificação dos micro-organismos indicadores. Tratam-se de organismos não patogênicos ou com baixa patogenicidade, cujas características assemelham-se aos patogênicos. Isto significa que, a presença de um micro-organismo indicador pode sugerir a presença de micro-organismos patogênicos. Dentre estes indicadores, os mais comumente utilizados são coliformes totais e termo tolerantes (Brasil, 2006; Emiliano; André, 2012; Menezes *et al.*, 2013).

A US EPA (*United States Environmental Protection Agency*) lista os seguintes critérios para um organismo ser um indicador ideal de contaminação fecal. Dentre eles destacam-se: O organismo deve estar presente sempre que patógenos entéricos estejam presentes; O organismo deve ser útil para todos os tipos de água; ter um tempo de sobrevivência no ambiente mais longo do que o patógeno entérico mais resistente; Não deve crescer na água e deve ser encontrado em intestinos de animais de sangue quente (Matthiensen, 2014).

Dentre os indicadores biológicos de contaminação da água, citam-se os coliformes, micro-organismos de inúmeros tipos, que podem indicar presença de dejetos de origem animal na água. Cabe citar que a água com micro-organismos de origem humana é nociva porque transmite diversas doenças. A verificação mais comum a ser realizada para determinar a contaminação por coliformes consiste em verificar a presença e/ou concentração da bactéria *Escherichia coli*, bactéria presente nos sistemas digestivos de animais de sangue quente ou endotérmicos. Embora essa bactéria nem sempre seja nociva, ela é usada como indicativo de contaminação com fezes humanas (Collischonn; Dornelles, 2015).

Os coliformes termo tolerantes são um subgrupo de bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2$  °C, em 24 h, tendo como principal representante a *Escherichia coli*. Embora outros gêneros e espécies possam ser incluídos, a maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* (Andrade, 2008).

A presença de *E. coli* nas amostras atesta que esta água é imprópria para o consumo humano, pois sua detecção pode indicar a presença de micro-organismo patogênicos (Alves *et al.*, 2008; Siqueira *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2013).

## **2.5. Indicadores da qualidade de água**

Existem vários parâmetros para análise da qualidade de água, desde os físicos - cor, turbidez, condutividade elétrica, sabores e odores, químicos - pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro e manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, oxigênio dissolvido, e biológicos coliformes totais e fecais, *vibrio cholerae*, etc. (Boletim da República, 2004). Para o presente estudo foram analisados os parâmetros físico-químicos e biológicos.

**Tabela 1:** Limites máximos admissíveis de parâmetros biológicos e químicos para fontes de água destinadas ao consumo público sem tratamento (Boletim da República, 2004).

<b>Parâmetro</b>	<b>Limite admissível</b>	<b>Unidades</b>
Coliformes totais	Ausência	NMP/ 10.0 ml ou N°. de colónias / 100 ml
Coliformes fecais	Ausência	NMP/ 10.0 ml ou N°. de colónias / 100 ml
<i>Escherichia coli</i>	Ausência	1000 ml

**NMP**-Número mais provável

### **2.5.1. Coliformes**

A razão de escolher os coliformes como indicadores de contaminação da água deve se aos seguintes fatores:

- ✓ Estão presentes nas fezes dos animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação local; São facilmente detetáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- ✓ Possuem maior tempo de vida na água do que as bactérias patogénicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicar no ambiente.
- ✓ São mais resistentes as ações dos agentes desinfetantes do que nos germes patogénicas (Brasil, 2006).

### **2.5.2. Coliformes Totais**

Os coliformes totais são os microrganismos em forma de bastonetes Gram-negativos não esporogénicos, aeróbios, ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35oC (Macedo, 2001). A bactéria pertencente ao grupo dos coliformes totais pode ser encontrada na água, no solo e em vegetais, sendo que possuem capacidade de se multiplicar na água com altos teores de nutrientes (Schmidt, 2006).

A presença de coliformes totais na água e nos alimentos não tem relação direta com a ocorrência de contaminação fecal nem com a presença de microrganismos patogénicos, mas a presença de coliformes fecais pode indicar a presença de microrganismos patogénicos de origem entérica.

### **2.5.3. Coliformes Termotolerantes ou Fecais**

O grupo de coliformes termotolerantes ou fecais são bacilos Gram-positivos, facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 44,5°C. São de origem fecal de animal de sangue quente, sendo que a contagem de coliformes fecais deteta a quantidade de microrganismos provenientes dos excretas humanos (Schmidt, 2006). Conforme os coliformes Termotolerantes constituem-se de quatro diferentes géneros, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiela sp.*, e *Citrobacter sp* (Macedo, 2001). Nem todos os coliformes fecais são patogénicos, porém sua presença é um indicador de contaminação de origem fecal e poluição. Pode significar ainda a presença de bactérias patogénicas e risco para a saúde humana (Carvalho, 2007).

### **2.5.4. *Escherichia coli***

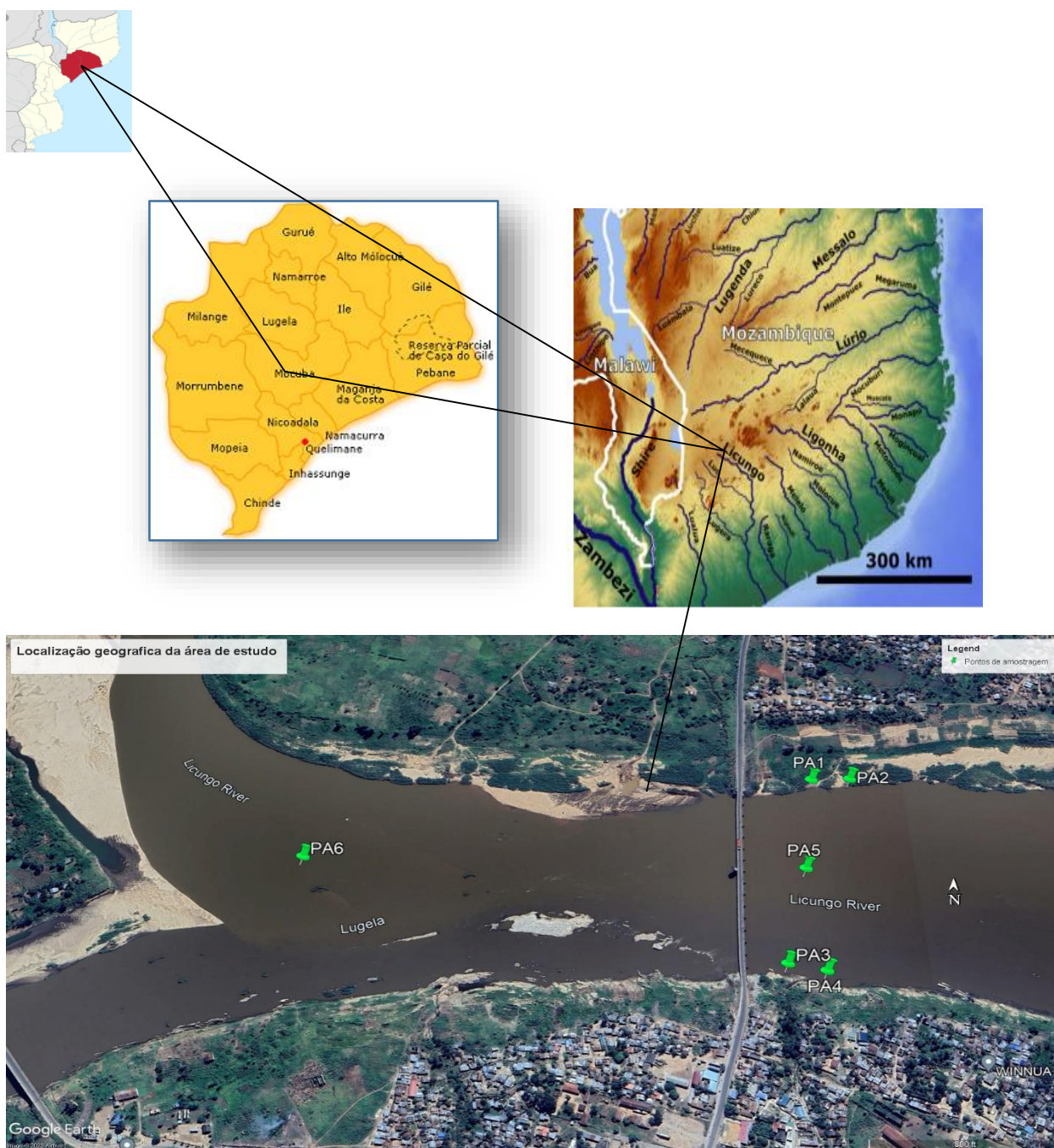
*Escherichia coli* é a bactéria mais representativa dentro do grupo dos coliformes termotolerantes. Assim sendo, sua presença é indicativa de coliformes fecais, pois esta bactéria é habitante do trato intestinal de humanos e animais de sangue quente. Esses microrganismos, quando presentes em quantidades elevadas, indicam a contaminação da água por fezes humanas ou de animais, o que pode representar riscos à saúde. A bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) é a principal espécie do grupo dos coliformes termotolerantes e é considerada o melhor indicador de poluição fecal (Salvatori, 1999).

## CAPÍTULO-III

### 3. Metodologia

#### 3.1. Descrição da área de estudo

O rio Licungo localiza-se no distrito de Mocuba, província da Zambézia na região centro de Moçambique, entre os paralelos 17° 10' Sul e 18° 02' de latitude Sul e, entre os meridianos de 36° 21' e 37° 46' de longitude Este. O clima local, do Delta do Zambeze, é húmido subtropical com a estação chuvosa de Novembro a Abril e uma estação seca de Maio a Outubro, a maior queda pluviométrica ocorre nos meses de Abril e Novembro (MAE, 2005).



**Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo. **Fonte:** Google earth, 2023 pelo autor.

### 3.2. Materiais

**Tabela 2:** Lista de equipamentos e reagentes usados na análise

<b>Equipamentos</b>	<b>Reagentes</b>
Tubos De Ensaio	Solução De Lugol
Cabo De 1,5 Metros	Plate Count Agar
Garrafas Plásticas	Água Destilada
Luvas	Caldo Lactosado Verde Brilhante
Incubadora	

### 3.3. Amostragem

Foram realizadas coletas de amostra de água em seis pontos ao longo do rio escolhidos de forma aleatória de acordo com a recomendação patente no Artigo 11 do regulamento número 180/2004 de 15 de Setembro, sendo os pontos em que a população capta a água, durante a coleta da água faz-se necessário muita cautela e técnica para evitar que a substância seja contaminada, constituindo como passo fundamental para a avaliação da qualidade da água para tal usou-se a solução de lugol como fixadora, a coleta foi feita com auxílio de garrafas plásticas previamente lavadas com água destilada para eliminar impurezas e usou-se luvas como forma de evitar a contaminação da amostra.

Foram coletadas amostras na superfície e no fundo mergulhando-se a garrafa até (1,5 metros de profundidade) medidos através do cabo conectado a garrafa com o mesmo comprimento (1,5 metros) as amostras foram etiquetadas com a hora e o ponto de coleta. Após colhidos as amostras, pelas garrafas plásticas esterilizadas e etiquetadas foram de seguida levadas ao laboratório de Inspensão do pescado (LIPs) onde foram realizadas as análises de identificação dos coliformes totais e fecais, as amostras foram transportas em um período de tempo não mais que em menos de 24 horas para que as mesmas não fossem sofrer algum tipo de alteração desde o local da colheita o rio Licungo ate ao local das análises no Laboratório.

### 3.4. Identificação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo

Para identificação dos coliformes foram analisados pelo método de membrana filtrante de acordo com o PTM 01, onde: foram filtrados 1 e 10 ml de amostra num sistema de filtração e as membranas foram colocadas nas respetivas placas de Petri previamente codificadas, contendo nutrientes do meio Plate Count Agar (PCA). De seguida, as placas foram incubadas a  $37 \pm 10C$ , durante  $24 \pm 2$  horas. Após a incubação, fez-se a contagem das colónias atípicas e típicas de coliformes (coloração rosa a vermelho escura e brilho verde metálico), análises realizadas no Instituto de Inspensão do Pescado (INIP).

### **3.4.1. Confirmação de coliformes totais, fecais (*E. Coli*)**

Foram selecionadas em cada placa 5 colônias típicas e 5 colônias atípicas. Com auxílio da ansa bacteriológica foram inoculadas em tubos de ensaio contendo 10ml de Lactose broth para a confirmação de coliformes (totais, fecais) e 10 ml de triptone water para confirmação de *E. coli*. A inoculação no *Lactose broth* foi feita em duplicado, onde um grupo de tubos foi incubado a  $37 \pm 10\text{C}$  durante  $48 \pm 2$  horas para a confirmação de coliformes totais. Após a incubação fez-se a leitura. Para coliformes totais e fecais, foram considerados positivos os tubos que apresentavam desenvolvimento microbiano caracterizado por turvação do meio com a produção de gás. Para *E.coli*, adicionou-se 0.3ml de reagente de kovac's no triptone water e era apurado como positivo a presença de um anel de cor vermelha na superfície do meio.

### **3.5. Quantificação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo**

Para quantificação de coliformes totais, a inoculação foi feita em tubo de ensaio contendo tubo de Durham com 10 ml de meio de cultura *Laury Sulphato Broth* (LSB), estes foram posto em série de três tubos sendo sete tubos no total de cada série, transferiu-se 1ml da diluição para cada série de tubos correspondente, e de seguida foi feita incubação a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas, após esse período fez-se a leitura onde os tubos que apresentaram meio turvo e presença de gás foram considerados positivos (NMKL, 2009a).

#### **3.5.1. Coliformes fecais (*Echerichia coli*)**

A determinação dos níveis de contaminação por *Escherichia coli* foi feita a partir dos tubos positivos do EC Broth, onde com a transferência do inoculo para os tubos contendo 10ml de caldo de Tryptone, incubadas a temperatura de  $45^{\circ}\text{C}$  durante por um período de 24 horas e posteriormente foram adicionados 0,3 ml de reagente de Kovac`s, para o teste da produção de Indol (NMKL, 2009a).

### **3.6. Analise dos dados e interpretação dos resultados**

Os dados, microbiológicos foram calculados e expressos em número mais provável por grama (NMP/g). Após a obtenção dos dados, os mesmos foram organizados, processados e produzidas tabelas no programa informático Microsoft Excel versão. Os resultados são apresentados no capítulo a seguir em forma tabela e de gráfico.

## CAPÍTULO-IV

### 4. Resultados

#### 4.1. Identificação e quantificação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo

Foram identificados o grupo coliformes, dos quais, coliformes totais foram de 708 (35,3%), com uma média de 118 seguido pelos coliformes fecais 1313 (64,95%). No ponto A3 e A6 não foram identificados coliformes totais, no ponto A5 ausência de coliformes fecais (tabela 3).

Os coliformes apresentaram maior contaminação no ponto A1 com cerca de 236 (NMP/g) dos coliformes totais e 412 (NMP/g) dos coliformes fecais. O ponto A2 apresentou menor contaminação dos coliformes totais com cerca de 66 (NMP/g) e para *E. coli* o menor número registado foi no ponto A3 (tabela 3).

**Tabela 3:** Resultados da análise de coliformes totais e fecais da água em todos pontos amostrados.

<b>Microrganismos</b>	<b>Amostra A1</b>	<b>Amostra A2</b>	<b>Amostra A3</b>	<b>Amostra A4</b>	<b>Amostra A5</b>	<b>Amostra A6</b>	<b>Média</b>	<b>Lim Adm (Bo da Rep, 2004)</b>
<b>Coliformes totais</b>	236	66	0	203	203	0	118	<b>Ausente</b>
<b>Coliformes fecais (NMP/g)</b>	412	242	186	>250	0	>250	223	<b>Ausente</b>

#### 4.2. Comparação dos coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo

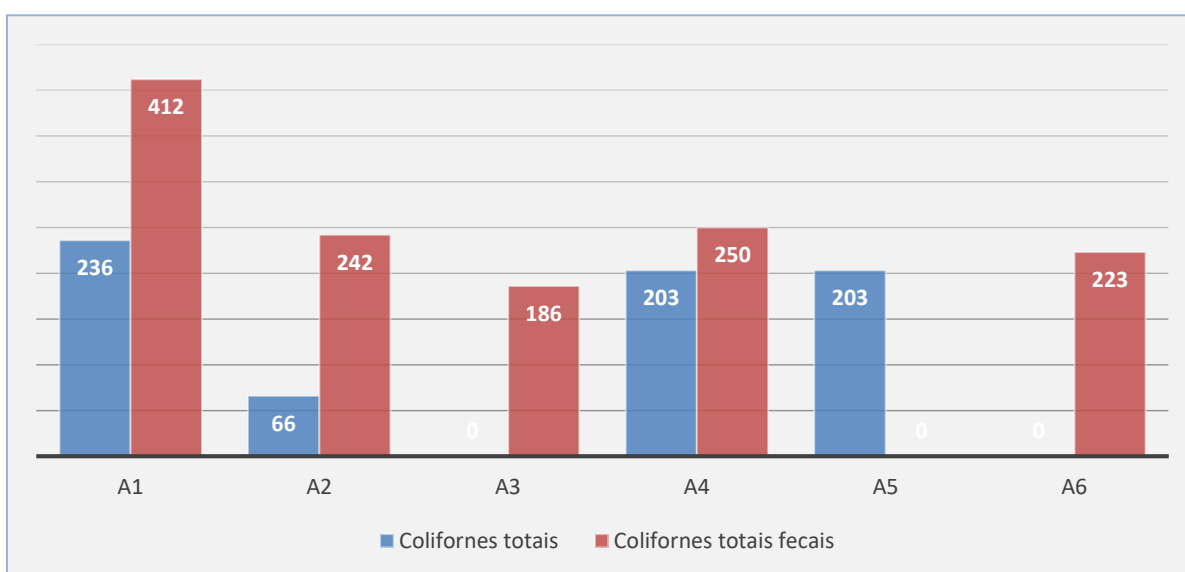
A Figura 2 mostram o grau de contaminação da água consumida pela população de Mocuba por coliformes totais e fecais, e foi possível observar que no ponto A1 os coliformes fecais (412), destacaram-se com altas concentrações (NMP/g) em comparação com os totais (236), nos pontos A3 e A6 não se notou a contaminação por coliformes totais, apresentando um grau de contaminação de 186 (NMP/g) e de 223. no ponto A5 foi observado a contaminação por totais com um total de 203 (NMP/g).

Ao longo do estudo foi observado que água de Mocuba contém altas concentrações de coliformes totais, porem os fecais com maior número em valores e predominância, evidenciando assim a menor qualidade para o consumo, e colocando em risco a saúde pública.

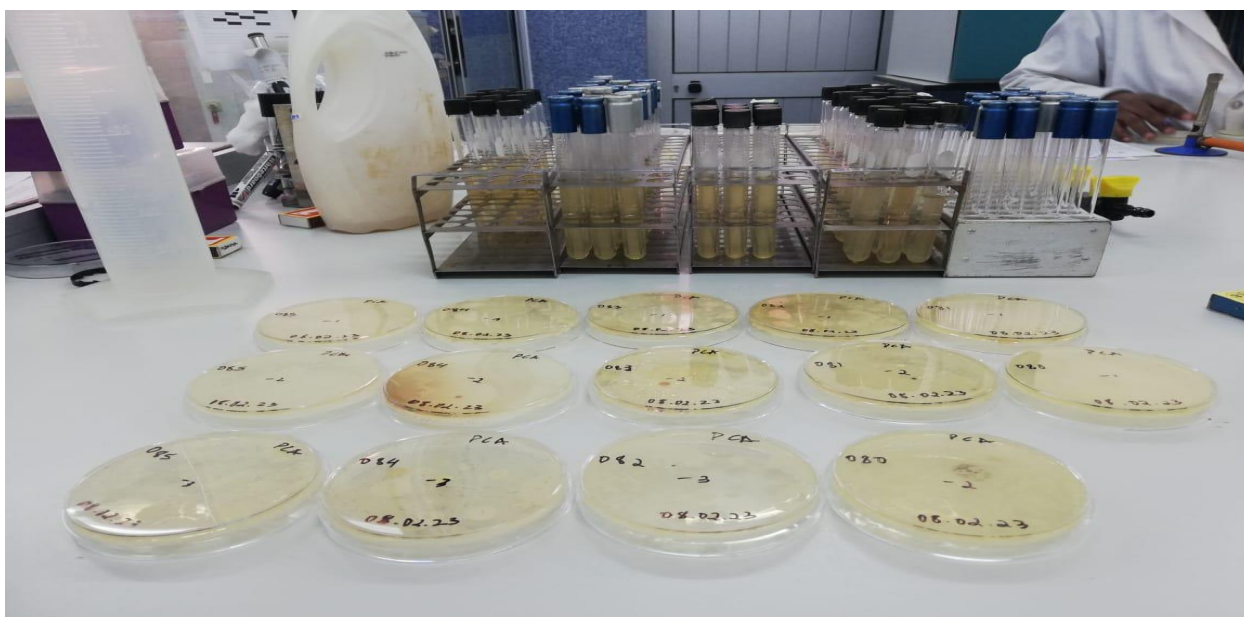
Facto sustentado por Faria *et al.* (2013) ao afirmar que a transmissão de microrganismos ocorre caso os locais estejam em condições inadequadas de higiene e conservação.

Resultados obtidos também para coliformes, foram observados por Giampietro e Rezende-Lago (2009), em quatro rios das águas do medio curso do Itapecuru estado do Maranhão, Brazil verificaram que das 30 amostras analisadas, 96,7% (29) e 73,3% (22), apresentaram, respectivamente, contaminação por coliformes totais e termotolerantes.

A presença de coliformes totais e fecais (*E. coli*) nas amostras de água evidência potencial contaminação fecal, provavelmente esteja relacionado com despejo de esgotos domésticos e farmacêuticos (Nichols *et al.*, 2000). De acordo com Diploma Ministerial nº 145/2010, de 24 de agosto, do Ministério do Mar, Águas interiores e pescas, estes resultados não entram em conformidade com os padrões estabelecidos, onde para os coliformes devem ser ausentes em 100 UFC/mL.



**Figura 2:** Comparação das quantidades dos microrganismos



**Figura 3:** Fonte Autor (2022)

## CAPITULO V

### 5. Discussão

#### 5.1. Coliformes fecais e totais contidos nas amostras de água do rio Licungo

A análise geral dos dados descritos nas Tabelas permite verificar que, em todos os pontos de coleta, foi observada a proliferação de coliformes fecais e totais em valores acima do limite proposto pela Lei nº 16/91 do Boletim da República.

As análises microbiológicas (coliformes totais e fecais) das seis amostras de água coletadas estimaram a quantidade de coliformes totais e fecais através dos testes confirmativos, as análises mostraram que os coliformes fecais estiveram presente em 66,6 % das amostras, ou seja em 4 amostras oriundas dos pontos (1, 2, 4 e 5) e os coliformes totais foram confirmados em 35,03% nas amostras dos pontos (1, 2, 3, 4 e 6) tendo sido mais predominante no ponto 1 onde apresentou > 250ufc/ml colónias em 10<sup>-2</sup> ml e 10<sup>-3</sup> ml este aspecto deve-se ao facto de este ponto localizar-se próximo a margem do rio ou seja o primeiro ponto a estabelecer contacto com as descargas domésticas.

Já os pontos 1 e 2, que apresentaram maior concentração de coliformes totais e fecais tinha os mesmos tipos de poluição dos pontos 4 e 5 que estes, no entanto, a níveis menores, o que pode ser justificado pela presença de uma floresta às margens do rio, fazendo com que o acesso a ele se torne difícil, estas concentrações elevadas devem-se ao facto de a mata ser usado para a prática de fecalismo a céu aberto.

Vasconcelos *et al.*, (2018) no seu trabalho realizado no rio Lamego (situado na bacia do rio Itapecuru) em 9 amostras da água colectada, foram encontrados coliformes totais entre 240ufc/ml a >1.100 NMP/100 ml, Silveira *et al.*, (2017) no estudo intitulado “Análise microbiológica da água do Rio Bacacheri, em Curitiba” foram observados resultados próximos aos relatados no presente estudo, no entanto, no estudo feito por Simone (2018) na cidade de Quelimane foram relatados resultados que diferentes quanto a concentração dos coliformes totais e fecais sendo que o tal estudo foi feito com base nas amostras provenientes de poços o que justifica menor incidência dessas bactérias em relação ao observado no presente estudo.

Já no rio Jucu Braço Sul (ES), Brasil, dos seis pontos de amostras o ponto quatro foi aquele ele encontrou elevado número de contaminação por coliformes totais, coliformes termotolerantes e 4500 (NMP), com exceção dos pontos 4 e 5, todos os valores observados ficam dentro do limite estabelecidos pelo CONAMA (1000 coliformes termotolerantes por 100 ml). (TERRA *et al.*,2008). As análises realizadas nas águas do Arroio Pessegueirinho de Santa Rosa, com exceção da nascente, nos demais cursos do rio, o número de coliformes termotolerantes encontrados pelo método no NMP foi à máxima dentro de sua sensibilidade 1600 NMP por 100 ml (Oliveira 2018).

Os resultados obtidos na análise do parâmetro Coliformes Totais mostram que todas as amostras de águas coletadas nos pontos ao longo do rio Licungo estão em desacordo com a legislação do anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), isto é, estes resultados estão fora dos limites máximos admissíveis para o consumo humano.

De acordo com a lei nº 16/91 a água para ser considerada potável para o consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade e não oferecer riscos à saúde humana (Brasil, 2011), em consonância com o Regulamento de Qualidade de Água para o Consumo Humano a qual tem como objectivo” assegurar à actual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respetivos usos”, a lei ainda determina que em situações de escassez hídrica, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais (Boletim da República, 2004).

Desta forma, a água potável deve ser livre de contaminantes como microrganismos patogénicos e bactérias indicadoras de contaminação fecal, como as do grupo de coliforme. Em conformidade com os padrões microbiológico de potabilidade da água, faz-se necessário a ausência de coliformes totais em 100ml das amostras coletadas, além disso, não é permitido a presença de *Escherichia coli* na água que serve para o consumo humano, contudo é de extrema importância monitorar a qualidade da água que se consume, sendo assim a água do rio Licungo não apresenta condições adequadas para o consumo Humano.

## CAPÍTULO-V

### 6. Conclusão

Consoante os resultados e a discussão apresentados concluem-se que:

- ✓ A água do rio Licungo coletada em 6 pontos de forma aleatória, nas margens, centro e na confluência apresentou microrganismos patogénicos das classes de coliformes totais e coliformes fecais (*E. coli*), sendo 35% de coliformes totais e 65% de coliformes fecais;
- ✓ Os coliformes estudados foram presentes em números que variaram de 10 a > 250ufc/ml colónias nos seis pontos, e apesar da ausência de coliformes em alguns pontos, os valores de coliformes encontrados servem de alerta, pois, esta água não apresenta qualidade microbiológica (coliformes totais e fecais), satisfatória, colocando em risco os consumidores;
- ✓ A água do rio Licungo nos pontos amostrados apresenta menores concentrações de coliformes totais, e maiores concentrações de coliformes fecais nos 6 pontos colhidos no rio Licungo no período das 11h as 13h, analisados no Instituto de Inspensao do Pescado (INIP) em mês de fevereiro de 2022.

## **7. Recomendação**

Em relação a medida pertinente para melhorar a qualidade de água usada pela comunidade do distrito de Mocuba recomenda-se a desinfecção dessa água usando todos os meios e maneiras de desinfecção da água deste o cloro para eliminar os microrganismos encontrados nas águas do rio ou mesmo ferver antes de consumo.

## 8. Referências Bibliográficas

- ✓ Amaral, L. A. (2003). *Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais*.
- ✓ Andrade, Nélio José de (2008). *Higienização na indústria de alimentos: Avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos*. In: *Higienização na indústria de alimentos: Avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos*.
- ✓ APHA (2017). *Análise microbiológica de água*.
- ✓ Araújo, Hélio Mário de; Bezerra, Givaldo dos Santos; Souza, Acássia Cristina (2010). *Hidrografia e hidrogeologia: qualidade e disponibilidade de água para abastecimento humano na bacia costeira do rio Sergipe*.
- ✓ Araújo, M. C. C.de, Porto E. R (2014). *Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisterna e seus tratamentos*, In, *Simpósio Brasileiro Decapitação e Manejo de Água de Chuva*, Juazeiro, BA. Anais. Juazeiro ABCMAC, Petrolina, PE, Embrapa Semiárido.
- ✓ Baccan, Nivaldo., Andrade, J.C. (2004), *Química Analítica Quantitativa Elementar*. 3ªed. São Paulo: Edgard Blücher.
- ✓ Bettega, Janine Maria Pereira Ramos; Machado, Maria Rosa; Presibella Mayra, *et al.* (2006). *Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano*. Cienc. agrotec., vol.30.
- ✓ Boletim da República, (2004). I Série -Número 37. Quarta-feira, 15 de Setembro.
- ✓ Branco, Samuel M (2001). *água: origem, uso e preservação são Paulo: Moderna*.
- ✓ Brasil (2005). *Ministério do Meio Ambiente/Ministério da Educação/Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor*. Manual de Educação Para o Consumo Sustentável.
- ✓ Brasil (2005). *Portaria n. ° 518/2004*.
- ✓ Brasil (2006). Ministério da Saúde - MS. *Vigilância e Controle da Qualidade Da Água para Consumo Humano*. MS Brasília.
- ✓ Brasil (2006). Ministério da Saúde. *Inspeção Sanitária em Abastecimento de água*. Série A: normas e manuais técnicos. Brasília.
- ✓ Brasil (2010). Ministério da Saúde. *I Conferência de Saúde Ambiental, Saúde e Ambiente, Vamos Cuidar da Gente: Relatório Final*. Brasília.
- ✓ Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. *Dispõe sobre os Procedimentos e Responsabilidades Relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília, 2004. Disponível em <<http://www.programaaguaazul.rn.gov.br/pdf/518>>.

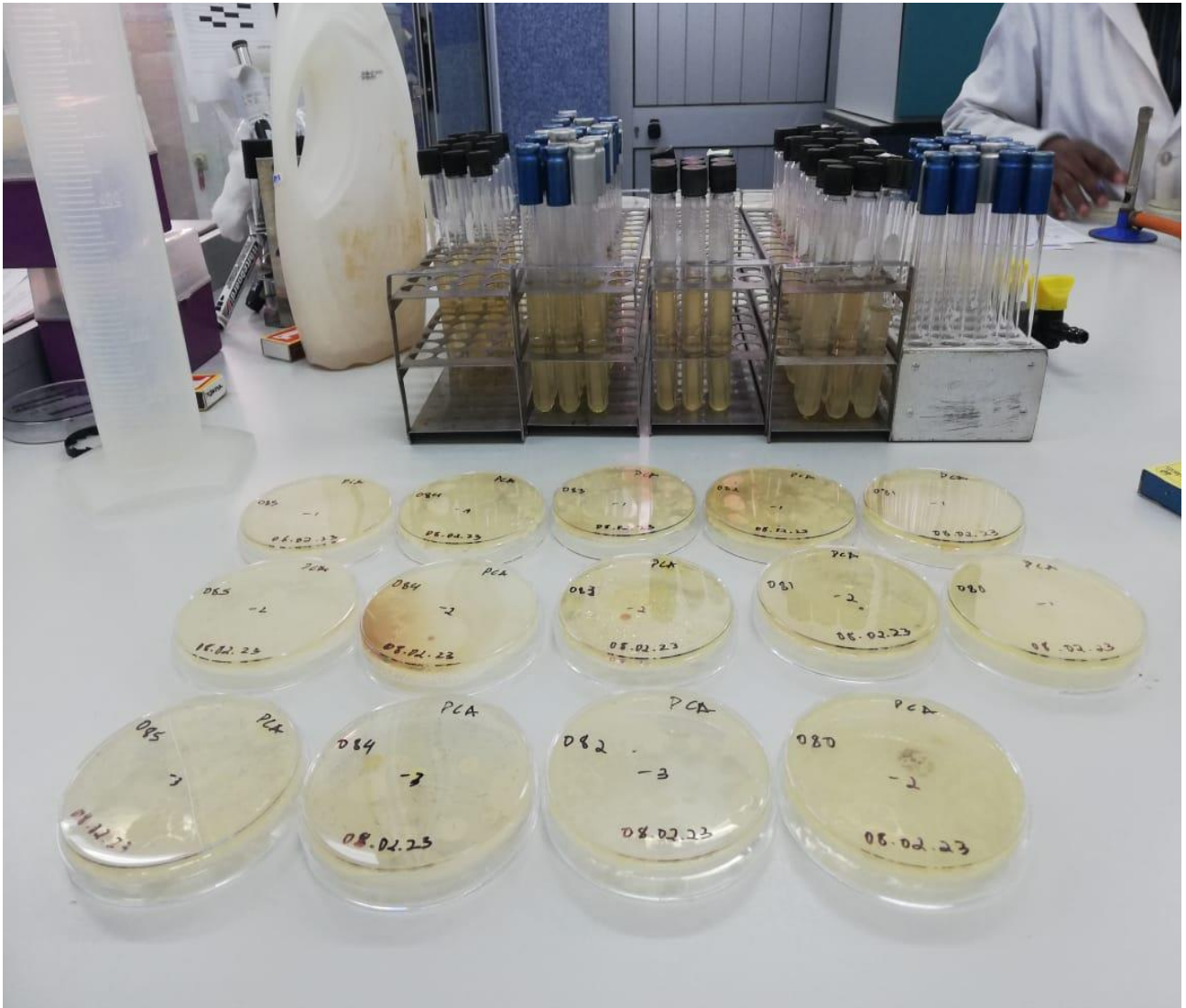
- ✓ Cardoso, A. L. S. P. et al (2001). *Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de descavado. Arquivos do Instituto Biológico*, v.
- ✓ Carvalho, V.F. (2007). *O direito à água é um direito humano e a sustentabilidade de seu uso não deve ser só econômica, mas humana, cultural, ambiental e política.*
- ✓ Collischonn, Walter; Dornelles, Fernando (2013). *Hidrologia para engenharia e ciências ambientais*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 1.
- ✓ Conboy, M. J.; Goss, M. J (2000). *Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin*. Journal of Contaminant Hydrology, v. 43.
- ✓ De Oliveira J. M: *análise microbiológica da água de um rio localizado próximo a um aterro sanitário controlado – estudo de caso.*
- ✓ Franca D. L. (2016). *controle de qualidade microbiológico da água filtrada disponível nos bebedouros da univ - universidade de rio verde.*
- ✓ Grassi, M. T. (2001). *As águas do planeta Terra*. Caderno Temático de Química Nova na Escola, ed. especial p. 31 – 40.
- ✓ <https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/coliformes>
- ✓ Macedo, Jorge A. B (2001). *de. Águas e Águas, São Paulo: Varela*
- ✓ Matthiensen, Alexandre et al (2014). *Monitoramento e Diagnóstico de Qualidade de Água Superficial.*
- ✓ Mendonça, M.J.C.; Motta, R.S. (2007). *Saúde e Saneamento no Brasil*. Planejamento e Políticas Públicas, v. 30, p. 15-30.
- ✓ Menezes, J. P. C.; Bertossi, A. P. A.; Dos Santos, A. R.; Neves, M. A (2013). *Qualidade da água subterrânea para consumo humano e uso agrícola no sul do estado do Espírito Santo*. REGET/UFSM: Rio Grande do Sul.
- ✓ Morgado, Ayres F (1999). *apostila: águas naturais*. UFSC/ENQ.
- ✓ Nascimento, V.F.S.; Araújo, M.F.F. (2013). *Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um Reservatório do Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil*. Revista de Ciências Ambientais, v. 7, n. 1, p. 91-104.
- ✓ Nass, D.P. (2002) *O conceito de poluição.*
- ✓ Neves, F.M.C.; Castro, F.B.G.; Godefroid, R.S.; Santos, V.L.P.; Wagner, R. (2015) *Avaliação da qualidade da água do rio Bacacheri, Curitiba/PR*. Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 8, n. 4, p. 81-98.

- ✓ Schmidt, E; Isabete I (2006). *Estudo da e qualidade das águas subterrânea na região sudoeste do município de Estrela-RS*. 2006. 91. f. Monografia (Graduação) curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Univates, Ljeado.
- ✓ Silva, S. R (2009). *O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES)*. Eng. Sanit. Ambient., v.14, n.4, p. 521-532.
- ✓ Solvato, M. (1999). *Técnicas Laboratoriais de Química*, Bloco III; Porto Editor; 266.

## Anexos



**Figura 4:** Cultivo de microrganismos no laboratório **Fonte:** Autor (2023)



**Figura 5:** Etapas de testes confirmativos. Fonte: Autor (2023).