



**UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
LICENCIATURA EM BIOLOGIA E SAÚDE  
TRABALHO DE CULMINAÇÃO DE ESTUDOS II**

**Análise Microbiológica de Águas do Furo, Cereais e Seus Derivados no  
Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, no Período de Agosto à  
Dezembro de 2023.**

**Claúdio Belmiro de Fulgêncio Muendane**

**Maputo, Junho de 2024**

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**LICENCIATURA EM BIOLOGIA E SAÚDE**  
**TRABALHO DE CULMINAÇÃO DE ESTUDOS II**

**Análise Microbiológica de Águas do Furo, Cereais e Seus Derivados no  
Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, no Período de Agosto à  
Dezembro de 2023.**

Claúdio Belmiro de Fulgêncio Muendane

Relatório do Trabalho de Estágio, apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciatura em Biologia e Saúde.

Supervisores: MSc. Cídia Francisco

Lic. Ernesto Sambo

Orientadora: Lic. Maria Isabel Tazene

**Maputo, Junho de 2024**

## **Agradecimentos**

À Deus pelo dom da vida e protecção da mesma, pela manutenção da minha saúde, força, resiliência e fé.

Aos meus pais, Lizete Nguilâ e Fulgêncio Samuel por todo esforço empregue na minha formação como ser humano e académico.

Às minhas irmãs Milena e Percina, ao meu cunhado Santos e as minhas “madrinhas” Úrsula e Yuna pelo incentivo e confiança depositada.

À minha avó Percina e a toda minha família, tios e primos, vai o meu obrigado pelas palavras de incentivo e de sucesso.

À minha supervisora, Mestre Cídia Francisco por ter me aceite sem reservas como seu estudante e pela dedicação, paciência e incentivo na realização e cumprimento dos prazos deste trabalho. Ao meu co-supervisor, o Licenciado Ernesto Sambo vai também o meu muito obrigado pela paciência e dedicação no desenvolvimento deste trabalho.

À minha orientadora, a Licenciada Maria Isabel Tauzene por ter me recebido de braços abertos no laboratório, pela paciência, zelo, dedicação e preocupação no desenrolar das actividades deste estágio e por partilhar comigo seu conhecimento e vasta experiência na área de controlo de qualidade de águas e alimentos.

Às minhas “Mãezinhas da Micro” Laurinda, Suzana e Rute pela recepção, por me terem acolhido como filho e por estarem sempre dispostas a partilhar comigo seu conhecimento no que diz respeito à microbiologia de águas e alimentos.

À todos os técnicos e funcionários do LNHA pelo acolhimento, apoio e disponibilidade em integrar-me nas actividades da instituição.

À todos colegas estagiários dos diferentes institutos de formação que juntos partilhamos momentos agradáveis e que até hoje mantemos uma relação de amizade, em especial a Duda, Helena e a Silvenia.

Aos meus colegas do DCB, em especial aos que juntos partilhamos momentos inesquecíveis e únicos no Parque Nacional de Maputo, o “Administrador” agradece.

Aos meus amigos do DCB, aos quais considero verdadeiros “companheiros de trincheira” (risos), Agar, Bertinha, Márcia, Marlene, Vaninha, Izilda, Jennifer, Nércia, Nilton e Crisitina.

### **Declaração de honra**

Eu, Cláudio Belmiro de Fulgêncio Muendane, declaro por minha honra que este Relatório é resultado do Trabalho de Estágio feito por mim no Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos sob orientação dos meus supervisores e orientadores, sendo meu trabalho original e nunca antes foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, aos 20 de Junho de 2024

Cláudio Muendane

(Cláudio Belmiro de Fulgêncio Muendane)

## **Resumo**

A segurança alimentar representa uma das principais preocupações com que as autoridades, os agentes económicos e os consumidores debatem-se actualmente. O controle de qualidade microbiológica é uma prática de obrigatoriedade legal e necessária para a manutenção do correcto funcionamento dos sistemas de gestão da segurança alimentar. As águas do furo constituem uma das principais fontes de água para o consumo a nível nacional e mundial, bem como o consumo de cereais e seus derivados que constituem uma das principais fontes de obtenção de nutrientes. O presente relatório versa sobre o estágio que objectivou a análise microbiológica das águas do furo, de cereais e seus derivados no período de agosto à dezembro do ano de 2023, no sector de Microbiologia de Águas e Alimentos do Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, laboratório com Acreditação pelo IPAC, segundo a NP EM ISO/IEC 17025. O estágio permitiu o desenrolar de um leque de actividades, como o controle de qualidade na análise de águas do consumo humano (com maior enfoque nas águas do furo) onde teve-se como alvo a quantificação de coliformes fecais, pelo método de Membrana Filtrante e de diversos alimentos (com maior enfoque para os cereais e seus derivados) que teve como alvo a Determinação de microrganismos viáveis à 37°C, Contagem de Coliformes à 37°C e à 44°C, Contagem de *Escherichia coli* e Bolores e Leveduras pelo método de Incorporação, a Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva pelo método de Sementeira por Espalhamento e Pesquisa da *Salmonella spp.* Estas actividades, permitiram o desenvolvimento de competências específicas em matéria de controle de qualidade e implementação de normas e métodos na área da microbiologia alimentar e de águas.

Palavras-chave: Análise microbiológica, águas do furo, cereais e derivados.

### **Lista de abreviaturas/Acrônimos**

CHAEM	Centro de Higiene Ambiental e Exames Médicos
DTA	Doenças Transmitidas por Alimentos
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
EHEC	<i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
g	Gramma
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
ICMSF	<i>International Commission on Microbiological Specifications for Foods</i>
IPAC	Instituto Português de Acreditação
LNHAA	Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos
MISAU	Ministério da Saúde
ml	Mililitro
OMS	Organização Mundial da Saúde
SHU	Síndrome Hemolítica Urémica
UFC	Unidades Formadoras de Colónias

## Índice

Agradecimentos .....	i
Declaração de honra .....	ii
Resumo .....	iii
Lista de abreviaturas/Acrônimos .....	iv
1 Introdução.....	10
1.1 Problema .....	11
1.2 Justificativa do estágio .....	12
1.3 Objectivos .....	12
1.3.1 Objectivo Geral .....	12
1.3.2 Objectivos específicos .....	12
2 Metodologia .....	13
2.1 Amostragem.....	13
2.2 Análise de águas do furo.....	13
2.2.1 Leitura, testes de confirmação e expressão de resultados .....	13
2.3 Análise de cereais e seus derivados .....	14
2.3.1 Leitura, testes de confirmação e expressão de resultados .....	15
3 Unidade de estágio .....	16
3.1 Laboratório de Microbiologia .....	18
4 Programa de estágio .....	20
5 Apoio Concedido.....	21
6 Revisão Bibliográfica.....	22
6.1 Águas subterrâneas, utilidades e importância.....	22
6.2 Formas de obtenção de águas subterrâneas .....	23
6.3 Fontes de contaminação de águas subterrâneas .....	23
6.3.1 Esgotos domésticos .....	23
6.3.2 Lixeiras e cemitérios .....	24

6.4	Controle de qualidade microbiológica da água.....	24
6.4.1	Bactérias do grupo coliforme .....	26
6.4.1.1	Coliformes totais.....	26
6.4.1.2	Coliformes termotolerantes (fecais).....	26
6.5	Regulamento sobre o Controle da Qualidade de Água em Moçambique .....	26
6.6	Impactos do consumo de água imprópria na saúde humana.....	28
6.7	Cereais e seus derivados .....	29
6.8	Análise microbiológica de cereais e seus derivados .....	30
6.9	Principais agentes biológicos contaminantes dos alimentos.....	34
6.9.1	Coliformes fecais e <i>E. coli</i> .....	34
6.9.2	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva.....	34
6.9.3	<i>Salmonella sp.</i> .....	35
6.9.4	Bolores e leveduras .....	35
6.10	Boas práticas e manipulação dos alimentos.....	36
6.11	Importância das análises microbiológicas em alimentos .....	36
7	Actividades realizadas.....	37
7.1	Limpeza e desinfecção dos equipamentos e bancadas .....	37
7.2	Preparação do material e meios de cultura .....	37
7.3	Análise microbiológica de águas do furo .....	37
7.3.1	Quantificação de coliformes fecais .....	37
7.4	Análise microbiológica de cereais e seus derivados .....	38
7.4.1	Contagem de coliformes à temperaturas de 37°C e 44°C.....	38
7.4.2	Contagem de <i>E. coli</i> .....	39
7.4.3	Contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva .....	39
7.4.4	Pesquisa de <i>Salmonella spp.</i> .....	39
7.4.5	Contagem de Bolores e Leveduras .....	39
7.4.6	Determinação de microrganismos viáveis à 37°C.....	40

7.5	Resultados.....	41
7.5.1	Frequências relativas das análises microbiológicas de águas do furo no período de agosto a dezembro de 2023 .....	41
7.5.2	Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no período de agosto a dezembro de 2023.....	42
8	Análise crítica dos processos de trabalho da unidade de estágio .....	49
9	Conclusões .....	50
10	Limitações .....	51
11	Recomendações .....	52
12	Referências bibliográficas .....	53

## **Lista de Quadros**

Quadro 1: Parâmetros no âmbito da acreditação pelo IPAC, no laboratório de microbiologia de águas e de alimentos do LNHA. ....	18
Quadro 2: Doenças veiculadas pela água e seus agentes causadores. ....	25

## **Lista de Figuras**

Figura 1: Mapa de localização do LNHA, Distrito Municipal KaMavota Cidade de Maputo. ....	16
Figura 2: Organograma do LNHA. ....	17
Figura 3: Fluxo de análise de águas do furo no sector de microbiologia de águas. ....	38
Figura 4: Fluxo de análise de cereais e seus derivados no sector de microbiologia de alimentos. ....	40

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Cereais e seus derivados, os parâmetros analisados e os seus respectivos limites para o controlo de qualidade. ....	14
Tabela 2: Métodos utilizados para as análises dos parâmetros físico-químico e microbiológicos no controle de qualidade das águas do furo no LNHA. ....	27
Tabela 3: Factores que contribuem para a ocorrência de surtos e doenças de origem alimentar. ....	32
Tabela 4: Caracterização quanto ao risco e a difusão dos perigos biológicos. ....	33
Tabela 5: Frequências relativas das análises microbiológicas de águas do furo no período de agosto a dezembro de 2023. ....	41
Tabela 6: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no período de agosto à dezembro de 2023. ....	43
Tabela 7: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de agosto de 2023. ....	44
Tabela 8: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de setembro de 2023. ....	45
Tabela 9: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de outubro de 2023. ....	46
Tabela 10: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de novembro de 2023. ....	47

Tabela 11: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de dezembro de 2023. ....	48
--	----

### **Lista de Gráficos**

Gráfico 1: Frequência de análises microbiológicas das águas do furo no período de agosto a dezembro de 2023.....	42
Gráfico 2: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no período de agosto à dezembro de 2023. ....	43
Gráfico 3: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de agosto de 2023.....	44
Gráfico 4: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de setembro de 2023.....	45
Gráfico 5: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de outubro de 2023.....	46
Gráfico 6: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de novembro de 2023.....	47
Gráfico 7: Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de dezembro de 2023. ....	48

## 1 Introdução

A alimentação é um processo fundamental para que o organismo realize suas funções vitais, é através deste que o organismo obtém energias e substâncias necessárias para participar dos processos biológicos como a respiração celular. A respiração celular é um processo pelo qual os seres vivos metabolizam as moléculas orgânicas para suprir as suas necessidades energéticas, tornando-se fundamental que os alimentos disponibilizados ao consumo sejam de qualidade suficiente, a fim de evitar a ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) (Carneiro, 2017).

As DTA são originadas pela ingestão de alimentos e/ou águas contaminadas por bactérias, tornando-se num dos maiores causadores de morbidades e mortalidade no mundo inteiro, destacando-se a *Salmonella spp.*, o *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* como alguns dos principais agentes etiológicos (Pereira *et al.*, 2022).

A *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF) divide os microrganismos indicadores de qualidade em dois grupos, nomeadamente: os que não oferecem riscos à saúde e os que oferecem baixo ou indirecto risco a saúde, sendo que neste último mencionado constam os coliformes totais, termotolerantes, *Enterococcus*, *Enterobacteriaceae* totais e *Escherichia coli* (ICMSF, 2018).

Para avaliação da qualidade e segurança microbiológica dos alimentos, é importante que constem alguns tipos de bactérias que são utilizadas como parâmetro de monitoramento para restringir e classificar agentes etiológicos potencialmente infecciosos, conhecidos como indicadores de qualidade. Os indicadores de qualidade visam auxiliar a detecção de irregularidades na manipulação e/ou higienização de alimentos (Silva *et al.*, 2021).

A ineficácia ou ausência das ferramentas de controlo de qualidade pode ocasionar a contaminação durante todas as etapas da cadeia alimentar. A manipulação e a conservação são consideradas as etapas com maior possibilidade de contaminação, pois se não forem adequadamente seguidas as boas práticas de fabricação, pode haver uma proliferação excessiva de microrganismos, sendo assim, os manipuladores dos alimentos, tem um importante papel na prevenção e controlo da contaminação dos alimentos (Silva, 2016).

Segundo Rodrigues *et al.* (2015), as autoridades governamentais apresentam grande parte da responsabilidade no controlo da qualidade dos alimentos, desenvolvendo ferramentas legais para o funcionamento dos estabelecimentos que trabalham com os alimentos.

O Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos (LNHAA) é uma instituição subordinada ao Ministério da Saúde, vocacionada ao controlo da qualidade de alimentos,

águas e factores ambientais capazes de causar danos ao homem directa ou indirectamente. O laboratório está dividido em três Departamentos, nomeadamente: Qualidade, Alimentos e Águas, sendo o segundo e terceiro, os sectores de escolha para o desenvolvimento das actividades programadas para o presente estágio.

O Departamento de Alimentos está habilitado a fazer o controlo químico e microbiológico. Este Departamento dispõe dos laboratórios de Microbiologia, Química, Entomologia, Toxicologia. O Departamento de Águas está capacitado para fazer o controlo químico e microbiológico dos diferentes tipos de águas.

O presente estágio teve como objectivo a realização de análises microbiológicas de águas do furo e de cereais e seus derivados, conciliando os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação académica às técnicas aplicadas no LNHA para o controlo da qualidade da água e alimentos.

## 1.1 Problema

Os alimentos contaminados são a causa de grandes problemas de saúde em todo mundo e ocasionam uma redução na produtividade e ascensão económica (Forsythe, 2013). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) estimam que em todo mundo, cerca de 2 milhões de pessoas morrem por ano com diarreias causadas pela ingestão de alimentos contaminados e esses dados, estão relacionados com o aumento contínuo de refeições realizadas fora de casa, portanto, tornando a vigilância e boas práticas de manuseio de alimentos um problema de saúde pública (Vidal *et al.*, 2022).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, em 2018, Moçambique registou mais de 500 mil pessoas com o quadro de doenças causadas pelo consumo de alimentos contaminados. Dados do Ministério da Saúde demonstram que desde janeiro até a primeira semana de maio de 2020, o país notificou 492.152 casos e 198 mortes, devido a ocorrência de doenças diarreicas (Manhique, 2020).

Em Moçambique, não se sabe ao certo, quais são os principais patógenos envolvidos nos casos de DTA, entretanto, o *Vibrio cholerae* constitui uma grande preocupação, pois, só no ano de 2019 foram registados mais de 100 casos de cólera e 109 óbitos a nível nacional (Manhique, 2020).

A preparação dos alimentos com água contaminada, infraestruturas precárias dos locais de preparação, assim como condições inadequadas de conservação dos alimentos, são

considerados factores importantes que contribuem para o aumento de casos de DTA nos países de baixa renda como é o caso de Moçambique. Tais factores, podem contribuir para o surgimento de DTA as quais afectam a saúde e integridade dos consumidores.

## **1.2 Justificativa do estágio**

O presente estágio é justificado pelos crescentes níveis de contaminações e doenças advindas da falta ou deficiente tratamento da água e em algumas regiões do nosso país, as águas do furo são a única fonte disponível para o consumo.

A escolha de cereais deveu-se ao facto destes serem o grupo de vegetais, com maiores quantidades de produção e consumo a nível mundial e nacional. A existência de estudos que pressupõem a possível ocorrência de contaminação microbiológica de cereais devido à técnica de adubação com matéria orgânica, justifica a realização deste estágio.

## **1.3 Objectivos**

### **1.3.1 Objectivo Geral**

- Analisar a qualidade microbiológica das águas do furo, cereais e seus derivados no Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, no período de agosto à dezembro do ano de 2023.

### **1.3.2 Objectivos específicos**

- Determinar a frequência de análises microbiológicas de águas do furo;
- Comparar as frequências mensais das análises microbiológicas das águas do furo;
- Determinar a frequência de análises microbiológicas de cereais e seus derivados;
- Comparar as frequências mensais das análises microbiológicas de cereais e seus derivados;

## **2 Metodologia**

### **2.1 Amostragem**

As amostras de águas e alimentos, analisadas durante o período de estágio foram submetidas por clientes individuais, empresas e entidades do estado que zelam pela saúde pública. Para colheita de água, os clientes dirigiam-se ao laboratório para obtenção dos frascos de colheita (de vidro e esterilizados) e instruções de colheita, enquanto que os cereais e seus derivados eram submetidos nas embalagens originais a serem comercializadas ou em sacos estéreis de *Ziploc*.

Era recomendado aos clientes do laboratório que submetessem as amostras logo após a colheita e a hora limite de submissão, era até ao meio-dia e meio. Após a chegada, na recepção do LNHA, preenchia-se o formulário e ficha de inspeção, as amostras eram codificadas e encaminhadas para o sector de Microbiologia, onde eram imediatamente analisadas.

### **2.2 Análise de águas do furo**

O ensaio de rotina realizado para a análise de águas do furo era de Quantificação de Coliformes fecais à 44°C por 24 horas, pelo método de Membrana Filtrante. O primeiro passo consistia na codificação da placa (com o número de registo da amostra) contendo o meio de cultura selectivo para o crescimento de coliformes fecais, o *Membrane Lauryl Sulphate Broth* e a desinfeção da parte superior do frasco com gaze embebida em álcool a 70%.

Em seguida, lavava-se o filtro com água destilada e esterilizada e com recurso a uma pinça previamente mergulhada em álcool a 70% e flamejada, posteriormente colocava-se a membrana no filtro e filtrava-se 100 ml da amostra. Retirava-se a membrana e colocava-se delicadamente sobre a placa contendo o meio e incubava-se à 44°C por 24 horas.

#### **2.2.1 Leitura, testes de confirmação e expressão de resultados**

Após a incubação, caso não houvesse crescimento de colónias, o resultado era expresso em <1/100 ml ufc. Caso houvesse crescimento de colónias amarelas típicas, amarelas atípicas e laranjas, o procedimento ditava a realização dos testes de confirmação. Os testes de confirmação consistiam na repassagem de 4 colónias amarelas típicas, 3 amarelas atípicas e 5 laranjas por estriamento, em um meio não selectivo (*Plate Count Agar*) numa placa de *Petri* de 90 mm e colocada a incubar à 37°C por 24 horas.

Após 24 horas, realizava-se o teste de oxidase que consistia em retirar a mesma quantidade de bactérias mencionadas anteriormente, para cada tipo de colónias (típicas, atípicas e laranjas).

Para colónias típicas, o resultado negativo para o teste de oxidase (não alteração da cor na fita de oxidase) confirmava a presença de coliformes fecais, pois os coliformes fecais são bactérias oxidase negativas. Para colónias atípicas e laranjas, se o resultado fosse negativo para o teste de oxidase, repicavam-se a mesma quantidade de colónias para um meio confirmativo (*Brilliant Green Bile 2%*) e incubava-se à 44°C por 24 horas. Após 24 horas, a turvação do meio e formação do gás no interior do tubo de *Duran*, confirmavam a presença dos coliformes fecais.

O limite admissível para que a água do furo fosse considerada própria para o consumo humano era de 10 ufc, acima desse valor eram consideradas impróprias para o consumo humano.

### 2.3 Análise de cereais e seus derivados

No que diz respeito à análise de cereais e seus derivados, a tabela 1 abaixo, apresenta o nome dos alimentos, os parâmetros analisados e os seus respectivos limites para o controlo de qualidade, em aplicação no LNHA.

**Tabela 1:** Cereais e seus derivados, os parâmetros analisados e os seus respectivos limites para o controlo de qualidade.

Alimento	Dt.mv	C.37°C	C.44°C	<i>E. coli</i>	<i>Staph.</i>	<i>Salm.</i>	Bol/Lv
Arroz	-	-	-	-	-	-	10 <sup>5</sup>
Milho	-	-	-	-	-	-	10 <sup>5</sup>
Farrinha de Milho	10 <sup>6</sup>	100	-	Ausente	-	Ausente	10 <sup>4</sup>
Farrinha de Trigo	10 <sup>6</sup>	100	100	Ausente	-	-	10 <sup>4</sup>
Massas	10 <sup>4</sup>	-	-	Ausente	Ausente	Ausente	10 <sup>2</sup>
Bolachas	-	-	10 <sup>2</sup>	-	-	-	10 <sup>3</sup>
Biscoitos	10 <sup>4</sup>	-	-	Ausente	-	Ausente	10 <sup>3</sup>

**Dt.mv**- Determinação de microrganismos viáveis à 37°C ; **C.37°C** - Contagem de coliformes à 37°C; **C.44°C** - Contagem de coliformes à 44°C; ***E. coli*** – Contagem de *Escherichia coli*; ***Staph.***- Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva; ***Salm.***- Pesquisa *Salmonella spp.*; **Bol/Lv** - Bolores e leveduras; - Não é um ensaio de rotina/ausência de limite.

**Fonte:** LNHA, 2024.

O método aplicado para os ensaios de análise de bolores, leveduras, coliformes totais, fecais, *E. coli* e determinação de microrganismos viáveis à 37°C era o método de Incorporação. Para o ensaio de *Staphylococcus* coagulase positiva o método aplicado era o de Sementeira por espalhamento.

O método de incorporação consistia em retirar 1 ml da amostra homogeneizada, para a placa de *Petri* estéril, de seguida adicionava-se 15 ml do meio já arrefecido a 45°C e realizavam-se movimentos circulares suaves, de forma a permitir uma boa distribuição do inóculo e deixava-se a solidificar.

O método de sementeira por espalhamento consistia em espalhar 0,1 ml da amostra homogeneizada, sobre a placa de *Petri* contendo o meio solidificado com auxílio de um espalhador, com vista a obter colónias isoladas com distribuição uniforme pela placa.

### **2.3.1 Leitura, testes de confirmação e expressão de resultados**

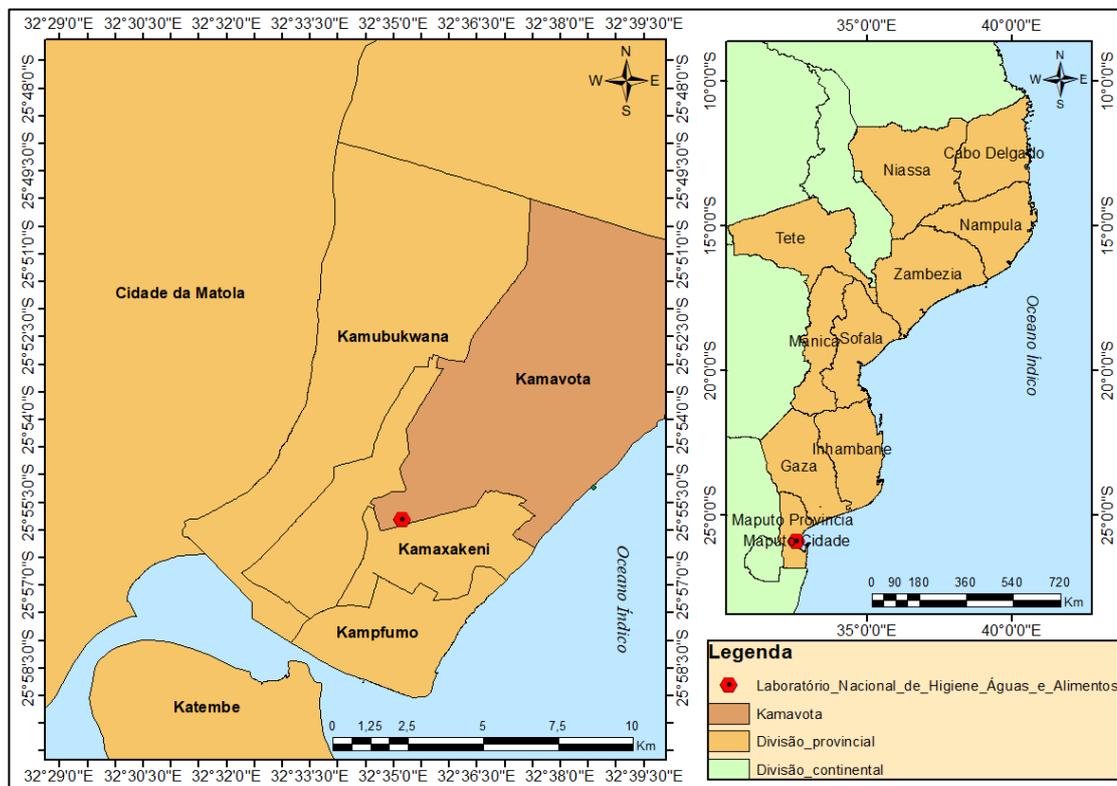
Foram consideradas como colónias típicas dos coliformes, as de cor vermelha-púrpura e azul para as de *E. coli*. Em caso de não crescimento de colónias, os resultados eram expressos em  $<1,0 \times 10^1$  ufc/g. Esta forma de expressão era também válida para os ensaios de contagem de bolores e leveduras. A execução destes ensaios não pressupunham a realização dos testes de confirmação.

Para a análise de *Staphylococcus* coagulase positiva eram consideradas como colónias típicas, as de cor preta com brilho metálico com ou sem halo. O não crescimento de colónias ditava a expressão dos resultados da seguinte maneira:  $<10^2$  ufc/g.

Para pesquisa da *Salmonella spp.*, eram consideradas como colónias típicas, as de cor rosa com centro negro e cor vermelha-rosa com centro negro e halo transparente. Os resultados eram expressos em “Ausência/ Presença em 25 gramas”.

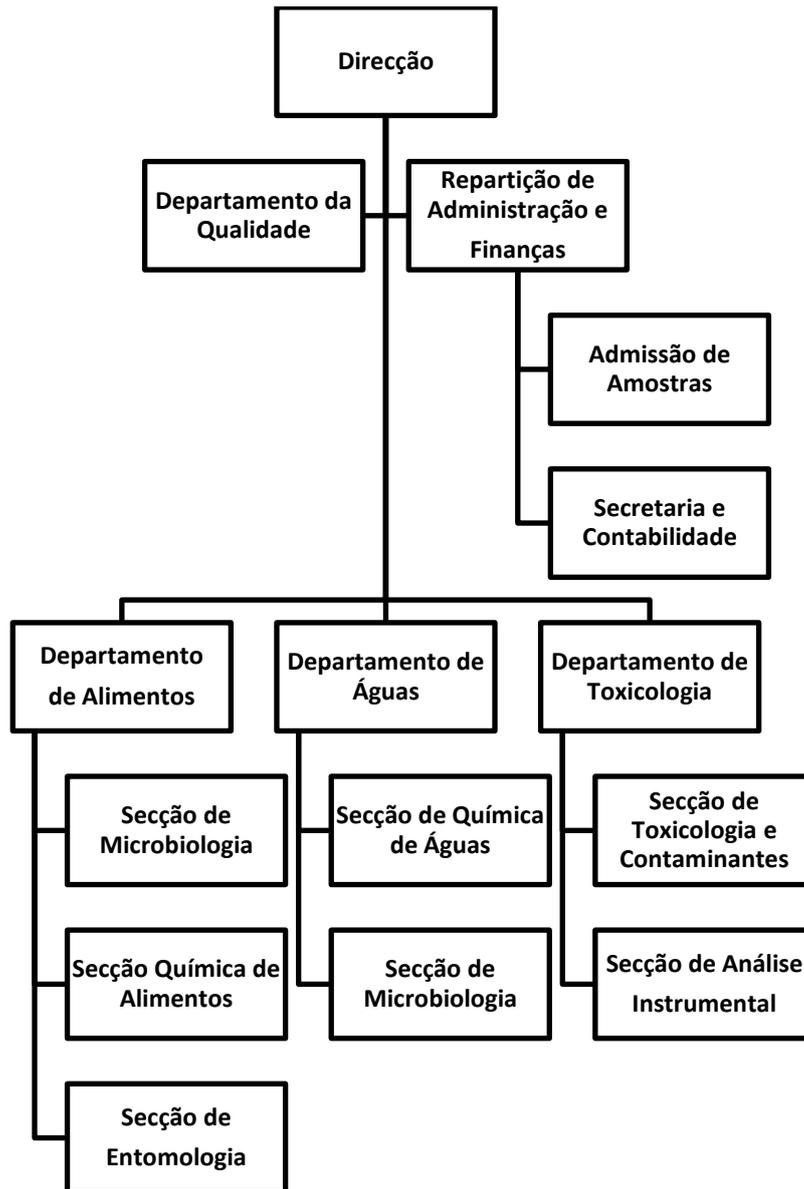
### 3 Unidade de estágio

A figura 1 abaixo, apresenta o mapa do distrito Municipal KaMavota, onde se localiza o LNHA, instituição em que decorreu o estágio abordado no presente relatório.



**Figura 1:** Mapa de localização do LNHA, Distrito Municipal KaMavota Cidade de Maputo.

O LNHA é uma instituição pública e subordinada ao MISAU, vocacionada ao controlo da qualidade de alimentos, águas e factores ambientais susceptíveis de causar danos ao homem, directa ou indirectamente. Na figura 2 abaixo, encontra-se o organograma do Laboratório.



**Figura 2:** Organograma do LNHA. (Fonte: LNHA, 2024).

O laboratório de microbiologia é o único sector do LNHA que se encontra acreditado pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC). No quadro 1 abaixo, constam os parâmetros no âmbito da acreditação para o laboratório de microbiologia de águas e de alimentos.

**Quadro 1:** Parâmetros no âmbito da acreditação pelo IPAC, no laboratório de microbiologia de águas e de alimentos do LNHA.

<b>Parâmetros no âmbito da acreditação pelo IPAC</b>	
<b>Águas</b>	<b>Alimentos</b>
Quantificação de Coliformes totais	Contagem de Coliformes à 37°C
Quantificação de Coliformes fecais	Contagem de Coliformes 44°C
Quantificação de <i>Escherichia coli</i>	Contagem de <i>Escherichia coli</i>
Determinação de Microrganismos Viáveis à 37°C	Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>
	Pesquisa de <i>Salmonella spp.</i>

### **3.1 Laboratório de Microbiologia**

O laboratório de microbiologia localiza-se no primeiro piso do edifício, no final do corredor à esquerda e é composta por 4 salas, nomeadamente: a sala de preparação de material e meios de cultura, sala de análise de águas, sala de análise de alimentos, sala de incubação e leitura e uma sala externa (sala de lavagem).

#### **a) Sala de preparação de material e meios de cultura**

Esta sala contém uma bancada de trabalho com uma balança analítica para pesagem dos meios de cultura, um potenciômetro para medição do pH e temperatura dos meios de cultura e amostras líquidas, uma placa magnética e de aquecimento para homogeneização e fervura dos meios e um banho-maria para o arrefecimento dos meios de cultura. Contém uma estufa para esterilização a 170°C/1hora de toda vidraria em uso no laboratório e frascos reservados à colheita de água. São também esterilizados nesta estufa zaragatoas para o controle de higiene de superfícies e mãos dos manipuladores. Esta sala contém uma autoclave para esterilização da água destilada, meios de cultura, tampas para frascos, tubos de ensaio entre outros materias a 121°C/15 minutos e um armário para o armazenamento dos frascos de meios de cultura em uso.

#### **b) Sala de análise de águas**

Esta sala contém uma bancada de inoculação com um sistema de filtração à vácuo, um bico de bunsen, uma cabine/bancada de apoio e um vórtex. A sala contém duas geleiras destinadas ao armazenamento dos meios de cultura já preparados, suplementos e acumuladores de gelo.

**c) Sala de análise de alimentos**

Esta sala contém uma bancada de apoio, uma bancada de inoculação, balança analítica para a pesagem dos alimentos, um *stomacher*, um vórtex para a homogeneização das amostras e um bico de bunsen. A sala contém uma geleira para a conservação das amostras por analisar.

Estas três salas encontram-se separadas por paredes de gesso, janelas e portas de vidro e alumínio e um corredor que unifica todas elas, viabilizando o acesso à outra denominada Sala de incubação e leitura.

**d) Sala de incubação e leitura**

Esta sala contém cinco incubadoras com diferentes temperaturas (22°C, 30°C, duas de 37°C e 44°C), uma geleira, uma bancada de inoculação, um contador de colônias, um banho-maria, um computador de mesa e dois armários para o armazenamento de meios de cultura em *stock*.

**e) Sala de lavagem**

Esta sala localiza-se na área externa do laboratório de microbiologia e destina-se a descontaminação, lavagem e secagem do material em uso no laboratório. Esta contém uma autoclave de descontaminação de material de vidro, uma pia para lavagem do material e uma estufa de pré-secagem do material a 100°C.

#### **4 Programa de estágio**

##### **a) Actividades diárias**

##### **1. Sala de preparação de material e meios de cultura**

- Acompanhar a preparação do material para esterilização;
- Acompanhar a preparação dos meios de cultura e água para esterilização;

##### **2. Sala de análise de águas**

- Acompanhar e auxiliar a identificação das amostras de águas e codificação das placas até a incubação;
  - Observar, acompanhar e auxiliar a análise de águas pelos diferentes métodos (método de incorporação, membrana filtrante, e tubos múltiplos) para identificação de bactérias patogénicas e não patogénicas.

##### **3. Sala de análise de alimentos**

- Acompanhar e auxiliar a identificação das amostras de alimentos e codificação das placas até a incubação;
  - Observar, acompanhar e auxiliar a análise de alimentos pelos diferentes métodos (método incorporação, sementeira e pesquisa) para identificação de microrganismos patogénicos e não patogénicos;
    - Acompanhar e auxiliar a análise de zaragatoas.

##### **4. Sala de incubação e leitura**

- Acompanhar e observar os testes de confirmação dos diferentes microrganismos;
  - Acompanhar a interpretação e emissão de resultados.

##### **5. Sala de lavagem**

- Acompanhar e auxiliar nas actividades de limpeza e descarte de material.

##### **6. No laboratório em geral**

- Observar e acompanhar os sistemas de gestão de controlo de qualidade;
- Observar a rotina laboratorial.

b) **Actividades semanais**

- Acompanhar e auxiliar na limpeza e desinfecção de bancadas e equipamentos.

c) **Actividades mensais**

- Acompanhar o controle de desinfecção dos equipamentos e bancadas;
- Acompanhar e observar o desempenho dos meios de cultura.

## **5 Apoio Concedido**

Os técnicos e funcionários prestaram-me disponibilidade, tempo, paciência e motivação durante a realização do estágio, no esclarecimento de qualquer dúvida ou inquietação e por terem enquadrado-me em todas actividades da instituição como membro da equipe do laboratório.

## 6 Revisão Bibliográfica

### 6.1 Águas subterrâneas, utilidades e importância

A população mundial incluindo a moçambicana está em constante crescimento o que aumenta a necessidade de consumo de água potável. Moçambique enfrenta problemas de abastecimento de água potável para toda população e deficiente saneamento básico (Rodrigues *et al.*, 2020).

As águas são classificadas como superficiais e subterrâneas, estas últimas encontram-se sob a superfície terrestre, preenchendo completamente os poros das rochas e dos sedimentos, constituindo os chamados aquíferos. Elas são críticas para a segurança hídrica global, já que nesses aquíferos encontram-se 97% das águas doces e líquidas do planeta, o que os torna nos maiores reservatórios de água potável da humanidade (Hirata *et al.*, 2018).

Ao contrário das águas superficiais as subterrâneas não se revelam facilmente aos olhos, facto que compromete a sua gestão, desconhecimento sobre seu papel e acções necessárias para sua proteção, tornando os aquíferos mais vulneráveis ao risco de contaminação, mau uso e superexploração sem a devida canalização dos recursos financeiros ao estado. A captação anual estimada de água subterrânea no mundo, a partir de 2010, supera os 1.000.000 m<sup>3</sup>, o que a coloca na posição de substância com maior nível de extração no subsolo. As águas subterrâneas têm um papel fundamental em diversos países, estando presentes no abastecimento das populações, irrigação e indústria (Hirata *et al.*, 2018).

O recurso hídrico subterrâneo é quase sempre a única opção de água potável no campo e nas periferias das cidades que não dispõem da rede pública de água. Além disso, a água subterrânea obtida através de perfurações de poços particulares surge como fonte alternativa ou complementar em resposta a falhas no abastecimento público ou ao seu menor custo, diante dos valores cobrados da água fornecida pelos operadores do serviço público (Hirata *et al.*, 2018).

Em algumas regiões de Moçambique, a água subterrânea é exclusivamente a única fonte de água potável como, por exemplo, o Município da Cidade de Xai-Xai que possui 39 fontes de água subterrâneas, tornando insignificante o consumo da água do rio Limpopo na área em questão (Simbe *et al.*, 2019).

Cerca de 75% da população europeia é abastecida por reservatórios de águas subterrâneas. O suprimento hídrico de países como a Dinamarca e Áustria é garantido quase que de forma exclusiva pelas águas subterrâneas (Hirata *et al.*, 2018).

Abaixo, encontram-se listadas algumas vantagens do uso das águas subterrâneas:

- i. Possui excelente qualidade natural, geralmente potável, permitindo seu uso directo com pouco ou sem nenhum tratamento;
- ii. Os aquíferos têm uma grande capacidade de armazenamento de água, tornando as vazões dos poços estáveis, mesmo após longos períodos de estiagem;
- iii. São obras simples e de rápida construção (período que varia de uma semana a um mês) e há várias empresas perfuradoras detentoras de tecnologias modernas e adequadas;
- iv. Os poços apresentam baixo custo de operação e manutenção, podendo funcionar de forma autônoma, sem a necessidade de atenção contínua de um técnico (Hirata *et al.*, 2018).

## 6.2 Formas de obtenção de águas subterrâneas

As águas subterrâneas são extraídas por meio de poços ou pelo aproveitamento directo das nascentes. No caso dos poços estes podem ser divididos em duas categorias principais:

a) **Poços tubulares (artesanais ou semiartesanais):** trata-se de uma perfuração realizada por meio de máquinas de formato vertical, cilíndricas revestidas com material de policloreto de vinila (PVC) aditivado ou em aço, em forma de tubos e filtros, para captação de água em aquíferos. Estes podem atingir cerca de 2000 metros de profundidade.

b) **Poços escavados:** perfurado e construído de forma manual, em média possuem cerca de 25 à 40 metros de profundidade e diâmetro de 1 ou 2 metros (Hirata *et al.*, 2018).

## 6.3 Fontes de contaminação de águas subterrâneas

A contaminação da água está fortemente vinculada ao crescimento populacional e a expansão das actividades industriais. O intenso crescimento populacional observado nas últimas décadas e a urbanização de forma acelerada e sem o devido planeamento, aumentaram a pressão humana sobre os recursos hídricos, sobretudo no que se refere a aqueles usados para o abastecimento urbano que podem ser águas subterrâneas ou águas superficiais tratadas (Langa, 2022).

### 6.3.1 Esgotos domésticos

Os esgotos são as principais fontes de poluição por actividade humana, neles podem-se observar vestígios de produtos de limpeza e dejectos humanos. O lançamento dos mesmos

directamente sobre o solo ou na água, os vazamentos na rede de esgotos e a utilização de fossas sépticas construídas de maneira inadequada constituem as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas (Salamandane *et al.*, 2021).

### **6.3.2 Lixeiras e cemitérios**

A deposição de resíduos sólidos directamente no solo contribui para a degradação da qualidade de água. Isso acontece porque os resíduos sólidos durante o processo de decomposição libertam um líquido denominado chorume e quando chove, a água da chuva mistura-se entre os resíduos carregando todo chorume e este por sua vez, infiltra-se no solo podendo atingir aquíferos e contaminar a água utilizada para o abastecimento da população (Luby *et al.*, 2015).

Os cemitérios são locais de sepultamento e enterro de cadáveres (Holcomba *et al.*, 2019) e durante a sua implementação, deve-se ter em conta alguns critérios como caracterização hidrogeológica do local, níveis inferiores das sepulturas com relação ao nível freático, isto porque a sua disposição inadequada gera efeitos poluidores às águas subterrâneas (Langa, 2022). A contaminação relacionada aos cemitérios pode ocorrer por causa do necrochorume, líquido homogêneo produzido pela decomposição de cadáveres por microrganismos (Luby *et al.*, 2015).

## **6.4 Controle de qualidade microbiológica da água**

A detecção e quantificação de todos os microrganismos patogénicos potencialmente presentes na água é trabalhosa, demanda muito tempo, os custos são elevados e nem sempre se obtém resultados positivos ou que confirmem a presença de tais microrganismos (Ministério da Saúde, 2013).

O objectivo do exame microbiológico da água é de fornecer subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de microrganismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e outros animais de sangue quente. Vale ressaltar que os microrganismos presentes nas águas naturais são em sua maioria, inofensivos à saúde humana. Porém, na contaminação por esgoto sanitário estão presentes microrganismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana (Rodrigues *et al.*, 2020).

No quadro 2 abaixo, estão relacionadas algumas doenças veiculadas pela água e seus agentes, dentre os quais fazem parte os vírus, bactérias, protozoários e helmintos.

**Quadro 2:** Doenças veiculadas pela água e seus agentes causadores.

<b>Doenças</b>	<b>Agentes patogénicos</b>
<b>Origem bacteriana</b> Febre tifóide e paratifoide Disenteria bacilar Cólera Gastroenterites agudas e Diarreias	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella parathyphi A e B</i> <i>Shigella sp.</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli</i> enterotóxica, <i>Campylobacter</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Shigella sp.</i>
<b>Origem viral</b> Hepatite A e E Poliomielite Gastroenterites agudas e crónicas	Vírus da hepatite A e E Vírus da poliomielite Vírus Norwalk Rotavírus Enterovírus Adenovírus
<b>Origem parasitária</b> Disenteria amebiana Gastroenterites	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

**Fonte:** Ministério da Saúde (2013).

A água potável não deve conter microrganismos patogénicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Como indicadores de contaminação fecal, são eleitas bactérias de referência, às do grupo coliforme que têm como principal representante a *E. coli* (Ministério da Saúde, 2013).

A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água, deve-se aos seguintes factores:

- a) São encontrados nas fezes de animais de sangue quente, inclusive dos seres humanos;
- b) São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- c) Sua concentração na água contaminada possui uma relação directa com o grau de contaminação fecal desta;
- d) Tem maior tempo de sobrevivência na água que as restantes bactérias patogénicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais além de serem

incapazes de se multiplicarem no meio aquático ou se multiplicarem menos que as bactérias entéricas;

e) São mais resistentes agentes desinfectantes do que as bactérias patogénicas (Ministério da Saúde, 2013).

#### **6.4.1 Bactérias do grupo coliforme**

##### **6.4.1.1 Coliformes totais**

São bacilos grã-negativos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoactivos, fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $37,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  em 24 ou 48 horas, e que podem apresentar actividade da enzima beta-galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies também pertençam a este grupo (Ministério da Saúde, 2013).

##### **6.4.1.2 Coliformes termotolerantes (fecais)**

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 *E. coli*, de origem exclusivamente fecal. A *E. coli* é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, é oxidase-negativa, não hidrolisa ureia e apresenta actividades da enzima beta-galactosidase e beta-glucoroidase, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogénicos (Ministério da Saúde, 2013).

A origem fecal da *E. coli* é inquestionável, o que valida seu papel mais preciso de organismo indicador de contaminação fecal tanto em águas naturais quanto em águas tratadas (Ministério da Saúde, 2013).

#### **6.5 Regulamento sobre o Controle da Qualidade de Água em Moçambique**

O Regulamento sobre a Qualidade de Água para o Consumo Humano afixado no Boletim da República do Diploma Ministerial 180/2004 de 15 de Setembro tem como objectivo fixar os parâmetros de qualidade da água destinada ao consumo humano e as modalidades de realização do seu controlo, visando proteger a saúde humana dos efeitos

nocivos resultantes de qualquer contaminação que possa ocorrer nas diferentes etapas do sistema de abastecimento de água desde a captação até a disponibilização ao consumidor (Assembleia da República, 2004).

Este regulamento aplica-se aos diversos sistemas de abastecimento de água destinados ao consumo humano, incluindo águas doces subterrâneas, destinadas ao consumo directo ou ao processamento de água para o consumo humano (Assembleia da República, 2004).

Na tabela 2 abaixo, constam os parâmetros de análise fixados na legislação para as águas do furo e que são alvo de rotina no LNHA.

**Tabela 2:** Métodos utilizados para as análises dos parâmetros físico-químico e microbiológicos no controle de qualidade das águas do furo no LNHA.

Parâmetros	Métodos	Limite	Unidades
pH	Potenciométrico MI BO5	6,5 – 8,5	um.pH
Conductividade	Conductimétrico MI BO2	2000	µs/cm
Cor	Visual MI BO4	Incolor	-
Turvação	Turbidimétrico MI B12	5	NTU
Nitratos	Absorção Molecular MI CO7	50	mg/L NO <sub>3</sub>
Nitritos	Absorção Molecular MI CO6	3	mg/L NO <sub>2</sub>
Cloretos	Volumétrico MI C17	250	mg/L Cl
Amoníaco	Absorção Molecular MI CO%	1,5	mg/L NH <sub>4</sub>
Dureza total	Volumétrico MI C14	500	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Quantificação de Coliformes Fecais	MI-P/LNHA/110 2017-05-05	10	Ufc/100mL

Fonte: Rodrigues *et al.*, 2020.

Para efeitos de aplicação das disposições do presente regulamento é designada por autoridade competente para garantir o controlo da qualidade de água destinada ao consumo humano à Direção Nacional de Saúde sendo executadas desde o nível central pelo LNHA e a nível provincial pelos Centros de Higiene Ambiental e Exames Médicos (CHAEM).

Este regulamento define os regimes de controlo da qualidade de água, sendo descritos abaixo:

- a) **Controlo inicial:** contempla a inspeção e a análise do leque máximo de parâmetros recomendados e destina-se a verificar se a fonte é apta, definir seu perfil inicial que servirá de base informativa para posterior monitoramento;
- b) **Controlo de rotina:** abarca as análises dos parâmetros essenciais de rotina, definidos para o tipo de fonte e população servida e seleccionados na base do risco sanitário;
- c) **Controlo periódico:** contempla a análise dos mesmos parâmetros que o controlo inicial e visa verificar periodicamente, a aptidão da fonte. Orienta a realização de grandes medidas de reabilitação/protecção.

d) **Controlo excepcional:** realiza-se quando recomendado por situações excepcionais, tais como cheias, suspeitas de contaminação accidental e inclui a realização de análises de parâmetros especiais, em função da causa/suspeita em referência (Assembleia da República, 2004).

## **6.6 Impactos do consumo de água imprópria na saúde humana**

De acordo com Burridge *et al.* (2019), a população moçambicana ainda carece de água para o suprimento de suas necessidades básicas. Outro ponto a ser destacado é a desigualdade na distribuição de água para o consumo entre a zona urbana e a rural.

Num estudo realizado no distrito Municipal da Katembe, cidade de Maputo em 2019, visando analisar a qualidade da água para o consumo humano em quatro unidades sanitárias que serviam aos doentes internados, utentes, funcionários e populações das redondezas de tais unidades, concluiu que a água abastecida nesses centros de saúde não correspondia aos requisitos de potabilidade, uma vez que os resultados dos parâmetros analisados pelo LNHA, dentre os quais os coliformes fecais, ultrapassaram os limites admissíveis. De salientar que as quatro unidades sanitárias envolvidas no estudo, o abastecimento sanitário de água tem como fonte única um furo local (Rodrigues *et al.*, 2020).

No distrito Municipal da Katembe se regista anualmente casos de doenças diarreicas devido ao consumo de água contaminada (Burridge *et al.*, 2019). Neves e Heller (2016) destacam que a diarreia se deve aos factores socioeconómicos, culturais, nutricionais e ambientais. Crianças dos países em desenvolvimento como Moçambique apresentam por ano uma média de 50 a 60 dias de doenças diarreicas.

As doenças diarreicas ocorrem após a ingestão da água e/ou alimentos contaminados por agentes biológicos patogénicos. As doenças de transmissão feco-oral incluem: cólera, febre tifóide e paratifóide, hepatite A, E e F, poliomielite, diarreias por rotavírus, diarreias por adenovírus, helmintos, ascaridíase, tuberculose, enterobíase, entre outras. Essas doenças podem trazer efeitos maléficos à saúde e se não forem devidamente tratados levam à morte (Rodrigues *et al.*, 2020).

## 6.7 Cereais e seus derivados

Os cereais foram as primeiras espécies de vegetais a serem cultivados durante muitos anos e tem se proliferado por todo mundo, em especial o trigo, arroz e o milho. Estes alimentos são constituídos por hidratos de carbono, proteínas, ácidos gordos essenciais, vitaminas do complexo B, vitamina E, ferro entre outros nutrientes, o que implica assegurar a composição de todos cereais e manter a segurança em todas as etapas da sementeira, crescimento, armazenamento, transporte e processamento (Pereira e Fernandes, 2014).

Desde sempre os cereais são consumidos em grandes quantidades no mundo inteiro e cada vez mais abrangentes e exigentes os critérios de qualidade, procurando tornar diminutos os erros. A vigilância em todos os processos de produção dos cereais representa cada vez mais um ponto fundamental para evitar a existência de contaminantes de várias naturezas, quer seja físico, químico ou biológico (Sharma e Sembali, 2014).

O arroz, trigo e milho fazem parte do grupo dos cereais mais produzidos no mundo, isto se deve aos seus atributos nutricionais e a sua boa adequação as mais variadas condições do solo e clima (Medeiros, 2018). Num estudo realizado por Medeiros (2018), foram analisadas amostras de cereais e barras de cereais, tendo se constatado que 100% das amostras foram consideradas adequadas para o consumo humano, no que diz respeito ao cumprimento dos níveis de Coliformes a 45°C, *Bacillus cereus*, *Salmonella sp.*, bolores, leveduras e mesófilos.

Em Moçambique as culturas alimentares representam 90% da produção total de culturas e o milho é o mais importante cereal e a segunda principal cultura cultivada, perdendo apenas para a mandioca que ocupa o primeiro lugar. A maior parte da produção de alimentos básicos do país ocorre nas regiões norte e centro, cerca de 80% da produção nacional total em média. Nampula e Zambézia com 14% e 21% respectivamente, estão entre as três principais províncias produtoras de cereais em Moçambique (Huma *et al.*, 2019).

Num estudo elaborado por Nanelo e José (2022) nos distritos de Pemba-Metuge e distrito de Gondola, províncias de Cabo delgado e Manica respectivamente, concluiu-se que o milho era a principal cultura em ambos distritos.

Quando se trata de segurança alimentar, os fungos ganham particular importância pois nascem e desenvolvem-se sem dificuldades em ambientes húmidos e quentes, proliferando-se e contaminando os alimentos podendo resultar em intoxicações alimentares, alergias entre outras patologias. No entanto, importa ter em conta a correcta identificação do fungo e possíveis metabólitos que possam surgir da sua biotransformação, como é o caso das

micotoxinas que tem sido encontradas e quantificadas em diversos alimentos, incluindo nos cereais (Carvalho, 2016).

## **6.8 Análise microbiológica de cereais e seus derivados**

É quase impossível determinar com precisão o surgimento dos microrganismos na história da humanidade. Com a evolução do homem, o processamento dos alimentos tornou-se necessário e assim, começaram a surgir problemas relacionados as DTA, principalmente devido à inadequada conservação dos alimentos (Possebon, 2021).

Existem no mundo inteiro cerca de 250 doenças transmitidas por alimentos contaminados e a prática correcta de higiene dos alimentos é um grande passo positivo para prevenir a ocorrência e multiplicidade dos casos. As DTA tornaram-se uma preocupação de saúde pública em toda a esfera global e estima-se ainda que em torno de 90% das doenças de origem alimentar são causadas por bactérias (Gameiro, 2021). Além dos alimentos contaminados serem a causa de diversas patologias, eles também são responsáveis pela queda na produtividade e conseqüentemente, pelo declínio no capital mundial (Forsythe, 2013).

Outros veículos potencialmente transmissores de doenças causadas por alimentos são os manipuladores que caso não recebam treinamento e supervisão adequados e embasados em Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), onde existem orientações acerca da higienização de equipamentos, utensílios, ambiente produtivo, higiene pessoal, contaminação cruzada, entre outros, podem contribuir para o aparecimento de problemas de saúde ao consumidor e a si próprio. Caso esses manipuladores apresentem alguma enfermidade que eventualmente possa prejudicar a garantia higiênico-sanitária, os mesmos devem permanecer afastados de suas actividades laborais até que a sua condição de saúde seja prontamente restabelecida (Santos *et al.*, 2020).

Para avaliação da qualidade e segurança microbiológica dos alimentos é importante que constem alguns tipos de bactérias que são utilizados como parâmetro de monitoramento para restringir e classificar agentes etiológicos potencialmente infecciosos, conhecidos resumidamente como indicadores de qualidade. Esse procedimento pode auxiliar no apontamento de incongruências na manipulação e/ou higienização de alimentos (Silva *et al.*, 2021).

Entre os vários parâmetros que indicam a qualidade e a inocuidade de alimentos, os mais importantes são aqueles que definem suas características microbiológicas. É importante

lembrar que alimentos crus, como carne, leite, vegetais, pescados, dentre outros, possuem microrganismos chamados “autóctones”, ou seja, microrganismos nativos, presentes nos alimentos, que fazem parte da microbiota natural do mesmo. No entanto, os alimentos podem obter microrganismos contaminantes que podem causar alterações como a deterioração, reduzindo sua vida útil, e podendo ser patogénico, comprometendo a saúde do consumidor final (Lima *et al.*, 2023).

A *E. coli* e *Salmonella sp.*, são as mais sugeridas para análise de indicadores de qualidade e as mais veiculadoras de patologias por alimentos (Fardsanei *et al.*, 2016), sendo as mais relatadas em pesquisas que têm revelado o seu envolvimento em episódios de resistências antimicrobiana, causando o comprometimento do tratamento em doenças infecciosas (Oliveira e Gonçalves, 2015).

A ocorrência de surtos alimentares ultrapassa o número de registo de notificações, pois os indivíduos atingidos, em sua grande maioria, não associam os sintomas ao consumo de alimentos, além de que, não procuram cuidados médicos. Vale também ressaltar que o preenchimento das fichas de notificações de surtos alimentares pelos agentes sanitários, muitas vezes, não é feita de maneira adequada (Coelho *et al.*, 2021).

A maioria dos consumidores possui pouca elucidação e orientação quanto à existência dos potenciais problemas que os alimentos contaminados podem causar quando ingeridos tampouco quais patologias que esses alimentos ocasionam. Assim, a etiologia original é muitas vezes incerta, uma vez que o consumidor dificilmente se lembrará dos alimentos consumidos no período correspondente a incubação do microrganismo causador (Coelho *et al.*, 2021).

A tabela 3 abaixo, relaciona alguns factores que contribuem para que os alimentos não sejam seguros e sejam potenciais causadores de DTA.

**Tabela 3:** Factores que contribuem para a ocorrência de surtos e doenças de origem alimentar.

<b>Factores de contribuição</b>	<b>Percentagem<sup>1</sup></b>
<b><i>Factores relacionados à multiplicação bacteriana</i></b>	
Armazenamento em temperatura ambiente	43
Resfrigeração inadequada	32
Preparação do alimento muito distante do lugar onde será servido	41
Espera em ambiente e temperatura inadequados	12
Utilização de sobras	5
Descongelamento inadequado e armazenamento subsequente impróprio	4
Produção de alimento em excesso	22
<b><i>Factores relacionados à sobrevivência microbiana</i></b>	
Aquecimento impróprio	17
Cozimento inadequado	13
<b><i>Factores relacionados à contaminação</i></b>	
Manipuladores de alimentos	12
Alimentos processados contaminados não enlatados	9
Alimentos crus contaminados	7
Contaminação cruzada	11
Limpeza inadequada dos equipamentos	7
Fontes inseguras	5
Alimentos enlatados contaminados	2

<sup>1</sup> A percentagem excede o total de 100, uma vez que os factores que normalmente contribuem para a ocorrência de enfermidades de origem alimentar podem ser múltiplos.

**Fonte:** Forsythe, 2013.

A tabela 4 apresenta a classificação de riscos quanto à severidade e difusão dos perigos microbiológicos, para o estabelecimento de medidas preventivas que podem ser observadas abaixo.

**Tabela 4:** Caracterização quanto ao risco e a difusão dos perigos biológicos.

<b>Classificação do risco em difusão</b>	<b>Microrganismos patogénicos</b>
<b>1. Moderado com difusão limitada, sem risco de vida,</b> sem sequelas, normalmente de curta duração e autolimitantes.	<i>Bacillus cereus</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Vibrio cholerae</i> não O1 <i>Giardia lamblia</i>
<b>2. Moderado com elevada difusão,</b> sequelas raras e de duração limitada.	<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella sp.</i> (excluindo typhi e paratyhi) <i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica (EHEC) <i>Shigella spp.</i> (excluindo <i>disenteriae</i> ) Rotavírus <i>Cryptosporidium parvum</i>
<b>3. Severo,</b> risco de vida para a população em geral, sequelas crónicas e longa duração.	<i>Clostridium botulinum</i> <i>Vibrio cholerae</i> O1 <i>Salmonella Typhi e Paratyphi</i> <i>Shigella disenteriae</i> <i>Brucela abortus</i> e <i>B.suis</i>
<b>4. Severo para grupos de risco,</b> risco de vida para populações, sequelas crónicas e de longa duração.	<i>Campylobacter jejuni</i> <i>Listeria monocytogenes</i> EHEC

Fonte: Gameiro, 2021.

## **6.9 Principais agentes biológicos contaminantes dos alimentos**

### **6.9.1 Coliformes fecais e *E. coli***

A presença de *E. coli* em um produto destinado ao consumo deve ser observada em dois aspectos: o primeiro porque indica que se detectada no alimento, conclui-se que esse alimento possui uma contaminação microbiana de origem fecal e, portanto, encontra-se em condições de higiene insatisfatórias e o segundo aspecto é de que diversas linhagens de *E. coli* são patogênicas tanto para homens quanto para animais. Pequenas doses de *E. coli* Enterohemorrágica (EHEC) podem ser responsáveis por enfermidades graves e os principais sintomas são diarreia sanguinolenta, Síndrome Hemolítica Urémica (SHU), Colite hemorrágica e púrpura trombótica trombocitopénica. Neste grupo, está incluída a *E. coli* produtora de shigatoxina ou STEC, sorovares O157:H7, O26:H11 e O111:NM (Forsythe, 2013).

### **6.9.2 *Staphylococcus coagulase positiva***

O *Staphylococcus coagulase positiva* é uma das bactérias patogênicas mais difundidas em relação a surtos alimentares. A bactéria apresenta três espécies que são capazes de causar doenças de origem alimentar, causando a intoxicação por meio das enterotoxinas pré-formadas nos alimentos; algumas destas bactérias possuem um agravante, devido à resistência que algumas podem apresentar a antibióticos (Turner *et al.*, 2019).

*Staphylococcus* são cocos grã-m positivos, aeróbios facultativos, possuindo uma temperatura de crescimento óptima em 37°C e são tolerantes à altas concentrações de NaCl (cloreto de sódio de 10% à 20%), mas são incapazes de produzir toxinas à concentrações superiores a 5%. São bactérias não esporuladas e normalmente não capsuladas (Ferrari *et al.*, 2021).

A contaminação dos alimentos por *Staphylococcus* está associada directamente aos manipuladores dos alimentos, pontuando que este patógeno faz parte da microbiota humana normal, encontrado com uma frequência maior na pele e mucosas (Oliveira-Gonçalves, 2015). A intoxicação estafilocócica tem seu início violento, havendo sintomatologias como náuseas, vômitos, cólicas e prostração entre outros sintomas à medida que se torna mais grave, como cefaleia, câibras musculares, e modificações de pressão e pulsação (Araújo *et al.*, 2022).

### 6.9.3 *Salmonella sp.*

A *Salmonella sp.*, é um gênero pertencente à família *Enterobacteriaceae*, no qual as bactérias se apresentam como bacilos grã-negativos, não produtores de esporos, anaeróbicos facultativos e produtores de gás a partir de glicose. Apresentam antígenos de superfície que são antígenos somáticos O, flagelares H e capsulares Vi e tem como pH ótimo para sua multiplicação em torno de 7,0. Valores superiores a 9,0 e inferiores a 4,0 tem um efeito bactericida sobre estas que também não toleram concentrações de sal acima de 9% (Possebon, 2021).

O principal habitat da *Salmonella* é o trato intestinal dos animais e humanos, provocando na sua maioria gastroenterites sem complicações, porém em crianças, idosos e indivíduos imunocomprometidos, as infecções podem ser muito severas. A salmonelose é uma das DTA mais frequentemente relatada no mundo inteiro e apresenta sintomas como diarreia, febres, dores abdominais e vômitos. (Possebon, 2021).

A *Salmonella* é uma bactéria que ocorre no ambiente, água, solo, fezes de animais, insectos, superfícies mal higienizadas de equipamentos de cozinha e indústria. O pescado, produtos de panificação com ou sem cremes, gelatina desidratada, cacau, chocolate e molhos prontos são considerados vectores da *Salmonella* (Possebon, 2021).

Há uma estimativa de que 96% dos casos de salmoneloses, estejam associados a uma gama diversa de alimentos, dentre as quais fazem parte as frutas, vegetais, cereais e alimentos de origem animal. Essa contaminação pode acontecer por diversos motivos, como o controle inadequado da temperatura, manipulação inadequada e contaminação cruzada, o que origina a multiplicação da bactéria até atingir o estágio de dose infecciosa, que é de 15 a 20 células (Lima *et al*, 2016).

Num estudo de um total de 1.824 cepas de *Salmonella* provenientes de alimentos de origem suína foram analisadas em um período de cinco anos. Foram identificadas 41 diferentes sorovares da bactéria. Teste de susceptibilidade também foi aplicado em 357 amostras e dessas, 257 (72%) se mostraram resistentes a um ou mais fármacos antimicrobianos e 31,9% se mostraram multirresistentes (Lima *et al*, 2016).

### 6.9.4 Bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras é empregue, principalmente, na análise de alimentos ácidos com pH < 4.5, alimentos parcialmente desidratados, farrinhas, etc, nos quais a presença elevada é indicativa de erros durante o processamento, comprometendo a vida útil

do produto. Os bolores possuem aspecto cotonoso em função da presença do agrupamento de hifas que formam um micélio. Podem apresentar colónias com diversas colorações. As leveduras apresentam colónias mucóides de colorações diferentes (Lima *et al.*, 2023).

#### **6.10 Boas práticas e manipulação dos alimentos**

As boas práticas são acções de higiene que obrigatoriamente devem ser seguidas pelos manipuladores (Devides *et al.* 2014). Essas práticas são aplicadas em toda a instalação, unidade, documentos, todo material e equipamentos nela utilizados e os serviços gerais realizados pelos colaboradores, tendo como objetivo prevenir os casos de doenças que são desenvolvidas pela ingestão de alimentos contaminados, assegurando as condições sanitárias básicas dos estabelecimentos (Maciel *et al.*, 2016).

Para Stangarlin *et al.* (2013) a implantação de Boas Práticas compreende as seguintes etapas: aplicação de diagnóstico, capacitações periódicas e supervisão dos manipuladores durante a execução das tarefas, assim como a elaboração dos documentos. Há vários factores que podem ocasionar a deficiência em aderir às boas práticas, podendo ser por falta de conhecimento das ferramentas de qualidade, também pelos custos de implantação dos sistemas para empresas pequenas ou até mesmo pela falta de eficiência no controle de qualidade dos estabelecimentos (Joele, 2015).

Actividades realizadas de forma incorrecta pelo manipulador como, falta de higiene em utensílios, mãos e equipamentos, cruzamento entre alimentos crus e cozidos, exposição prolongada de alimentos a temperatura inadequada entre outros, são factores que permitem a proliferação de microrganismos, colocando assim, em risco a saúde dos consumidores (Santini-Seixas, 2016). Portanto, o manipulador deve adoptar procedimentos relacionados à higiene de alimentos, do próprio corpo e também ao ambiente de trabalho (Boaventura *et al.*, 2017).

#### **6.11 Importância das análises microbiológicas em alimentos**

A principal finalidade da análise microbiológica de um alimento é a obtenção de informações sobre as condições de higiene durante sua produção, processamento, armazenamento e distribuição para o consumo humano, sobre seu tempo de vida de prateleira e sobre o risco que representa à saúde. Quando um alimento é suspeito de ter causado uma enfermidade de origem alimentar, a identificação do agente etiológico deve ser de grande importância, para que as medidas correctas possam ser adotadas (Lima *et al.*, 2023).

## **7 Actividades realizadas**

### **7.1 Limpeza e desinfecção dos equipamentos e bancadas**

Nas primeiras horas, do primeiro dia útil da semana laboral era executada esta actividade que consistia na limpeza dos equipamentos, troca de águas nos banhos-maria e desinfecção dos equipamentos e bancadas com recurso à gaze e álcool a 70%.

### **7.2 Preparação do material e meios de cultura**

A preparação do material consistia na lavagem do material em água corrente e detergente e passada pela água desionizada e seguida, da pré-secagem numa estufa a 100°C. Toda a vidraria do laboratório era transferida para uma estufa de esterilização a 170°C por 1 hora juntamente com um indicador de esterilização que actuava como testemunho de esterilização pela mudança de sua cor.

O material à base de polietileno (tampas para frascos, pontas de micropipetas, recipientes contendo meios de cultura e frascos contendo água destilada ) eram introduzidos na autoclave sendo esterilizados a 121°C por 15 minutos.

Os meios de cultura eram previamente pesados na balança analítica e de acordo com as instruções contidas no rótulo e/ou bula dos frascos dos respectivos meios, eram dissolvidos em água destilada e aplicados o devido tratamento térmico, podendo ser no microondas, placa de aquecimento e/ou autoclave. O processo de autoclavagem era acompanhado pela fita de esterilização que actuava como testemunho da autoclavagem pela mudança de sua cor.

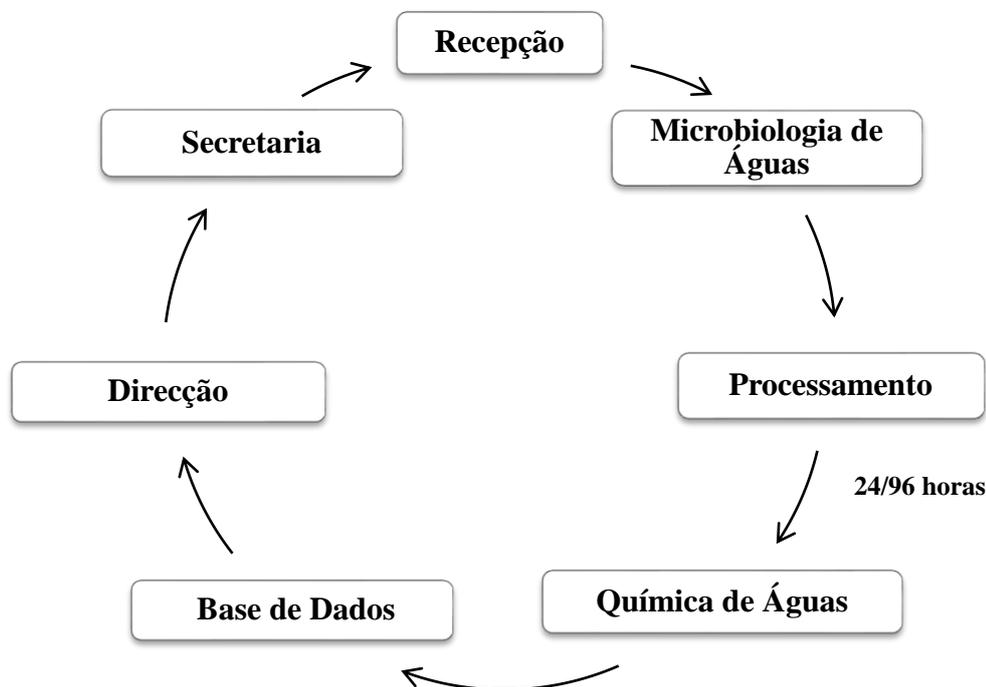
Findo o processo de esterilização, os materiais eram armazenados nos armários previamente identificados. Os meios de cultura após seu preparo, dependendo das instruções de cada, eram armazenados nos próprios frascos onde decorreria a autoclavagem ou plaqueados, rotuladas com um lote interno do laboratório, validade e armazenados em geleiras.

### **7.3 Análise microbiológica de águas do furo**

#### **7.3.1 Quantificação de coliformes fecais**

O procedimento usado para a quantificação de coliformes fecais foi baseado no método interno em vigor no LNHA, com o título de referência MI – P/LNHA/ML/110 2017-05-05. De acordo com este procedimento, o método de análise é por Membrana filtrante por 100 ml da amostra e o meio de cultura utilizado é o *Membrane Lauryl Sulphate Broth*. As placas foram incubadas à temperatura de 37°C durante 24 horas.

A figura 3 abaixo descreve o fluxo de análise de amostras de águas do furo desde a sua entrada na recepção até a emissão dos resultados.



**Figura 3:** Fluxo de análise de águas do furo no sector de microbiologia de águas.

#### 7.4 Análise microbiológica de cereais e seus derivados

O LNHA A adoptou dois métodos para análise de alimentos: o método de Sementeira por Incorporação para parâmetros como a determinação de microrganismos viáveis à 37°C, contagem de coliformes à 37°C e 44°C respectivamente, contagem de *E. coli* e contagem de bolores e leveduras. Para a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva adoptou o método de Sementeira por espalhamento.

##### 7.4.1 Contagem de coliformes à temperaturas de 37°C e 44°C

O procedimento usado para contagem de coliformes a 37°C e 44°C está descrito na norma ISO 4832:2006. De acordo com esta norma, o método de contagem é por incorporação em placa de *Petri* de 1 ml de cada diluição decimal em meio selectivo *Violet Red Bile Agar*. As placas foram incubadas à temperatura de 37°C e 44°C respectivamente, durante 24 horas.

Ainda de acordo com esta norma, o procedimento para realização destes ensaios de análise, não pressupõe a confirmação das colónias.

#### **7.4.2 Contagem de *E. coli***

O procedimento usado para contagem de *E. coli*, foi baseado na norma ISO: 16649-2:2001. De acordo com esta norma, o método de contagem é por incorporação em placa de *Petri* de 1 ml de cada diluição decimal em meio selectivo *Tiossulfito Bile x-Glucoronide*. As placas foram incubadas à temperatura de 44°C durante 24 horas. A semelhança da contagem dos coliformes, o procedimento não pressupõe a realização dos testes de confirmação.

#### **7.4.3 Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva***

O procedimento usado para a contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* foi baseado na norma ISO: 6888-1:2021. De acordo com esta norma, o método de contagem consistia no espalhamento à superfície de 0,1 ml da suspensão inicial e da primeira diluição em placas de *Petri* (90 mm) em meio selectivo *Baird Parker Agar Base*, com adicção do suplemento *Egg Yolk* com *Telurite*. As placas foram incubadas à temperatura de 37°C durante 48 horas.

#### **7.4.4 Pesquisa de *Salmonella spp.***

O procedimento usado para a pesquisa de *Salmonella spp.*, foi baseado na norma ISO: 6579-1:2017/Amd1:2020. A pesquisa da *Salmonella* pressupõe um pré-enriquecimento da amostra em Água Peptonada Tamponada com temperatura de incubação de 37°C, durante 18 ± 3 horas, seguida da inoculação nos meios de enriquecimento de *Mieller Kauffmann Tetrathionato Novobiocin Broth* e *Rappaport Vassiliads Soya Broth* que são incubados durante 18 ± 2 horas à temperatura de 37°C e 41,5°C no banho-maria respectivamente.

Após o enriquecimento, procede-se à inoculação em meios sólidos de *Xilose Lysine Desoxylate* e *Rambach*, e incuba-se à temperatura de 37°C durante 24 horas. Ainda de acordo com esta norma, o procedimento pressupõe a confirmação bioquímica e serológica da *Salmonella*, para casos em que apresentar o crescimento de colónias típicas após a incubação.

#### **7.4.5 Contagem de Bolores e Leveduras**

O procedimento usado para a contagem de bolores e leveduras foi baseado nas normas ISO 21527-1:2008 e ISO 21527-2:2008. De acordo com esta norma, o método de contagem é por incorporação em placa de *Petri* de 1 ml de cada diluição decimal em meio de cultura *Sabouraud Dextrose Agar*. As placas foram incubadas à temperatura de 30°C durante 72

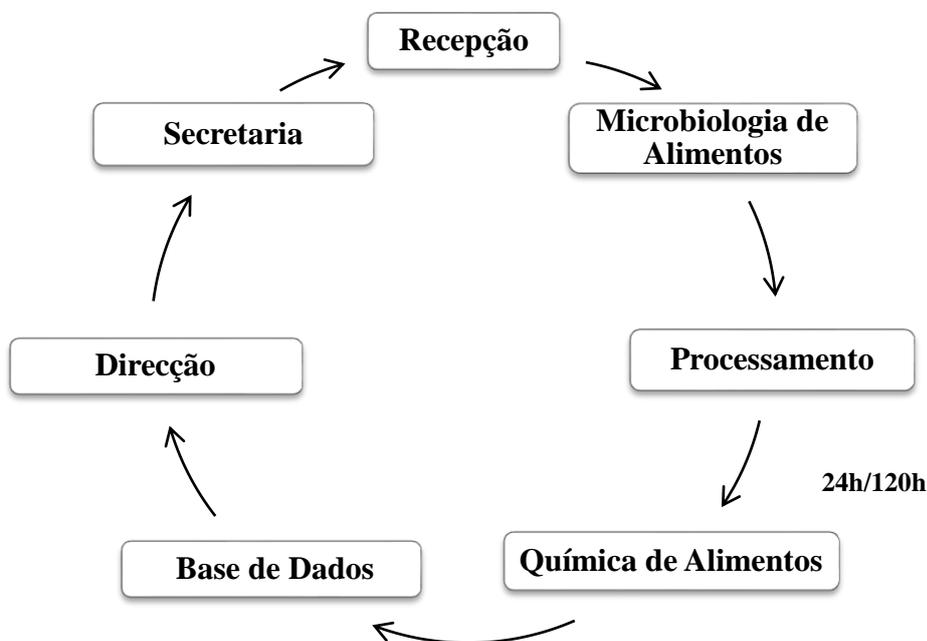
horas. A contagem de bolores e leveduras segundo o procedimento, não pressupõe a realização dos testes de confirmação.

#### 7.4.6 Determinação de microrganismos viáveis à 37°C

O procedimento usado para a determinação de microrganismos viáveis à 37°C foi baseado no manual MMA 006/97/CIMISAU. De acordo com este manual, o método de contagem é por incorporação em placa de *Petri* de 1 ml de cada diluição decimal em meio não selectivo *Plate Count Agar*. As placas foram incubadas à temperatura de 37°C por 48 horas.

Ainda de acordo com este manual, o procedimento para realização destes ensaios de análise, não pressupõe a confirmação das colónias.

A figura 4 abaixo descreve o fluxo de análise de amostras de cereais e seus derivados desde a sua entrada na recepção até a emissão dos resultados.



**Figura 4:** Fluxo de análise de cereais e seus derivados no sector de microbiologia de alimentos.

## 7.5 Resultados

### 7.5.1 Frequências relativas das análises microbiológicas de águas do furo no período de agosto a dezembro de 2023

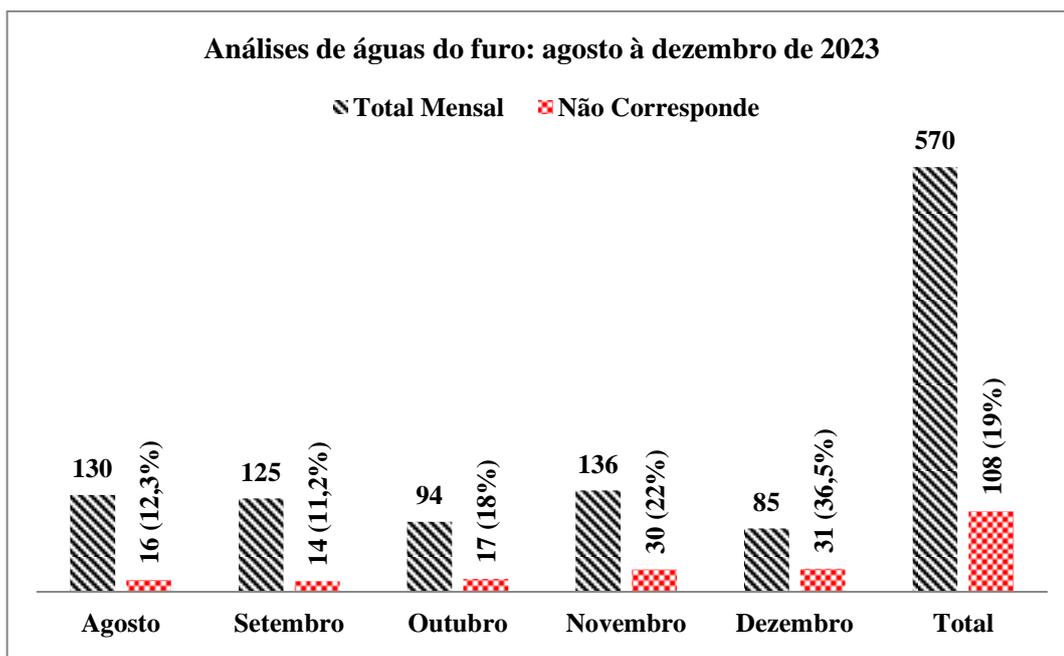
A Tabela 5 abaixo apresenta os quantitativos dos resultados obtidos das análises microbiológicas das águas do furo, no período de agosto à dezembro de 2023, tendo como único ensaio realizado a quantificação de coliformes fecais. O mês de novembro foi o que apresentou maior quantidade de amostras analisadas, com 23,86% de um total de 570 analisadas durante o período inteiro, seguido do mês de agosto com 22,81% e setembro com 21,93%.

Das 570 amostras analisadas, 18,95% não estiveram de acordo com a legislação moçambicana no que concerne ao limite da presença de coliformes fecais em 100 ml de água.

Nota-se um decréscimo no quantitativo de amostras analisadas nos meses de outubro e dezembro (época chuvosa no país), bem como um aumento significativo de amostras impróprias para o consumo humano a partir de outubro, tendo o mês de dezembro apresentado menor quantidade de amostras analisadas, contudo foi o que apresentou a maior quantidade de amostras que excederam o limite da presença de coliformes fecais em 100 ml de água.

**Tabela 5:** Frequências relativas das análises microbiológicas de águas do furo no período de agosto a dezembro de 2023.

<b>Meses</b>	<b>Total Mensal</b>	<b>Não Corresponde</b>	<b>%Total Mensal</b>
Agosto	130	16 (12,31%)	22,81%
Setembro	125	14 (11,20%)	21,93%
Outubro	94	17 (18,09%)	16,49%
Novembro	136	30 (22,06%)	23,86%
Dezembro	85	31 (36,47%)	14,91%
<b>Total</b>	<b>570</b>	<b>108 (18,95%)</b>	<b>100,00%</b>



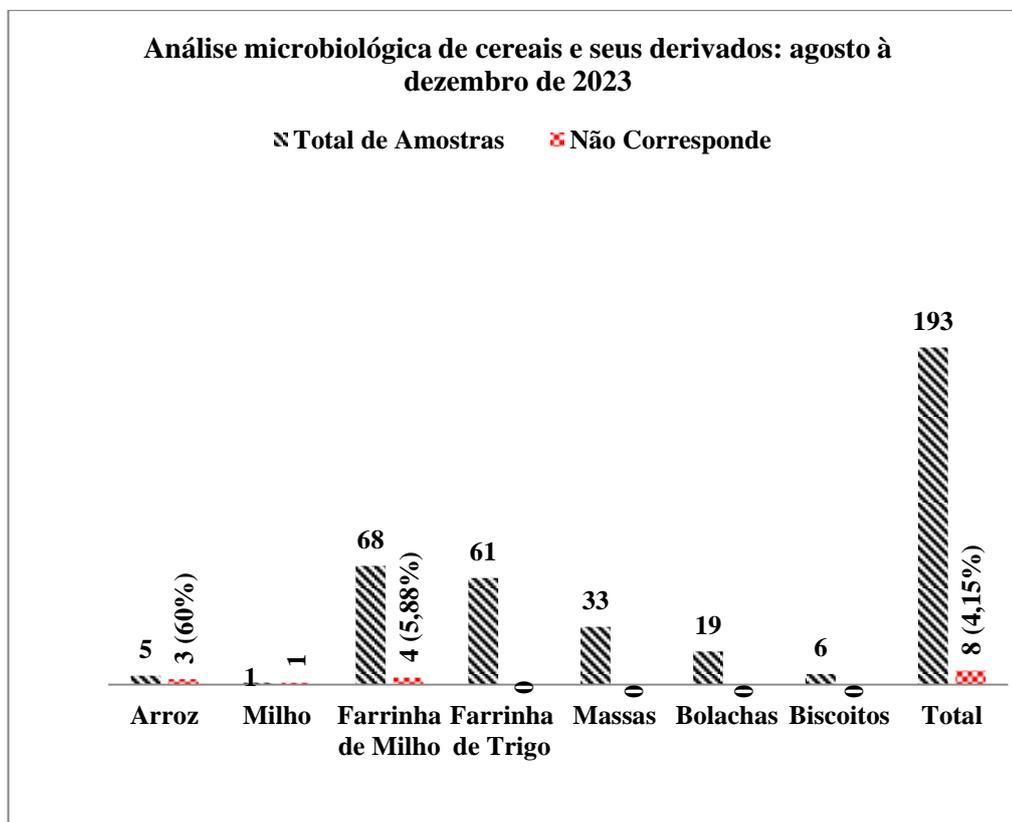
**Gráfico 1:** Frequência de análises microbiológicas das águas do furo no período de agosto a dezembro de 2023.

### 7.5.2 Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no período de agosto a dezembro de 2023

Os resultados das análises entre agosto à dezembro são apresentados na tabela 6 abaixo e demonstraram que apenas 4,15% de um total de 193 cereais e derivados analisados, não estiveram em conformidade com os limites máximos admissíveis da presença de microrganismos indicadores de qualidade em 10 g do alimento, sendo 4 farrinhas de milho, 3 de arroz e 1 de milho. De um total de 193 amostras analisadas a farinha de milho destaca-se como o alimento mais analisado com 35,23% seguido da farinha de trigo com 31,61% e esta última apresentou-se com 100% das amostras analisadas em conformidade com o limite máximo admissível da presença de microrganismos indicadores de qualidade.

**Tabela 6:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no período de agosto à dezembro de 2023.

<b>Alimento</b>	<b>Total de Amostras</b>	<b>Não Corresponde</b>	<b>% Total de Amostras</b>
Arroz	5	3 (60%)	2,59%
Milho	1	1 (100%)	0,52%
Farrinha de Milho	68	4 (5,88%)	35,23%
Farrinha de Trigo	61	0	31,61%
Massas	33	0	17,10%
Bolachas	19	0	9,84%
Biscoitos	6	0	3,11%
<b>Total</b>	<b>193</b>	<b>8 (4,15%)</b>	<b>100,00%</b>



**Gráfico 2:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no período de agosto à dezembro de 2023.

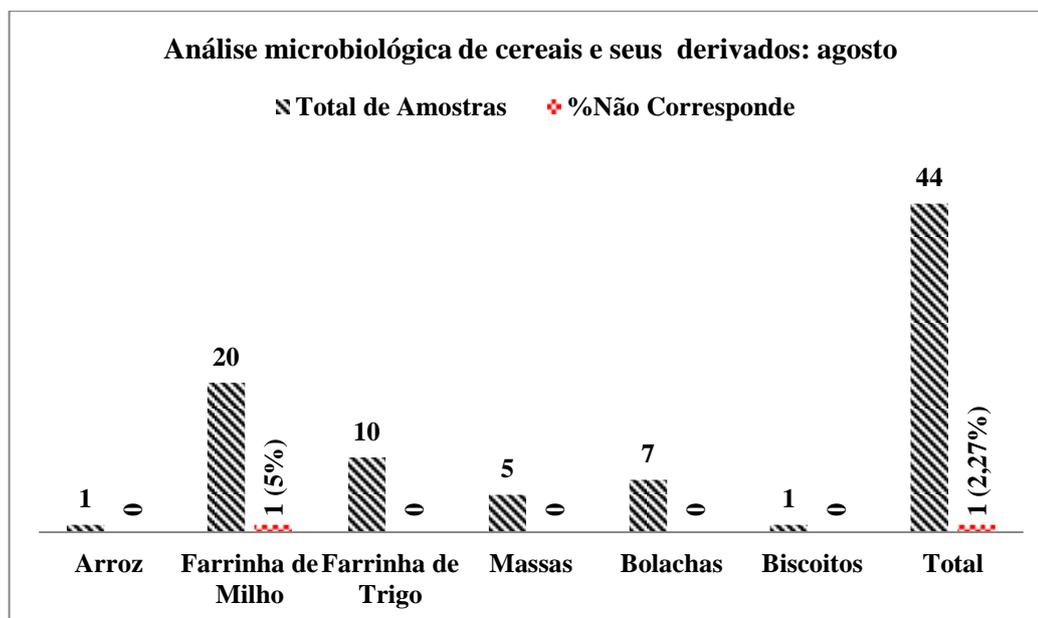
**a) Frequência relativa das análises microbiológicas de amostras de cereais e seus derivados no mês de agosto de 2023**

No mês de agosto, a farinha de milho destaca-se como o alimento mais analisado, correspondendo a 45,45% de um total de 44 amostras analisadas. Desse mesmo total apenas 2,27% dos alimentos foram considerados como não sendo seguros para o consumo por terem

excedido o limite admissível de um dado parâmetro, em 10 g do alimento e esses dados são apresentados na tabela 7 abaixo.

**Tabela 7:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de agosto de 2023.

<b>Alimento</b>	<b>Total de Amostras</b>	<b>Não Corresponde</b>	<b>% Total de Amostras</b>
Arroz	1	0	2,27%
Farrinha de Milho	20	1 (5%)	45,45%
Farrinha de Trigo	10	0	22,73%
Massas	5	0	11,36%
Bolachas	7	0	15,91%
Biscoitos	1	0	2,27%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>1 (2,27%)</b>	<b>100,00%</b>



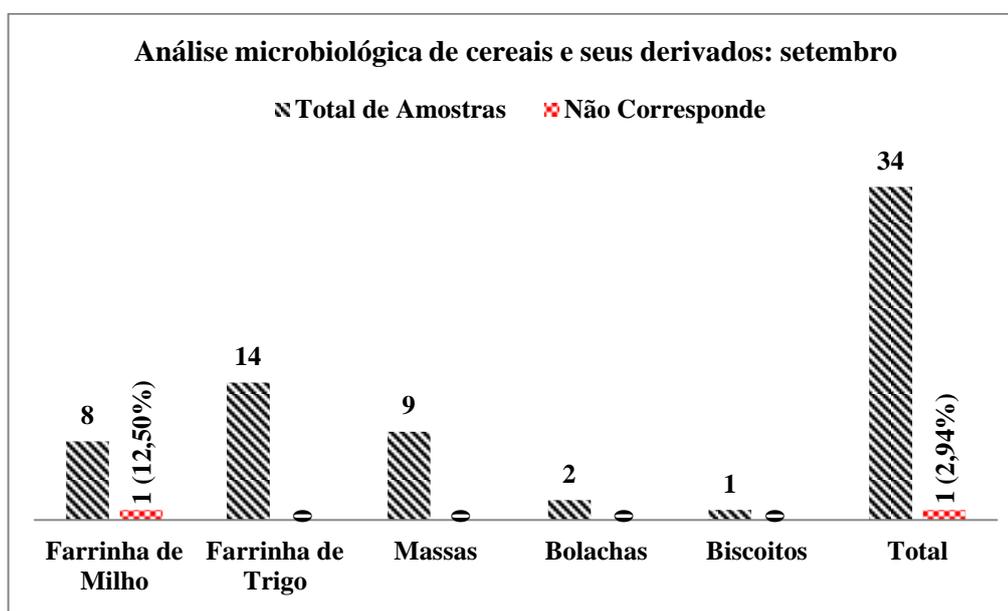
**Gráfico 3:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de agosto de 2023.

**b) Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de setembro de 2023**

No mês de setembro, a farrinha de trigo destaca-se como o alimento mais analisado, correspondendo a 41,18% de um total de 34 amostras analisadas. Desse mesmo total, apenas 2,94% dos alimentos foram considerados como não sendo seguros para o consumo por terem excedido o limite admissível de um dado parâmetro, em 10 g do alimento e esses dados são apresentados na tabela 8 abaixo.

**Tabela 8:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de setembro de 2023.

<b>Alimento</b>	<b>Total de Amostras</b>	<b>Não Corresponde</b>	<b>% Total de Amostras</b>
Farrinha de Milho	8	1 (12,50%)	23,53%
Farrinha de Trigo	14	0	41,18%
Massas	9	0	26,47%
Bolachas	2	0	5,88%
Biscoitos	1	0	2,94%
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>1 (2,94%)</b>	<b>100,00%</b>



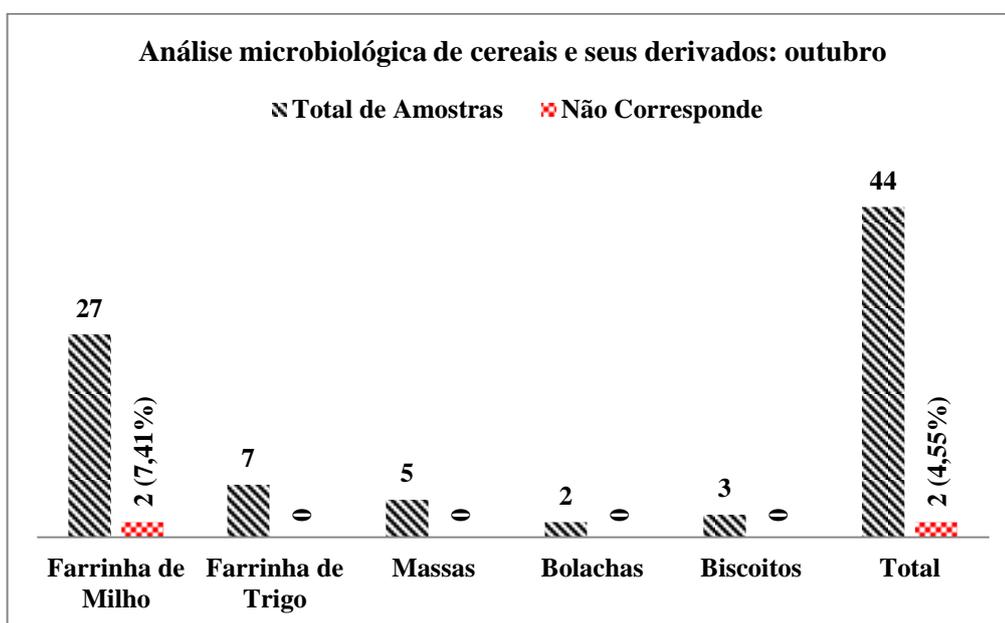
**Gráfico 4:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de setembro de 2023.

**c) Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de outubro de 2023**

No mês de outubro, a farinha de milho destaca-se como o alimento mais analisado, correspondendo a 61,36% de um total de 44 amostras analisadas. Desse mesmo total, apenas 4,45% dos alimentos foram considerados como não sendo seguros para o consumo, por terem excedido o limite admissível de um dado parâmetro, em 10 g do alimento e esses dados são apresentados na tabela 9 abaixo.

**Tabela 9:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de outubro de 2023.

<b>Alimento</b>	<b>Total de Amostras</b>	<b>Não Corresponde</b>	<b>% Total de Amostras</b>
Farrinha de Milho	27	2 (7,41%)	61,36%
Farrinha de Trigo	7	0	15,91%
Massas	5	0	11,36%
Bolachas	2	0	4,55%
Biscoitos	3	0	6,82%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>2 (4,55%)</b>	<b>100,00%</b>



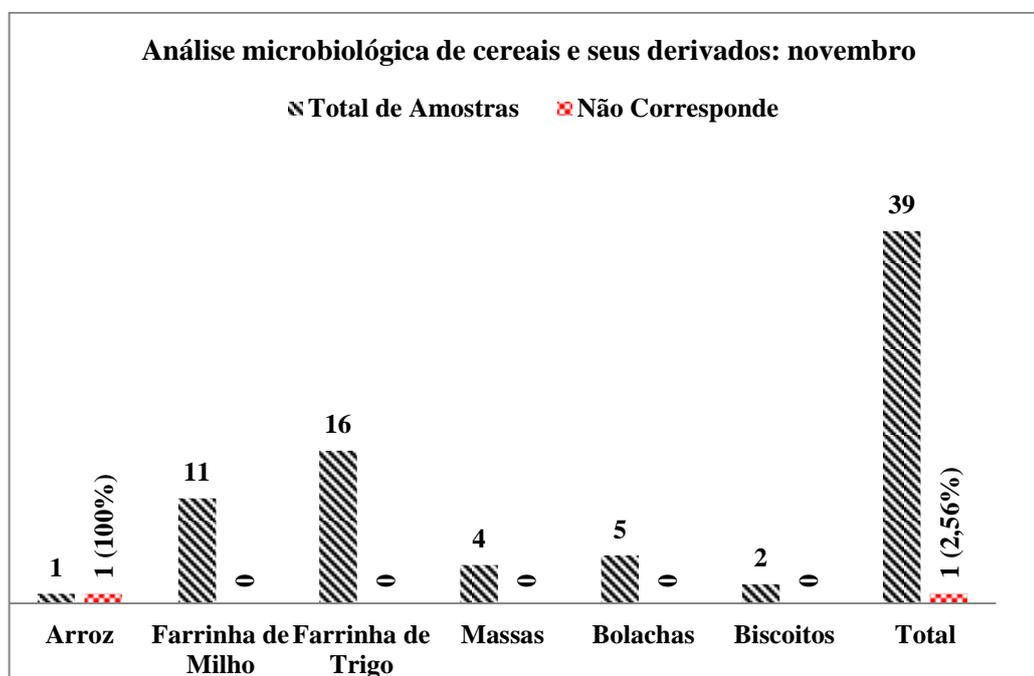
**Gráfico 5:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de outubro de 2023.

**d) Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de novembro de 2023**

No mês de novembro, a farinha de trigo destaca-se como o alimento mais analisado, correspondendo a 41,03% de um total de 39 amostras analisadas. Desse mesmo total, apenas 2,56% dos alimentos foram considerados como não seguros para o consumo por terem excedido o limite admissível de um dado parâmetro, em 10 g do alimento e esses dados são apresentados na tabela 10 abaixo.

**Tabela 10:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de novembro de 2023.

<b>Alimento</b>	<b>Total de Amostras</b>	<b>Não Corresponde</b>	<b>% Total de Amostras</b>
Arroz	1	1 (100%)	2,56%
Farrinha de Milho	11	0	28,21%
Farrinha de Trigo	16	0	41,03%
Massas	4	0	10,26%
Bolachas	5	0	12,82%
Biscoitos	2	0	5,13%
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>1 (2,56%)</b>	<b>100,00%</b>



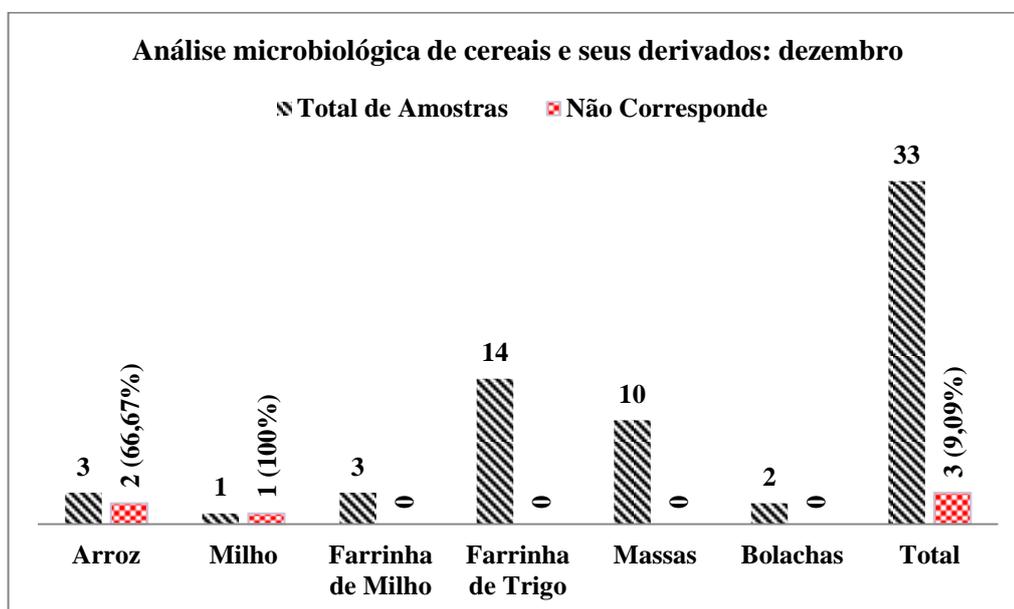
**Gráfico 6:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de novembro de 2023.

**e) Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de dezembro de 2023**

No mês de dezembro, a farrinha de trigo destaca-se como o alimento mais analisado, correspondendo a 42,42% de um total de 33 amostras analisadas. Desse mesmo total, apenas 9,09% dos alimentos foram considerados como não seguros para o consumo por terem excedido o limite admissível de um dado parâmetro, em 10 g do alimento e esses dados são apresentados na tabela 11 abaixo.

**Tabela 11:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de dezembro de 2023.

Alimento	Total de Amostras	Não Corresponde	% Total de Amostras
Arroz	3	2 (66,67%)	9,09%
Milho	1	1 (100%)	3,03%
Farrinha de Milho	3	0	9,09%
Farrinha de Trigo	14	0	42,42%
Massas	10	0	30,30%
Bolachas	2	0	6,06%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>3 (9,09%)</b>	<b>100,00%</b>



**Gráfico 7:** Frequência relativa das análises microbiológicas de cereais e seus derivados no mês de dezembro de 2023.

## **8 Análise crítica dos processos de trabalho da unidade de estágio**

As técnicas e procedimentos em uso para análise microbiológica de alimentos, algumas limitam-se na identificação das bactérias ao nível do género e não da espécie, como por exemplo, para a pesquisa de *Salmonella spp.* No ensaio para a quantificação e contagem de *E. coli* nas águas e alimentos respectivamente, abrange a espécie porém, esta bactéria faz parte da microbiota intestinal dos mamíferos de sangue quente que neste caso, seria necessário recorrer a técnicas moleculares para identificação de cepas com maior impacto na saúde pública como é o caso da EHEC, entre outras.

A realização de ensaios em Duplicados, Paralelos e Amostras Contaminadas com Material de Referência são excelentes instrumentos para auferir o nível de precisão, exatidão e do bom ou mau desempenho dos técnicos e meios de cultura no desenrolar dos ensaios de análise, aumentando deste modo à credibilidade dos resultados emitidos.

A organização documental em formato eletrónico, dos diversos registos efectuados diariamente (registos de temperaturas dos equipamentos, calibração dos equipamentos, entre outros registos) facilitam o acesso e armazenamento das informações do laboratório e melhoram ainda a compreensão do desempenho dos equipamentos e técnicos.

## 9 Conclusões

No período de agosto a dezembro, no laboratório de microbiologia de águas foram analisadas um total de 570 amostras de águas do furo, sendo que 18,95% das amostras não foram consideradas próprias para o consumo humano, por terem excedido o limite admissível da quantidade de coliformes fecais em 100 ml. O mês de novembro apresentou maior quantidade de amostras analisadas, representando 23,86% do número total, seguido do mês de agosto com 22,81% e por fim, o mês de dezembro com menor quantidade de amostras analisadas 14,91% e maior quantidade de amostras consideradas impróprias para o consumo humano, com 36,47%.

No período de agosto à dezembro foram analisadas um total de 193 amostras de cereais e seus derivados, sendo que 4,15% não foram considerados próprios para o consumo humano, por terem excedido o limite admissível de um determinado parâmetro. Os meses de agosto e outubro foram os que apresentaram maior quantidade de cereais e seus derivados analisados, com 44 amostras para cada mês o que corresponde a 44,59% da quantidade total nesse período. O alimento mais analisado durante esse período foi a farinha de milho, com 35,23% do quantitativo total.

O estágio no sector de microbiologia gerou resultados satisfatórios pelo desenvolvimento e aprimoramento de competências académicas nas vertentes teóricas e práticas, no que concerne à temática de microbiologia alimentar. No decorrer do estágio tive a oportunidade de interagir com profissionais de diversas áreas inseridos no controle de qualidade de águas e alimentos e colegas de estágio, tendo servido de grande valia no desenvolvimento de competências pessoais, pois proporcionou-me uma visão real de como deve ser a minha performance e relacionamento interpessoal num ambiente de trabalho.

Foi um dos primeiros grandes desafios que enfrentei durante a minha formação académica, mas com muita coragem, dedicação e disciplina, pude superar todas as dificuldades, tendo sido gerado em mim o interesse pela área de Saúde Pública no que diz respeito ao garante do controle de qualidade de águas e alimentos e, esta será a futura área profissional onde darei continuidade a minha formação académica.

Durante a realização do estágio formulei um conceito claro do significado de controle de qualidade, que não consiste apenas na execução da higiene e técnicas padronizadas mas sim, na sua execução, associados ao registo sistemático de todas as actividades e que sirvam como evidências da realização e cumprimento das mesmas e que possibilitem o seu rastreio.

O controle microbiológico representa uma das principais actividades desenvolvidas em qualquer sistema que tenha como objetivo a garantia da segurança alimentar. Sua realização é indispensável na implementação e monitoria dos sistemas de gestão de segurança alimentar e na prevenção da ocorrência das toxico infecções alimentares, resultantes da presença de microrganismos patogénicos ou de suas toxinas.

Findo o trabalho de estágio, avalio o meu desempenho no LNHAAs como uma experiência bastante positiva e enriquecedora para o meu desenvolvimento como ser humano e profissional, pela interação interpessoal que tive com o pessoal técnico e colegas. Deste modo posso concluir que foram atingidos todos objetivos previamente determinados para este estágio.

## **10 Limitações**

Pelo facto deste estágio ter sido o meu primeiro contacto com um ambiente de trabalho, enfrentei logo no início algumas dificuldades como, por exemplo, trabalhar sobre pressão, realizar várias actividades em simultâneo e o estresse advindo da execução das mesmas.

Na elaboração da estatística das análises microbiológicas dos cereais e seus derivados, não foi possível a identificação dos parâmetros por detrás dos alimentos que excederam os limites admissíveis. Isto deveu-se ao facto de que os limites só foram disponibilizados um tempo depois da estatística ter sido elaborada, pois trata-se de informações sensíveis do laboratório.

Na elaboração do presente relatório, não foi possível anexar os procedimentos e normas em aplicação no laboratório, por se tratar de informação sensível e privilegiada.

## **11 Recomendações**

Adopção de novas e modernas técnicas que reduzam os custos, tempo de análise e eliminem testes de confirmação. Técnicas de análise e de confirmação em simultâneo como *Colilert*® e *Acquaplus I*® para as águas, reduzem os custos de análise em cerca de 50% em relação ao método convencional e redução do tempo em até 24 horas, além de serem técnicas reconhecidas e aprovadas pela *Standard Methods*.

Contratação de mais técnicos no laboratório de microbiologia com vista a responder a demanda das actividades realizadas.

## 12 Referências bibliográficas

1. Araújo, J.P.A, A.C.Camargo, A.F.Carvalho e L.A.Nero (2022). Uma Análise Histórico-Crítica sobre o Desenvolvimento das Normas Brasileiras Relacionadas a Queijos Artesanais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 72 (5): 1845 – 1860.
2. Assembleia Da República (2004). Regulamento Sobre a Qualidade de Água para o Consumo Humano. Diploma Ministerial No. 180/2004 de 15 de Setembro. *Boletim da República* I série, no.3.
3. Boaventura, L.T.A *et al.*,(2017). Conhecimento de Manipuladores de Alimentos sobre Higiene Pessoal e Boas Práticas na Produção de Alimentos. *Revista Univap*. 23 (43): 53 – 62.
4. Burridge, J.D, J.L.Findeis, C.N.Jochua, M.A.Miguel, F.M.Mubichi-Kut, M.L.Quinhentos, S.A.Xerinda e J.P.Lynch (2019). A Case Study on the Efficacy of Root Phenotypic Selection for Edaphic Stress Tolerance in Low-Input Agriculture: Common Bean Breeding in Mozambique. *Field Crops Research*. 7 (3): 226.
5. Carneiro, H (2017). *Comida e Sociedade: Uma História da Alimentação*. 7ª edição, 148pp. Rio de Janeiro. Elsevier.
6. Carvalho, M.R.P (2016). *Esterigmatocistina em Cereais e derivados*. Tese de Mestrado. 34 pp. Coimbra. Universidade de Coimbra.
7. Coelho, R.H, G.S.Moura, V.O.A.Andrade (2021). Contaminação de Alimentos e seus Factores Predisponentes: Uma Revisão Integrativa/Food Contamination and its Predisposing Factors. *Brazilian Journal Of Health Review*. 4 (3): 10071 – 10087.
8. Devides, G.G.G, D.F.Mafeei e M.P.L.M.Catanozi (2014). Perfil Socioeconômico e Profissional de Manipuladores de Alimentos e o Impacto Positivo de um Curso de Capacitação em Boas Práticas de Fabricação. *Brazilian Journal Of Food Technology*. 17(2): 166 – 176.
9. Fardsanei, F *et al.*, (2016). Molecular Characterization of *Salmonella enterica* Serotype Enteritidis Isolates From Food and Human Samples by Serotyping Antimicrobial Resistance Plasmid Profiling (GTG) – 5PCR and ERIC – PCR. *New Microbe and New Infect*. 14 (1): 24 – 30.
10. Ferrari, A.M, J.D.S.C.Oliveira e J.F.B.D.São José (2021). Street Food in Espírito Santo, Brazil: A Study about Good Handling Practises and Food Microbial Quality. *Food Science And Technology*. 24 (1): 64 – 73.
11. Forsythe, S.I. (2013). Microbiologia da Segurança dos Alimentos. *Artmed Editora e Sociedade, Ciência & Tecnologia*. 3 (2): 122-130.

12. Gameiro, S.S. (2021). *Condições Hígio-Sanitárias de Alguns Estabelecimentos de Restauração e Qualidade Microbiológica de Alimentos nela Produzidos*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa. 8 (3): 85 – 88.
13. Hirata, R, A.V.Suhogusoff, S.S.Marcellini, P.C.Vilar e L.Marcellini (2018). A Revolução Silenciosa das Águas Subterrâneas no Brasil: Uma Análise da Importância do Recurso e os Riscos pela Falta de Saneamento. *Revista Univap*. 13 (3): 153 – 162.
14. Holcomba, D *et al.*, (2019). Human Fecal Contamination of Water, Soil and Surface in Households Sharing Poor-Quality Sanitation Facilities in Maputo, Mozambique. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 9 (1): 7 – 15.
15. Huma, B, M. Hussain, C. Ning, Y. Yuesuo (2019). Human Benefits from Maize. *Scholar Journal of Applied Sciences and Research*. 2 (2): 4 -7.
16. International Commission Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). *Microorganisms in Foods 7: Microbiological Testing in Food Safety Management*. 2 edition. New South Wales. Springes.
17. Joele, M.R e P.S.Sarkis (2015). Serviços de Alimentação Comercial: Factor de Risco para a Saúde Pública. *Revista do Instituto – Adolfo Lutz*. 73 (1): 113 – 118.
18. Langa, J.S. (2022). *Avaliação de Qualidade da Água para o Consumo Humano na Região da Bacia do Rio Infulene*. Tese de Licenciatura. 69 pp. Maputo. Universidade Eduardo Mondlane.
19. Lima, A.L *et al.*, (2016). Sorovares e Perfil de Susceptibilidade a Antimicrobianos em *Salmonella sp.* Isoladas de Produtos de Origem Suína. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 68 (1): 39 – 47.
20. Lima, E.E.L *et al.*, (2023). The Importance of Microbiological Analysis in Food. *Concilium*. 23 (5): 74 – 85.
21. Luby, S.P *et al.*, (2015). Microbiological Contamination of Drinking Water Associated with Subsequent Child Diarrhea. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 12 (1): 13 – 27.
22. Maciel, A.R, J.B.H.S.G.Oliveira, N.M.S. Meireles e I.S.Silva (2016). Verificação de Boas Práticas de Fabricação em Manipuladores da Cidade de Marabá. *Scientia Plena*. 12 (6): 322 – 329.
23. Manhique, G.A (2020). *Avaliação das Condições Higiênico-sanitárias e Contaminação Microbiológica de Alimentos, Manipuladores e Utensílios Utilizados na*

*Preparação de Alimentos em Mercados e nas Ruas de Maputo, Moçambique*. Tese de Doutorado. 152 pp. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

24. Medeiros, M.W.B (2018). *Desenvolvimento de Barras de Cereais a partir de Farrinhas de Arroz e Avaliação Físico – Química, Sensorial e Microbiológica*. Tese de Bacharel. 37 pp. Cuité – PB. Universidade Federal de Campina Grande.

25. Ministério Da Saúde- Fundação Nacional De Saúde (2013). *Manual Prático de Análise de Água 4ª edição*. Brasília. Brasil.

26. Nanelo, R.F e A. E. José (2022). Smallholders Agroecological Production Models: The Case of the Districts of Metuge and Gondola, Mozambique. *Green Journal of Agroecology and Sustainable Development*. 17 (2) : 118 – 126.

27. Neves-Silva, P e L.Heller (2016). O Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sanitário como Instrumento para Promoção da Saúde de Populações Vulneráveis. *Ciência&Saúde Colectiva*. 21 (12): 1861 – 1870.

28. Oliveira, N.S e T.B.Gonçalves (2015). Avaliação Microbiológica das Mãos de Manipuladores de Alimentos em Creches de Cidade de Juazeiro do Norte, CE. *Revista Interfaces*. 3 (1): 3 – 8.

29. Pereira, V.L, J.O. Fernandes e S.C. Cunha (2014). Mycotoxins in Cereals and Related Food Stuffs: A Review on occurrence and Recent Methods of Analysis. *Trend in Food Science and Technology*. 36 (2) : 96 – 136.

30. Pereira,C.M.M.R *et al.*, (2022). Análise Centesimal e Microbiológica de Carcaças de Bovinos e Bubalinos de Dois Abatedouros de Macapá-Amapá. *Research Society and Development*. 11 (3): 8-15.

31. Possebon, G.G.B. (2021). *Avaliação da Ocorrência e Co- ocorrência de E. coli, Salmonella sp. e Norovírus em Vegetais Folhosos Produzidos em Sistemas Convencionais e Orgânicos*. Tese de Mestrado 95 pp. Universidade de São Paulo. São Paulo.

32. Rodrigues, A.P, M.Y.Ramírez-Sánchez, R.F.Da Silva (2020). A Qualidade da Água Para o Consumo Humano nas Unidades Sanitárias do Distrito Municipal da Katembe (Moçambique). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*. 8 (4): 46 – 56.

33. Rodrigues, C., R. Guine e P. Correira (2015). *Manual de Segurança Alimentar- da Origem ao Consumo*. 1 edição. 167pp. São Paulo. Publindustria.

34. Salamandane, A, F.Vila-Boa, M.Malfeito-Ferreira e L. Brito (2021). High Fecal Contamination and High Levels of Antibiotic-Resistant *Enterobacteriaceae* in Water Consumed in Maputo City, Mozambique. *Biology*. 2 (1): 6 -13.

35. Santini, V e F.R.F.Seixas (2016). Avaliação das Condições Higiênico-sanitárias de Restaurantes Comerciais da Cidade de Rolim de Moura – RO. *Revista Científica da UNESC*. 75 (2): 1699.
36. Santos, G.C *et al.*, (2020). Desenvolvimento Radicular da Rúcula e Doses Crescentes de Carvão Vegetal e Manipueira. *Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research*. 3 (3): 1085 – 1095.
37. Sharma, R e G. Sembali (2014). Natural Occurance of Aspergilli and Penicilli and co-Contamination of Aflatoxins and Sterigmatocystin in some Market Samples of Walnut Kernels from J&K (Índia). *American International Journal of Research in Formal, Applied & natural Sciences*. 12 (5): 14 – 31.
38. Silva, I.S. (2016). Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Panificadoras da Cidade de Marabá. *Scientia Plena*. 12 (6): 1022-1029.
39. Silva, W.P.C *et al.*, (2021). Análise da Contaminação Microbiológica em Amostras de Cheiro-Verde (*Petroselinum crispum*), Alface (*Latuca sativa*), Couve (*Brassica oleracea*) e Hortelã (*Mentha spicata*) Comercializada em Feira Livre. *Brazilian Journal Of Health Review*. 4 (2): 8263-8269.
40. Simbe, M.P.T, E.E.Uamusse e M.S.Uacane (2019). Avaliação do Risco de Contaminação da Água Subterrânea, no Município de Xai-Xai, Aplicando o Método DRASTIC Modificado (Moçambique). *Educação Sociedade e Meio Ambiente*. 23 (2): 331 – 348.
41. Stangarlin, L, L.H.Heckthwer, L.Serafim e L.B.Mediros (2013). Evaluation of Hygienicsanitary Conditions of Hospital Nutrition and Dietary Services from the Perspectives of Internal and External Auditors. *Food Services Technology*. 10 (4): 581 – 588.
42. Turner, N.A *et al.*, (2019). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: An Overview of Basic and Clinical Research. *Nat Ver Microbiol*. 17 (4): 203 – 218.
43. Vidal, B.T.O *et al.*, (2022). The Importance Of Good Practices in the Prevention of Foodborne Diseases (FTS) in Food And Nutrition Units (HUS). *Brazilian Journal Of Development*. 8 (5): 39320-39333.