



## **ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS**

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

### **Avaliação da qualidade de água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Elalane, Icidua e Micajune, província da Zambézia.**

**Autor:**

Samuel Simone

Quelimane, Setembro de 2018



## **ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS**

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

### **Avaliação da qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Elalane, Icidua e Micajune, província da Zambézia.**

**Autor:**

Samuel Simone

**Supervisor (a):**

Dr<sup>a</sup> Valera Dias

Quelimane, Setembro de 2018

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus queridos e amados pais, Simone Timóteo Thaunde Sitole e Renete Isidoro por tudo que investiram em mim. Aos meus manos Langariranhe, Moisés e em especial as minhas irmãs Virgínia, Isabel e Quiasse.

## **Agradecimentos**

“Senhor Jesus muito obrigado pela vida, Te agradeço por teres preparado estas pisadas para que eu pudesse passar por elas, muito Obrigado!”

Agradeço aos meus pais Simone Timóteo Thaunde Sitole e Renete Isidoro, que investiram em mim desde que eu nasci. Agradeço também aos meus irmãos Langariranhe, Moisés, Virgínia, Isabel e Quiasse por estarem comigo sempre nesta grande caminhada.

À minha querida Supervisora, Dr<sup>a</sup>. Valera Dias, por me ajudar sempre que precisava e me guiar nesta grande parte deste meu percurso académico, agradeço de coração.

Aos meus docentes do nível primário, secundário e superior em especial aos Msc. Vicente. Msc. Yolanda, dr. Pita, Msc. Cesar, dr<sup>a</sup> Inocência, dr<sup>a</sup> Paula.

A minha namorada Lucrécia Alberto José Materusse, por todo amor, paciência, compreensão.

Aos meus colegas Ricardo Deca, Segredo, Gilda, Amichande por terem sido amigos maravilhosos para mim e a todos os estudantes de 2014, e em especial a turma de Química Marinha e toda ESCMC, pela convivência durante esta caminhada.

E por fim agradeço a todos que directa e indirectamente contribuíram para o sucesso da minha formação.

### **Declaração de honra**

Eu **Samuel Simone**, declaro que o presente trabalho intitulado *Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Elalane, Icidua e Mecajune*, foi elaborado por mim, sob orientação da minha supervisora, o conteúdo é original e todas as fontes estão devidamente mencionadas nas notas e na Bibliografia final, fi-lo com recurso a metodologia apresentada ao longo do mesmo, respeitando as orientações da minha Supervisora e do regulamento do trabalho de Licenciatura da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras. Declaro ainda que não foi apresentado em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Quelimane, Setembro de 2018

---

(Samuel Simone)

## Resumo

O presente estudo teve como objectivo avaliar a qualidade de água dos poços nos bairros Micajune, Icidua e Elalane, arredores da cidade de Quelimane, Zambézia, de modo a saber na potabilidade dessa mesma água em estudo. A metodologia consistiu em analisar os parâmetros Físico-químico e biológicos da água dos poços considerando os padrões legais aceites para potabilidade de água para consumo humano, com base no anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004). Neste contexto, análises da qualidade da água foram realizadas em nove poços nos três bairros distintos. Os parâmetros analisados foram comparados com os previstos na legislação, em relação a turbidez, pH, condutividade, sólidos totais e Temperatura, complementados pelos microbiológicos coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados indicaram que a turbidez dos poços amostrados estiveram acima do valor máximo permitido em dois bairros, Elalane no poço 2 com valor de 6.96 e bairro Micajune no poço 3 com valor de 5.67 e os outros poços estiveram em conformidade, a condutividade esteve no intervalo permitido excepto no poço 3 do bairro Elalane que esteve acima de limite máximo permitido com valor de 2024 us/cm, enquanto o pH ficou abaixo do intervalo permitido no poço 3 do bairro Icidua com valor de 5.5 considerado ácido e os outros poços estiveram com pH 7 que foi classificado como neutro ou próprio para consumo. Coliformes totais e *E.coli* foram registados em todos os bairros estudados. Em comparação ao que estabelece o anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), a água de consumo humano deve apresentar ausência total de *E.coli*. Confirmou-se a situação do local em que a água consumida nos domicílios apresentou elevado risco de contaminação microbiológica. Recomenda-se orientar as populações nos bairros que antes de consumo dessa água do poço que faça a fervura da água ou desinfecção através de cloro para eliminar as bactérias.

**Palavras-chave:** Qualidade de água, medidas de tratamento, parâmetros físicos-químicos e biológicos

## **Abstract**

The present study had as general objective to evaluate the water quality of the wells in the Micajune, Icidua and Elalane districts. The methodology consisted of analyzing the physical-chemical parameters: Ph, Turbidity, Conductivity, salinity, well water temperature considering the accepted legal standards for potable water for human consumption, based on Annex I of Law 16/91, Republic (2004), which establishes potability for public supply. For this purpose, water quality analyzes were carried out in nine wells in the three distinct districts. The physical-chemical parameters analyzed were compared with those predicted in the legislation, such as turgidity, pH, conductivity, total solids and temperature, complemented by total coliform microbiological and Escherichia coli. The results indicated that the turbidity was above the maximum allowed value in two wells 2 with a value of 6.96 and in well 2 with a value of 5.67 and the other wells were in compliance, the conductivity was in the maximum allowed value except in well 3 that was above of maximum allowed limit value of 2024 us / cm, while the pH was below the allowed maximum limit in the well 2 with value of 5.5 considered acid and the other wells were with pH 7 that was classified like own neutral for consumption. Total coliforms and 1. coli were recorded in all studied districts. Compared to what is established in Annex I of Law 16/91, Boletim da República (2004), water for human consumption must present a total absence of E.coli. It was confirmed the situation of the place where the water consumed in the homes presented a high risk of microbiological contamination. It is recommended to guide the populations in the districts that before consumption of this well water that boil the water or disinfection through chlorine to eliminate the bacteria

**Key words:** Water quality, treatment measures, physical-chemical and biological parameters

## Lista de Abreviaturas

Abreviatura	Significado
OMS	Organização Mundial da Saúde
FIPAG	Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água
pH	Potencial Hidrogénio
LMA	Limite Máximo Admissível
E.coli	<i>Escherichia coli</i>
CT	coliformes totais
CF	coliformes fecais
mg/L	Miligramas por litro
Mm	Milímetros
M	Media
T °C	Temperatura em graus Celsius



## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Limites máximos admissíveis de parâmetros físicos-químicos e biológicos para fontes de água destinadas ao consumo público sem tratamento.....pág. 9

Tabela 2. Resultados das análises dos parâmetros físicos-químicos da água dos poços na cidade de Quelimane. ....pág. 16

Tabela 3. Resultados das análises dos parâmetros biológicos da água dos poços na cidade de Quelimane.....Pág. 19

## Índice Geral

Conteúdo	pág.
<i>CAPÍTULO I</i> .....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Problematização .....	3
1.2. Justificativa .....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Geral.....	4
1.3.2. Específicos.....	4
<i>CAPÍTULO II</i> .....	5
2. Revisão da literatura.....	5
2.1. A água.....	5
2.1.1. Uso da água .....	5
2.1.2. Caracterização da água subterrânea .....	6
2.2. Qualidade da água .....	7
2.2.1. Indicadores da qualidade de água .....	8
2.2.2. Coliformes .....	9
2.2.3. Coliformes Totais.....	10
2.2.4. Coliformes Termotolerantes ou Fecais .....	10
2.2.5. Aspectos físicos e químicos para água.....	10
2.2.6. pH.....	11
2.2.7. Condutividade.....	11
2.2.8. Temperatura.....	11
2.2.9. Turbidez.....	12
2.3. Riscos associados a ingestão de água de má qualidade.....	12

<i>CAPÍTULO III</i> .....	13
3. Descrição da Área de estudo .....	13
3.2. Metodologia .....	14
3.3. Amostragem.....	14
3.4. Colecta de dados .....	14
3.4.1 Análises químicas e microbiológicas .....	14
3.4.2. Análise microbiológica.....	15
3.5. Tratamento de dados .....	15
<i>CAPÍTULO IV</i> .....	16
4. Resultados e Discussão .....	16
4.1. Medidas pertinentes para melhorar a qualidade de água usada pela comunidade. .....	20
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	22
5.1. Conclusões.....	22
5.2. Constrangimento e Recomendações.....	23
6. Referências bibliográficas .....	24
Anexas.....	27

## *CAPÍTULO I*

### **1. Introdução**

A água é um elemento essencial para o desenvolvimento e a manutenção da vida, mas somente 3% das reservas existentes em nosso planeta são constituídas de água doce. Desta quantidade de água, apenas 0,3% pode ser aproveitado para consumo humano, sendo 0,01% de origem superficial (rios e lagos) e 0,29% subterrâneas (Brasil, 2007).

As águas subterrâneas, são recursos naturais utilizados tradicionalmente para abastecer grande parte da população Moçambicana em áreas rurais, e também nas cidades que não oferecem acesso à rede pública de abastecimento de água ou o abastecimento é irregular. O aumento dos recursos foi acompanhado da proliferação de poços construídos, geralmente sem levar em conta critérios técnicos adequados que permitissem condições qualitativas básicas de potabilidade. (Schmidt, 2006). Deste modo, a perfuração de poços com localização inadequada coloca em risco a qualidade das águas subterrâneas, uma vez que gera uma conexão entre as águas mais rasas, e, portanto, mais susceptíveis à contaminação, com águas mais profundas menos vulneráveis (Ana, 2007).

As águas subterrâneas provenientes de poços, geralmente são menos contaminadas por factores biológicos e químicos do que águas dos rios e lagos, pois não ficam expostas aos diversos agentes poluentes. Porém, a diversificada utilização das águas subterrâneas é crescente e, com isso, aumenta a importância da qualidade dessas águas (Pantoja *et al.*, 2012). Muitos são os processos de contaminação das águas subterrâneas, principalmente nas áreas onde o uso de poços é frequente, destacam-se os processos como a presença de fossas, oficinas mecânicas, postos de abastecimento e cemitérios, além da disposição inadequada de resíduos urbanos, efluentes de sistemas de esgoto sanitário (Bastos, 2013).

A técnica de construção de poços é um dos métodos mais antigos de captação de água subterrânea para o consumo (Bastos, 2013). Porém, para que a água dos poços seja considerada potável, é necessária a realização de análises microbiológicas e físico-químicas, a fim de verificar se ela está dentro dos padrões de potabilidade para consumo humano estabelecidos nas normas vigentes no país, anexo I da Lei n.º 16/91 (Boletim da República, 2004).

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

Neste vertente este estudo tem como foco avaliar a qualidade de água de consumo e propor medidas de prevenção de uso de poços com água não potável nos bairros Micajune, Icidua e Elalane, visto que são os bairros mais afectados pelas doenças diarreicas devido o fraco acesso a água potável para o consumo, e que parte desta população tem adoptado padrões comportamentais nocivos à saúde e ao ambiente passando a consumir a água não potável.

### **1.1.Problematização**

A água quando não é propriamente tratada pode ser um veículo hídrico de várias doenças. Na cidade de Quelimane ainda há carência no fornecimento da água potável em alguns bairros o que obriga a comunidade a consumir a água dos poços (INE, 2008). A escassez da água para o consumo humano e o saneamento inadequado do meio, na maioria dos bairros da cidade de Quelimane nomeadamente bairros Micajune, Incidua e Elalane são os principais factores que contribuem na má qualidade da saúde pública. A água utilizada por estas comunidades pode ser responsável por causar, muitas vezes, problemas de infecções gastrointestinais o que contribui no surgimento de doenças diarreicas. Na cidade Quelimane o tratamento ineficiente dos resíduos sólidos nos bairros Micajune, Icidua e Elalane e a falta do controlo no despejo de dejectos humanos influencia na qualidade da água dos poços para o consumo (INE, (2013).

### **1.2.Justificativa**

A necessidade de monitoramento de qualidade da água é um dos principais propósitos para a protecção da saúde do humano (Amorim *et al.*, 2009)

O estudo da avaliação da qualidade da água dos poços para o consumo é importante, para determinar o padrão da potabilidade da água para o consumo humano nos bairros Micajune, Icidua e Elalane.

Além de avaliar a qualidade da água para o consumo, o estudo procura relacionar a qualidade da água dos poços para o consumo com o saneamento dos bairros Micajune, Icidua e Elalane, e mostrar a estação onde há maior contaminação das águas dos poços para poder intervir ou sugerir a intervenção a nível dos gestores dos recursos hídricos nos arredores da cidade de Quelimane. Apesar de constituírem património da humanidade, as águas subterrâneas, ainda não recebem à devida atenção quanto à sua protecção para evitar a degradação de sua qualidade.

Este estudo irá auxiliar as autoridades a planificar estratégia de melhoramento de tratamento água dos poços. E as comunidades saberão os resultados obtidos durante o estudo, e se a água que consomem é de qualidade.

### **1.3.Objetivos**

#### **1.3.1. Geral**

- ✓ Avaliar a qualidade de água dos poços nos bairros Micajune, Icidua e Elalane.

#### **1.3.2. Específicos**

- ✓ Analisar os parâmetros Físico-químico: Ph, Turbidez, Condutividade, salinidade, temperatura da água dos poços.
- ✓ Determinar a quantidade de coliformes fecais (CF) , coliformes Totais (CT) e *Escherichia coli* e sua relação com o saneamento dos bairros selecionados.
- ✓ Propor medidas pertinentes para melhorar a qualidade de água usada pela comunidade.

*CAPÍTULO II*

**2. Revisão da literatura**

**2.1.A água**

A água é um elemento essencial no meio ambiente, cobre quase 75% da terra, ela é responsável pelo equilíbrio vital de todos os seres vivos. A água desempenha um papel importante na segurança da saúde humana e no desenvolvimento socioeconómico de qualquer comunidade. A qualidade é uma das grandes preocupações actuais e certamente será sempre o maior problema a ser enfrentado nos próximos anos. (Araújo, 2014). Por esta razão, é de grande valia buscar e estimular tecnologias de recuperação da água, que envolvam um baixo custo financeiro, simples e acessíveis para o tratar a água para o consumo humano (Gomes, 2011).

**2.1.1. Uso da água**

Uso da água é efectuada a partir da retirada da mesma do ambiente para suprir as necessidades humanas e outros seres vivos esse termo implica que uma parte do que é aproveitado volta para ambiente. Já o consumo refere-se a parcela que não retorna de modo directo ao ambiente (como a água da irrigação). Anualmente, a agricultura é responsável por 70% do uso e 87% do consumo total de água no mundo. Em termos globais, o uso excessivo pode acorrenatar a diminuição do volume, ou o esgotamento dos aquíferos subterrâneos e esta questão é crucial, pois grande parte da população mundial depende desta fonte de abastecimento. Em Moçambique por exemplo, 45% dos municípios são abastecidos total ou parcialmente com águas dos poços profundos ou rasos (Jouravlev, 2004).

De acordo com a Organizações das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3 m<sup>3</sup>/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene. No entanto, no Brasil por exemplo o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia. Gastam mais que 120 litros de água por dia , o que é desperdício de dinheiro fora e desperdiçar nossos recursos naturais (Brasil, 2006).



### **2.1.2. Caracterização da água subterrânea**

O homem dispõe basicamente de dois recursos para o seu abastecimento de água: de superfície e a subterrânea. A água subterrânea é utilizada há milénios. Os historiadores registaram o uso de poços profundos por Egípcios, Persas e Chineses, há 2.100 anos a. C. (Natal & Nascimento, 2004).

O manancial subterrâneo é uma das mais importantes reservas para o suprimento de água. Na maioria das vezes, esta água não necessita de tratamento para o seu consumo, devido ao processo de filtragem natural do subsolo. Fazem parte deste manancial: Os furos rasos e profundos, nascentes e galerias de infiltração. As camadas subterrâneas que podem conter água são chamadas de aquíferos, sendo formações geológicas com poros ou espaços abertos (fissuras ou fracturas) em seu interior (Philippi, 2005).

A infiltração é favorecida pela presença de materiais porosos e permeáveis, como solos e sedimentos arenosos, ou também rochas expostas, muito fracturado e porosas. As águas subterrâneas têm importância em todo o mundo no abastecimento público e privado. Em torno de 1.5 bilhões de pessoas em núcleos urbanos e uma grande parcela da população rural tem suas necessidades supridas pelo manancial subterrâneo (Texeira *et al*, 2003).

As águas subterrâneas constituem recursos auto-renováveis. Porém, por influência humana, ocorre um desequilíbrio ecológico, por causa da destruição da vegetação que afecta directamente os regimes hidrográficos de rios e de fontes naturais. Muitas fontes naturais alimentadas por lençóis e água subterrâneos secam quando a água de infiltração é escassa, em consequência da destruição da cobertura vegetal, que antes possibilitava a retenção de água das chuvas (Fellenberg, 1980).

Conforme Natal & Nascimento (2004), as principais vantagens de utilização de águas subterrâneas são:

- Baixo custo de construção de poços em relação ao custo das obras de captação das águas superficiais
- Alternativa de abastecimento para pequenas e medias populações urbanas ou comunidades rurais

- Geralmente são de boa qualidade ao consumo humano.

As águas subterrâneas são, na maioria da vezes, mais limpas que as superficiais, sendo que não necessitam do mesmo grau de tratamento para o consumo humano, pois os aquíferos estão protegidos por centenas de metros de rochas (Gray, 1994).

## **2.2. Qualidade da água**

A preservação da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores em geral, particularmente no que se refere a água dos mananciais, como poços, minas, nascentes, lagos, entre outros, destinados ao consumo humano, visto que sua contaminação por excretas de origem humana e animal pode torna-los um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias, os quais influenciam directamente a saúde da população (Amaral, 2003). Uma água de qualidade duvidosa pode ser responsável por causar, muitas vezes, problemas de infecções gastrointestinais. A necessidade de qualidade da água é o propósito primário para a protecção da saúde do homem e das populações (Amorim *et al.*, 2009).

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

A palavra potável significa água que é consumida, ou seja, para ser ingerida ou para ser utilizada no preparo de alimentos e na higiene pessoal, a água não pode conter elementos que sejam prejudiciais a saúde, isto é, não pode conter substâncias tóxicas e nem organismos patogénicos. Por isso, a água de consumo humano precisa ser analisada, por meio de colheita de amostras e encaminhada a laboratórios especializados, onde serão feitos testes químicos e biológicos, visando observar se esta dentro dos padrões de qualidade estabelecidos (Branco, 2001).

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

Diversos factores podem comprometer a qualidade da água subterrânea, que é a mais utilizada para os estabelecimentos. As principais fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogénicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas são o esgoto doméstico e industrial, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e modernização da agricultura. A garantia do consumo de água potável, livre de elementos prejudiciais à saúde, e uma acção eficiente de prevenção das doenças causada pela água. Apesar do aumento das evidências dos danos à saúde devido ao uso de água fora dos padrões adequados de potabilidade, ou água contaminada, salienta-se que esses dados são difíceis de serem avaliados e medidos adequadamente (Silva e Araújo, 2003)

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

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

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

## Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane

---

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

Parâmetros		Limites máximo admissível	Unidades
<b>Biológicos</b>	Coliformes totais	Ausente	NMP* / 10.0 ml ou N°. de colónias / 100 ml
	Coliformes fecais	Ausente	NMP* / 10.0 ml ou N°. de colónias / 100 ml
	<i>E.coli</i>	Ausente	1000ml
<b>Químicos e Físicos</b>	PH	6.5 a 8.5	
	Turbidez	5	NTU
	Sólidos totais	1000	mg/l
	Temperatura		°C
	Condutividade	2000	Us/cm

(NMP) Número Mais Provável

### 2.2.2. Coliformes

A razão da escolha dos coliformes como indicadores de contaminação da água deve se aos seguintes factores:

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

### **2.2.3. Coliformes Totais**

Os coliformes totais são os microrganismos em forma de bastonetes Gram-negativos não-esporogénicos, aeróbios, ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C (Macedo, 2001).

As bactéria pertencente ao grupo dos coliformes totais pode ser encontrada na água, no solo e em vegetais, sendo que possuem capacidade de se multiplicar na água com altos teores de nutrientes (Schmidt,2006).

### **2.2.4. Coliformes Termotolerantes ou Fecais**

O grupo de coliformes termotolerantes ou fecais são bacilos Gram-positivos, facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 44,5°C (Salvatoris), 1999). São de origem fecal de animal de sangue quente, sendo que a contagem de coliformes fecais detecta a quantidade de microrganismos provenientes dos excretas humanos (Schmidt, 2006). Conforme os coliformes Termotolerantes constituem-se de quatro diferentes géneros, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiela sp.*, e *Citrobacter sp* (Macedo, 2001).

#### **Escherichia coli**

*Escherichia coli* é a bactéria mais representativa dentro do grupo dos coliformes termotolerantes. Assim sendo, sua presença é indicativa de coliformes fecais, pois esta bactéria é habitante do trato intestinal de humanos e animais de sangue quente (Salvatori, 1999).

### **2.2.5. Aspectos físicos e químicos para água**

Considerando a qualidade de água em suas características físicas, espera-se que esta seja transparente, sem cor, cheiro e sabor, para estar adequada ao consumo humano. Os parâmetros químicos são os mais importantes para se caracterizar a qualidade da água, pois permitem classifica-la por seu conteúdo mineral, caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos, as possíveis fontes e avaliar o equilíbrio bioquímico que é necessário para a manutenção da vida aquática (Macedo, 2001).

O manual prático de análise de água, da Fundação Nacional da Saúde, utiliza as seguintes definições:

### **2.2.6. pH**

O pH das águas dos poços variam geralmente entre 5,5 e 8,5. Os principais factores que determinam o pH da água são o gás carbónico dissolvido e a alcalinidade. Águas subterrâneas tendem ao neutro solução tampão mas, alto pH deve-se ao  $\text{CO}_3^{2-}$  e baixo pH ao  $\text{SO}_4^{2-}$ , normalmente (Bastos, 2013). Determinação do pH é feita a partir do método colorimétrico e o uso do pHmetro que é prática e de simples manuseio (Pedrozo e Kapusta, 2010).

### **2.2.7. Condutividade**

A condutividade é a expressão numérica da tendência de uma amostra de água em conduzir a corrente eléctrica. Depende das concentrações iónicas e da temperatura e indica o teor de sais existentes na coluna da água e, portanto, representa uma medida indirecta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 S/cm indicam ambiente impactados (Cetesb, 2008). A condutividade também dá uma boa indicação das modificações na composição de uma água, principalmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água se eleva a medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (Cetesb, 2008).

### **2.2.8. Temperatura**

A temperatura da água é um parâmetro físico que é indispensável conhecer, uma vez que a sua variação interfere com os outros parâmetros e pode afectar os processos de tratamento dessa água (Simões *et al.*, 1998).

A sua determinação foi realizada *in situ* e imediatamente após a colheita, utilizando-se para o efeito um termómetro com graduação de 0 °C – 100 °C.

### **2.2.9. Turbidez**

A turbidez da água é devida a presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plaktôn, matéria orgânica e muitas outras substâncias, como zinco, ferro, manganês e ureia, resultante do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. (Freitas, 2004).

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento de água, pois em turbidez elevada e dependendo da sua natureza, forma flocos pesados, que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens, como no caso da desinfecção, que pode ser dificultada pela protecção que pode proporcionar aos microrganismos nos contactos directos com os desinfectantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo. (Garcez, 2004).

### **2.3. Riscos associados a ingestão de água de má qualidade**

A água pode veicular um elevado número de enfermidades, na ingestão de água. Em nível de pH baixo o homem pode ter problemas de saúde como deficiência imunológica, envelhecimento prematuro, dores de cabeça, úlceras estomacais e da boca, pois estas desenvolvem-se em meio ácido. O nitrato está adjunto à doença da meta-hemoglobinemia que dificulta o transporte de oxigénio na corrente sanguínea de bebés podendo acorrenatar a asfixia, em adultos, a actividade metabólica interna impede a conversão do nitrato em nitrito, que é o agente responsável por essa enfermidade (OMS, 2011). Os microrganismos patogénicos podem causar doenças como a febre tifóide e a cólera, e irão contaminar os alimentos que muito facilmente chegarão até ao consumidor final.

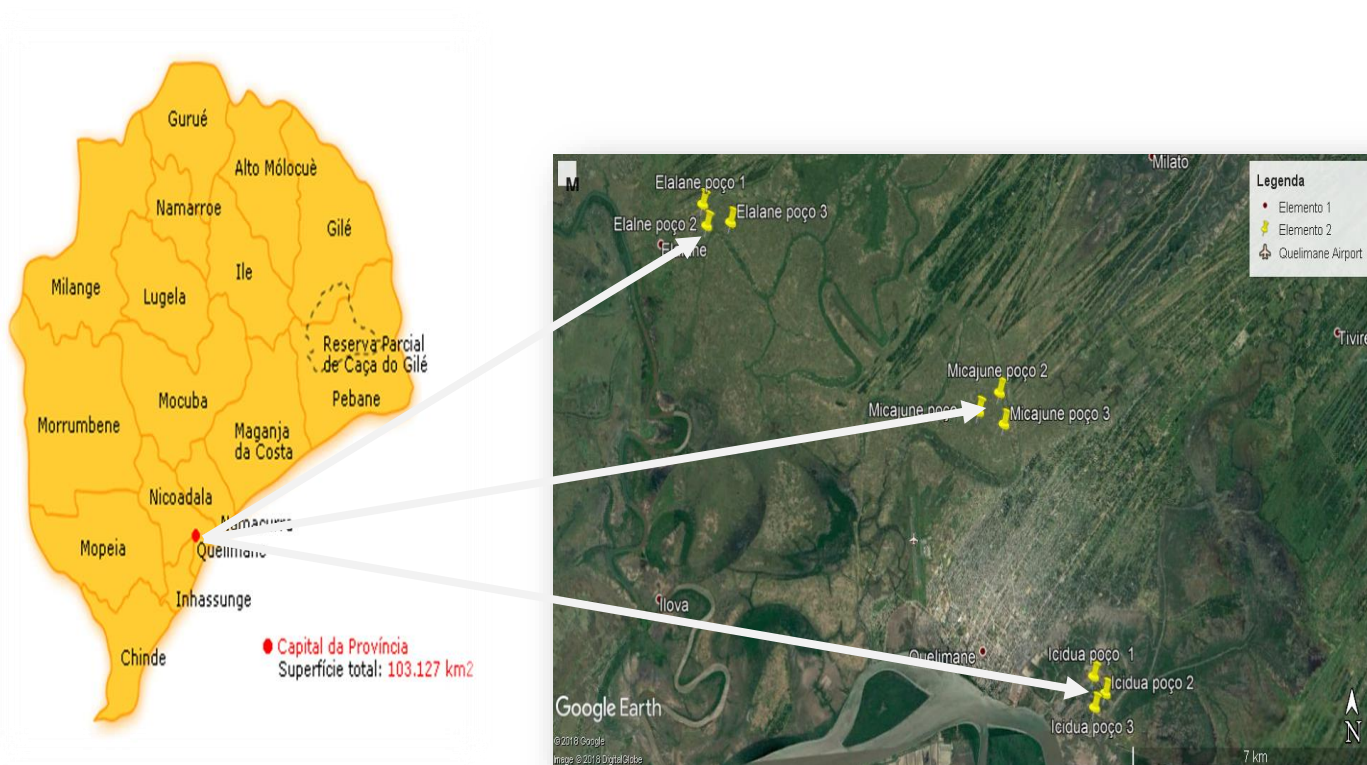
A insuficiência da quantidade de água também pode ser um mecanismo de transmissão de doenças podendo resultar:

- ❖ Deficiências na higiene;
- ❖ Acondicionamento da água em vasilhames, para fins de preservação, podendo esses recipientes tornarem-se ambientes para procriação de vectores e vulneráveis à deterioração da qualidade Ministério da Saúde (2006) de acordo com (Bastos, 2013).

*CAPÍTULO III*

**3. Descrição da Área de estudo**

A cidade de Quelimane está situada na região centro de Moçambique com uma área de 103478 km<sup>2</sup> e uma população de 3849455 habitantes. É uma das 23 cidades do território moçambicano que localiza-se no centro do País, na Província da Zambézia e é a primeira maior cidade da província. E a actual divisão administrativa da cidade de Quelimane é de 5 Postos Administrativos, 59 bairros. A norte é limitado pelos distritos de Malema e Ribaué; a sul pelo distrito de Ile; este pelo distrito de Gilé e oeste pelo distrito de Gurué. (Ministério da Administração Estatal, 2005).



**Figura 1.** Mapa da província da Zambézia (à esquerda) e a Localização dos pontos de colecta de amostra (direita) (fonte: Google Earth, 2018).



### **3.2. Metodologia**

Para efectuar este estudo foram utilizadas várias abordagens e métodos de investigação, que incluem revisão e análise de literatura e pesquisas. A pesquisa baseou-se na amostragem de água dos poços de 3 bairros situados na cidade de Quelimane, e a observação e saneamento. Foram efectuadas observações directas de modo a Propor medidas pertinentes para melhorar a qualidade de água usada pela mesma comunidade.

### **3.3. Amostragem**

A amostragem foi realizada nos bairros Micajune, Icidua e Elalane, tendo sido escolhidos com base na sua densidade populacional, onde constatou-se que o bairro Elalane possui maior número de habitantes que consome água do poço em relação aos bairros Micajune e Icidua.

### **3.4. Colecta de dados**

Para a colecta das amostras foram usadas garrafas plásticas com capacidade de 500mL, previamente lavadas com sabão líquido e enxaguadas com água destilada. A captação da água dos poços foi feita com auxílio de um balde e posteriormente introduzida nas garrafas. Em seguida as garrafas foram fechadas, etiquetadas e embrulhadas com papel alumínio para preservação dos componentes químicos. As amostras foram identificadas de acordo com o tipo de poço, hora da colecta e foram colocadas no colmam contendo gelo para refrigeração e transportada directamente ao laboratório da FIPAG na cidade de Quelimane.

#### **3.4.1 Análises químicas e microbiológicas**

As análises químicas e microbiológicas foram realizadas no laboratório da FIPAG da cidade de Quelimane. Para análise dos parâmetros físico-químicos foram utilizados métodos instrumentais, pH-metro e turbímetro com indicador respectivamente. Os parâmetros biológicos foram analisados a partir do método petrifilm, com o uso da membrana filtrante.

### **3.4.2. Análise microbiológica**

A determinação de indicadores microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*) foi feita usando placas de 3MTMPetrifilm™, que contem nutrientes do meio Vermelho Violeta Bile (VRB), um agente gelificante solúvel em água fria, um indicador de actividade glicuronidásica e um indicador que facilita a enumeração da colónia, e o filme superior da placa que retém o gás formado pelos coliformes e *E. coli* que são fermentadores de lactose (3Mmicrobiologia, 2013).

A determinação de coliformes totais e *E. coli* foi feita adicionando-se 1 mL da amostra no centro do filme interior, cuidadosamente foi descido o filme superior de modo a evitar a criação de bolhas de ar, posteriormente encubado a uma temperatura de 35°C durante 24h.

Após 24h, foram retiradas as placas da incubadora para a devida contagem das colónias, onde foram observados mudanças nas cores do gel das placas. A cor roxo-azulada na colónia indicava a presença de bactérias *E. coli* e a cores vermelhas escuras nas placas indicava a presença de coliformes totais.

### **3.5. Tratamento de dados**

Após a obtenção dos dados, os mesmos foram organizados, processados e produzidas tabelas no programa informático *Microsoft Excel versão 2010*. Os resultados foram apresentados em médias e desvio padrão

**CAPÍTULO IV**

**4. Resultados e Discussão**

Nesta pesquisa foram analisados parâmetros físicos-químicos e microbiológicos para avaliar a qualidade da água em nove poços, nos três Bairros: Micajune, Icidua e Elalane. Durante a colecta das amostras de água (Mapa 1), foram observadas algumas características dos locais de estudo, principalmente as condições hidrossanitárias, como acesso e uso da água do poço, no qual é a principal fonte de abastecimento convencional (Guedes, 2011)

**Tabela 2.** Resultados das análises dos parâmetros físicos-químicos da água dos poços na cidade de Quelimane

Parâmetros Físicos-químicos	Concentrações dos parâmetros Físicos-químicos em cada poço												L.M.A
	Bairro Elalane				Bairro Icidua				Bairro Micajune				
	Poço 1	Poço 2	Poço 3	M	Poço 1	Poço 2	Poço 3	M	Poço 1	Poço 2	Poço 3	M	
<b>Turbidez</b>	0.94	6.96	0.69	<b>2.86</b>	0.64	0.72	0.72	<b>2.08</b>	0.36	5.67	1.01	<b>2.34</b>	<b>5NTU</b>
<b>pH</b>	7	7	7	<b>7</b>	6.1	7.3	5.5	<b>6.3</b>	7.8	7.4	7.9	<b>7.7</b>	<b>6.5-8.5</b>
<b>Condutividade</b>	1018	1024	2026	<b>1356</b>	863	877	855	<b>865</b>	867	843	866	<b>858.7</b>	<b>2000 us/cm</b>
<b>Sólidos totais</b>	835	950	830	<b>871.6</b>	1156	322	669	<b>714.7</b>	392	716	626	<b>587</b>	<b>1000 mg/l</b>
<b>Temperatura</b>	26.4°C	26,5°C	26,2°C	<b>26.4</b>	25.6°	25.3°C	24.5°C	<b>25.1</b>	26.7°C	25°C	27.1°C	<b>26.3</b>	<b>°C</b>

**Nota:** O **M** significa as médias dos resultados encontrados a partir das amostragens e o **L.M.A** significa Limites Máximo Admissível, o parâmetro de sólidos totais é dado por **mg/L**, condutividade é dado por **us/cm**, turbidez é dada por **NTU**, temperatura é dada por **°C** excepto o pH que não tem unidade.

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

A tabela 2 ilustra os valores obtidos nas análises dos parâmetros físico-químicas das amostragens, onde verifica-se que em média os valores da turbidez, pH, condutividade, sólidos totais e temperatura para todos os poços obtiveram-se 2.08 a 2.86 NTU, 6.3 a 7.7, 858.7 a 1356us/cm, 587 a 871.6 mg/l, 25.1 a 26.4 °C.

No anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), é estipulado o valor máximo de 5,0 NTU para a água de abastecimento. Os resultados descritos na tabela 2 mostram que duas amostras de água encontram-se acima do valor máximo permitido uma no bairro Elalane e outra no bairro Micajune e o restante das amostras encontram-se em conformidade com a legislação vigente para consumo de água. Para (Pinto, 2003), a turbidez da água corresponde à alteração de penetração da luz, provocada por partículas em suspensão. Esse parâmetro limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio. Por si só a turbidez não comporta risco para a saúde pública. Entretanto a aparência dificulta a desinfecção e em níveis elevados pode proteger os microrganismos dos efeitos de desinfecção, através de impedimento da penetração dos raios ultravioleta além de estimular o crescimento bacteriano. Em áreas que apresentam elevada turbidez, as partículas podem acomodar uma grande quantidade de poluentes e até microrganismos patogênicos (Oliveira, Neto, *et al.*, 2008), o que torna de suma importância a determinação desse parâmetro.

Nos poços analisados, os resultados de pH encontrados indicam valores médio de 6.3 a 7 que é neutra, o que quer dizer essa água é adequada para consumo, em torno de comparação dos resultados entre os bairros, Elalane apresentaram valores constante de pH 7 o que quer dizer ambos os valores encontrados estão dentro da legislação vigente para consumo, para bairro de Icidua os resultados variaram de 5.5 a 6.5 o que quer dizer os dois poços desse bairro possuíam pH ácido de 5.5. Conforme (Maura *et al* 2009), o pH das águas de poços geralmente varia de 5.5 a 8.5. Resultados semelhantes foram obtidos por (Silva *et al*, 2009), que avaliaram água dos poços cujos valores de pH em geral ficaram abaixo de 7 e alguns com valores em torno de 7.5. e para bairro Micajune o valor de pH da água variou de 7.4 a 7.9 o que quer dizer esta em conformidade com o anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004). Conforme (Casali, 2008), Diz o aumento nos valores de pH justifica-se pela composição química das águas, que pode ser influenciada pela formação geológica que armazena a água, pelo nível de contaminação da água e pelo sistema de captação e armazenamento de água utilizado. Por si só não comporta risco para

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

a saúde pública. Não tem um impacto directo no consumidor e, no entanto é um parâmetro muito importante na qualidade da água. o seu controle é necessário em todos os passos do tratamento da água para garantir a desinfecção e a clarificação satisfatória da água (Brasil, 2006).

Segundo anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), estabelece que o pH da água destinada ao abastecimento público deve situar-se entre 6.5 e 8.5. Do total de amostragem realizada na área de estudo, apenas o poços do bairro Icidua apresentou águas impróprias para consumo humano por possuir valor de pH menor que 6.5 e Isso pode estar relacionado com a característica do solo da região e características físico-químicas da água (Cunha *et al.*, 2012).

A condutividade de uma solução é uma medida da quantidade de carga transportada pelos ions. Quando a fonte de ions provem de impurezas, a condutividade transforma se numa medição de pureza ( Batista,Felipe, 2007). Quando menor a condutividade, mais pura é a solução (Batista, Felipe, 2007). Muito embora não se possa esperar uma relação directa entre condutividade e concentração de sólidos totais dissolvidos, já que as águas naturais não são soluções simples, tal correlação é possível para águas de determinado ion em solução (Brasil, 2006). Por si só não comporta riscos a saúde pública.

As análises mostram que a condutividade apresentou valores médios de 858.7us/cm a 1356us/cm. A mais elevada ocorreu no bairro Elalane com valor de (2024 uS/cm) e a menor foi no bairro Micajune com o valor de 845 uS/cm, e dizer os valores obtidos estão em conformidade com a legislação vigente, para o consumo da água.

Quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), apresentou o maior valor, 1156 mg/L no poço 1 do bairro Icidua, enquanto no poço 2 do mesmo bairro apresentou o menor valor, 322 mg/L. As médias em todos os pontos foram de 587 mg/L a 871.6mg/L. De acordo com anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), para sólidos totais dissolvidos, o valor máximo para esse parâmetro é de 1000 mg/L, Os valores encontrados na aferição deste parâmetro são baixos de acordo com (Brito & Silva, *et al.*, 2007) que, em seus estudos consideram valores abaixo de 664,28 mg L<sup>-1</sup> relativamente baixos.

As temperaturas médias das águas nos poços amostrados foram de 25.1 °C a 26.4°C, com predominância de temperaturas entre 26.2 °C a 26.4 °C da água do poço de Elalane, para Icidua variou de 24.5 °C a 25.6 °C da água do poço e de bairro Micajune a temperatura da água do poço

**Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

variou 25 °C a 27,1 °C como mostra na tabela 2 acima. Essa análise é o conhecimento da variação desses resultados que são de grande importância, pois a temperatura influencia os processos biológicos, reacções químicas e bioquímicas, bem como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais na água (Macedo, 2001)

**Tabela 3.** Resultados das análises dos parâmetros Biológicos da água dos poços na cidade de Quelimane

Parâmetros Biológicos	N° de colónias por ml de amostra												L.M.A (N°. de colónias / 100 ml)
	Bairro Elalane				Bairro Icidua				Bairro Micajune				
	Poço 1	Poço 2	Poço 3	M	Poço 1	Poço 2	Poço 3	M	Poço 1	Poço 2	Poço 3	M	
<b>Coliformes totais</b>	45	8	3	<b>18.67</b>	100	60	>100	<b>86.67</b>	3	100	7	<b>36.67</b>	<b>Ausente</b>
<b>E.coli</b>	7	0	0	<b>2.3</b>	8	0	1	<b>3</b>	3	2	10	<b>5</b>	<b>Ausente</b>

**Nota:** A unidade dos parâmetros biológicos é expressa em N° de colónias por 100 mL, o número de colónias das bactérias foi feita em 1mL de amostra por cada poço, o **M** significam as médias dos resultados encontrados, **L.M.A** significa Limites Máximo Admissível.

Os resultados obtidos na análise do parâmetro Coliformes Totais mostram que todas as amostras de águas colectadas nos bairros Icidua, Micajune e Elalane estão em desacordo com a legislação do anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004) isto é, estes resultados estão fora dos limites máximos admissíveis para o consumo humano. De acordo com (Michelina *et al.* 2006), a

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

presença de coliformes totais ressalta a importância desse grupo de bactérias como indicador de precárias condições higiênico-sanitárias alto risco de contracção de doenças de veiculação hídrica.

(Silva, 2009), considera que “nos sistemas de abastecimento rurais, ou sem rede pública de abastecimento, como por exemplo, poços privados, minas e furos, não devem existir mais que 10 (dez) coliformes por amostra de 100 ml de água.

A falta de higiene durante a captação da água é considerada um outro factor de contaminação bacteriológica porque as bactérias ocorrem nas fezes de animais de sangue quente, principalmente nas fezes humanas, e no acto da retirada da água dificilmente existe um controle de higiene (OMS, 2011).

A não observância da presença das bactérias *E. coli* nos poço 2 e poço 3 do bairro Elalane e poço 2 do bairro Icidua, não expressa a não confiabilidade dos resultados, Segundo Freitas (2004) deve-se ao facto do crescimento e sobrevivência das mesmas na água, uma vez que as bactérias *E. coli* desenvolvem-se e sobrevivem a temperaturas elevadas, na faixa óptima de 35° a 50° C.

Em resumo, no que se refere às características físico-químicas da água, embora quase todos os parâmetros atendam aos padrões estabelecido no anexo I da Lei n.º 16/91, Boletim da República (2004). A turbidez do poço 2 do bairro Micajune esta fora dos limites recomendados, Sólidos totais do poço 1 do bairro Icidua esta fora do limite recomendado e também a Condutividade no poço 3 do bairro Elalane esta fora do limite recomendado. Entretanto, a maior preocupação está relacionada aos resultados dos exames bacteriológicos, pois apenas os poços 2 e 3 do bairro Elalane e poço 2 do bairro Icidua estão em conformidade para o grupo das bactérias *E. coli*.

### **4.1. Medidas pertinentes para melhorar a qualidade de água usada pela comunidade.**

Nos programas desenvolvidos para o abastecimento de água em zonas rurais, por meio da construção de poço subterrâneo, é notória a ausência de políticas de qualidade. No entanto, é um dos objectivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos “assegurar à actual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Brasil, 1997).

### **Desinfecção**

A desinfecção da água tem como objectivo a eliminação dos microrganismos patogénicos responsáveis pela transmissão de doenças e infecções. A cloragem da água levou a diminuição ou quase erradicação das doenças transmissíveis pela mesma, com um custo mínimo em equipamentos, materiais e pessoal. A desinfecção da água é efetuada quando a água possui contaminações bacteriológicas, no entanto, é boa prática proceder à desinfecção da água como medida preventiva, mesmo na ausência de contaminações bacteriológicas Rego (2004).

Segundo Rego (2004). A eficácia da cloração depende de factores como: o tempo de contacto do cloro com a água, que deve ser de, no mínimo, 30 minutos; o cloro residual livre, que em soluções alternativas de abastecimento é de 0,5 mg de cloro por litro de água, após ter recebido uma dosagem de 2,0 mg/L durante a cloração; e a turbidez da água, a qual deve ser de no máximo 1 UNT (unidades de turbidez).

Nicolella (2002) recomenda a forma de desinfecção como tratamento mínimo da água para ser usada para consumo humano, podendo ser usado o processo de fervura da água durante cerca de 5 minutos.



## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **5.1. Conclusões**

De acordo com os objectivos do trabalho, pode concluir-se que a qualidade da água de alguns poços está em conformidade com os padrões de potabilidade em relação aos parâmetros do anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004).

A potabilidade de todos os poços analisados não está em conformidade em relação aos parâmetros biológicos, sendo afectado pela presença de coliformes totais em todos os poços, e para os coliformes *E. coli* foram encontrado três poços não contaminados, dois poços de bairro Elalane e um poço no bairro Icidua e restante dos poços estão contaminados.

Em relação as medidas pertinentes para melhorar a qualidade de água usada pela comunidade conclui a desinfecção dessa água usando o cloro para eliminar os microrganismos encontrados nas águas desses poços ou mesmo ferver antes de consumo.

## **5.2. Constrangimento e Recomendações**

Pelo facto de se ter falta de reagentes no laboratório para análise dos outros parâmetros, para os próximos estudos relacionados a qualidade de água do poço recomenda-se que seja feita a análise dos parâmetros químicos como, Amónia, Nitrato, Nitrito, para que se possa ter uma análise absoluta de qualidade das águas.

Recomenda-se orientar as populações nos bairros que antes de consumo dessa água do poço que faça a fervura da água ou desinfecção através de cloro para eliminar as bactérias.

## 6. Referências bibliográficas

- ✓ Amorim, M. C. C.de, Porto E. R (2009). Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisterna e seus tratamentos, In, Simpósio Brasileiro Decapitação e Manejo de Água de Chuva, 4, 2003, Juazeiro, BA. Anais. Juazeiro ABCMAC, Petrolina, PE, Embrapa Semiárido. Disponível em <http://www.alice>. Acesso em Fevereiro.
- ✓ Ana, F. A. (2007). Fundamentos de limnologia. 2, 557. Rio de Janeiro: FINEP.
- ✓ 3Mmicrobiologia. (2013). Guia de interpretação. *Placa para Contagem de E.coli e Coliformes, Placa para Contagem de Coliformes*. São Paulo, Brasil: 3M do Brasil Ltda.
- ✓ Bastos, M. L (1998). *Caracterização da qualidade da água subterrânea – Estudo de caso no Município de Cruz das Almas – Bahia*. Tese de Licenciatura. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, pp. 14-26.
- ✓ Branco, Samuel M (2001). *água: origem, uso e preservação* são Paulo: Moderna,.
- ✓ Brasil. (2007). *Manual de Saneamento* (3ª ed ed.). Brasília
- ✓ Brasil, (2006). Ministério da Saúde; *Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano*, Brasília,
- ✓ Boletim da República, (2004). I Série -Número 37. Quarta-feira, 15 de Setembro.
- ✓ Batista, Elsa, Filipe, Eduardo (2007), *A Influencia Da Variação Da Condutividade E Densidade Da Água Na Calibração Gravimétrica; 2ª Conferencia Nacional de Metrologia e Inovação*, madeira.
- ✓ Brito, L. T. L.; Amorim, M. C. C.; Leite, W. M (2007).. *Qualidade de água para consumo humano*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 16.
- ✓ Cetesb, (2008). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>. Acesso em: 12 nov. 2009.
- ✓ Cunha, H. F. A (2012). *et al.* *Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação*. Revista Ambiente & Água, v.7, n.3, p. 155-165.
- ✓ Casali, C. A (2008). *Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul*. Santa Maria - RS.
- ✓ Fellernberg, Gunter (1980). *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. Tradução Juergen Henrich Maar. São Paulo: SPRINGER,

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

- ✓ Freitas, M. P. (2004). *Sobrevivência de Pseudomonas a eruginosa*, Coliformes totais, Escherichia coli e Isolamento e Identificação de Fungos em águas de rio in natura. Tese de Bacharel, p.4 p.31. Curitiba, Paraná.
- ✓ Garcez, L. N. (2004). *Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltadas para análises de águas e esgotos sanitários e industrial*. Departamento de engenharia hidráulica e sanitária laboratório de saneamento: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. pp. 20-24 e pp. 64-72.
- ✓ Instituto Nacional de Estatística (INE) (2008) *Estudo de base sobre a situação de abastecimento de água e saneamento rural*.
- ✓ Instituto Nacional de Estatística (INE) (2013) *Estatísticas do Distrito de Cidade De Quelimane*.
- ✓ Jay, James M (2005). microbiologia de alimentos. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed.
- ✓ Jouravlev, Andrei S. administracion del água en América Latina en el umbral del siglo XXI. Passo Fundo, 27 set. 2004. Disponível em:<http://www.wupf.br/agua/simposio.html>. acesso em: 20 abr. 2010.
- ✓ Macedo, Jorge A. B (2001). de. Águas e Águas, São Paulo: Varela.
- ✓ Michelina, A. F (2006). et al. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público na região de Araçatuba, SP. Higiene Alimentar, v. 20, n. 147, p. 90-95.
- ✓ Ministério da Administração Estatal, (2005). *Perfil do distrito de Mocuba província da Zambézia*. P. 2.
- ✓ Morgado, Ayres F (1999). apostila: águas naturais. UFSC/ENQ, Disponível em: <http://lema.enq.ufsc.br/arquivos/AGUAS%20NATURAIS.htm>>. Acesso em:23 mar. 2010
- ✓ Moura, E. A. F (2009). Água de beber, água de cozinhar, água de tomar banho: diversidades sócio ambientais no consumo da água pelos moradores da várzea de Mamirauá. In: XIII Congresso Brasileiro de Sociologia, UFPE, Recife (PE).
- ✓ Muchimbane, A. B. (2010). Estudo dos Indicadores de Contaminação das Águas Subterrâneas por Sistemas de Saneamento “in Situ” - Distrito Urbano 4, Cidade de Maputo, Moçambique. Universidade de Sao Paulo.

## **Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---

- ✓ Natal, Lilian, Nascimento, Renata (2010). Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias. Boletim Midia Ambiente. São Paulo, ano II, no. 6, out/nov 2004. Disponível em <http://www.midiaambiente.org.br/UserFile/Boletins/Boletim.2004.out.nov.pdf>.
- ✓ Oliveira, E.M (1995). Educação ambiental uma possível abordagem. Brasília, Ibama, OPAS. Organização Pan-Americana de saúde. Estilos de vida. Disponível em <http://www.opas.org.br/coletiva/temas.cfm?id=15area=conceitos>.
- ✓ Organização Mundial da Saúde. (2011). *Directrizes para a Qualidade da Água Potável*. (4ª ed.). 1 Geneva 27, Switzerland, p. 313 e p. 398
- ✓ Pinto, A. L (2003). Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas. In: Moretti, Edvaldo C. E Calixto, Maria José M. S. (Org.); Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente. Campo Grande-MS, Editora da UFMS; p.11-55.
- ✓ Richter, C. A (2009). Água: métodos e tecnologia de tratamento. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p.
- ✓ Rocha, C. M. B. M (2006). et al Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. Caderno de Saúde Pública, v.22, n 09, p 1967-1978.
- ✓ Schmidt, E; Isabete I (2006). Estudo da e qualidade das águas subterrânea na região sudoeste do município de Estrela-RS. 2006. 91. f. Monografia (Graduação) curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Univates, Lajeado.
- ✓ Silva, S. R (2009). *et al*. O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). Eng. Sanit. Ambient., v.14, n.4, p. 521-532.
- ✓ Simões, M.; Queirós, M.; Simões, T. (1998). Técnicas Laboratoriais de Química, Bloco III; Porto Editor; 266.
- ✓ Paulo, D (2010) *Qualidade da Água nos poços Artesianos do Município de Santa Clara do Sul*.
- ✓ TWDB (1997). Texas Guide to Rainwater Harvesting. Texas Water Development Board in Cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems. Austin, Texas, 65p.
- ✓ Unicef. (2014) *O Direito a Água e ao Saneamento como um Pilar Chave para o Desenvolvimento Humano*.

**Anexas**

**3.4.Materiais**

**3.4.1. Material usado no campo**

- GPS
- Balde de 5L
- Garrafas plásticas 500mL
- pHmetro
- Colman
- Pedra de gelo
- sabão líquido

**3.4. Material usado no laboratório**

- Proveta 100mL
- Pipeta volumétrica 10mL
- Fotómetro multiparametro Hach DR 900
- Cuvete de 25 ml e 10mL
- Estufa
- Membrana filtrante

## Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane

---



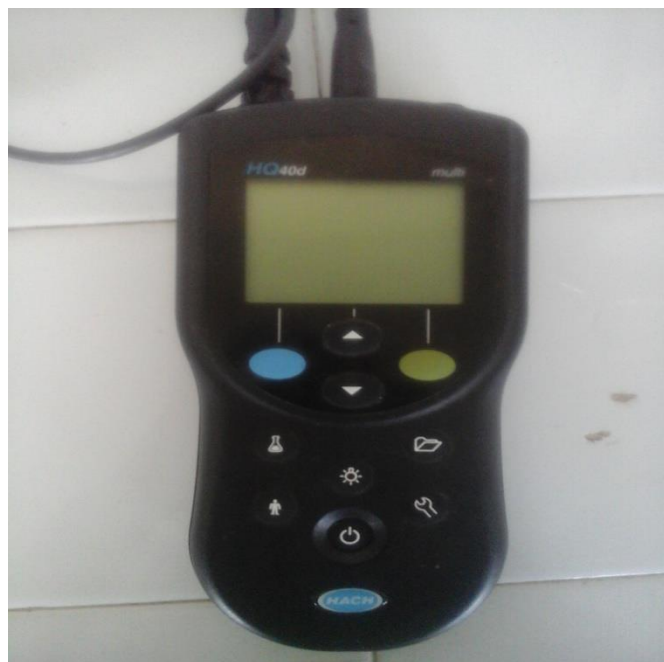
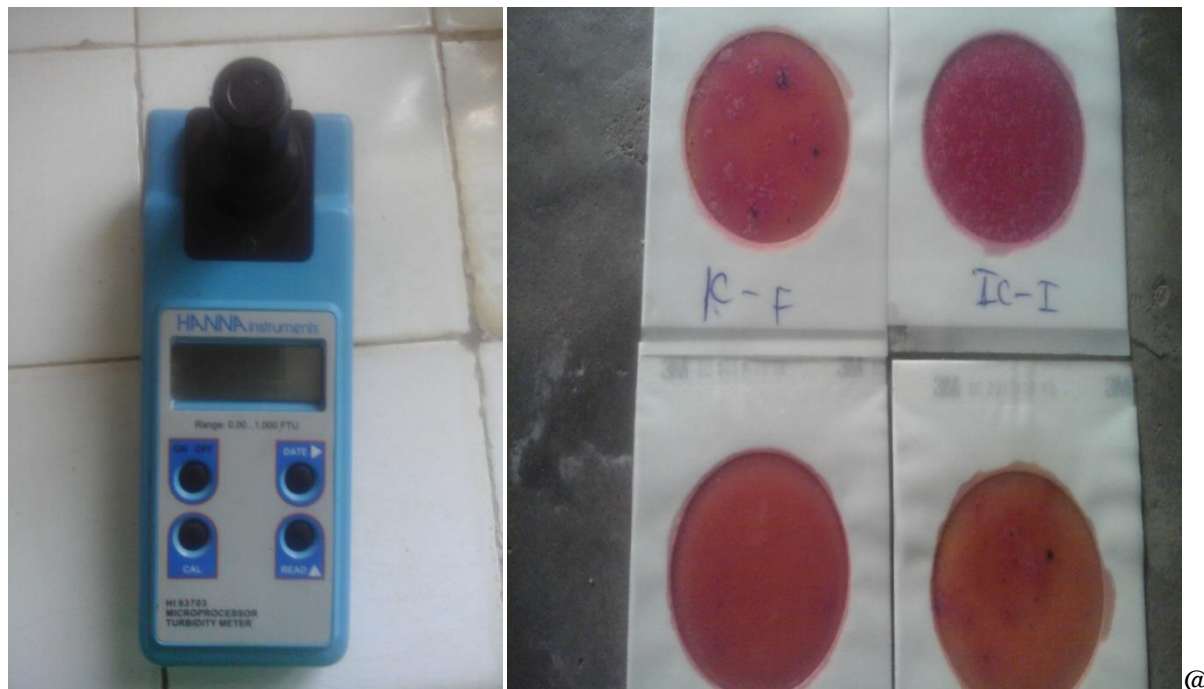
**Fotografia 1.** Poços



**Fotografia 2.** Garrafas de polietileno contendo água amostrada (esquerda) e caixa térmica contendo gelo para conservação das amostras (direita).

**Avaliação da Qualidade da água dos poços na cidade de Quelimane-estudo de caso dos bairros Micajune, Icidua e Elalane**

---



**Fotografia 3.** O turbidímetro a (esquerda), placa de Petrifilm ilustrando pontos vermelhos de coliformes totais e pontos azul-escuro de *E. coli.* (direita) e potenciômetro esta abaixo.