



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
FACULDADE DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

MONOGRAFIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DOMICILIAR E DA INTEGRIDADE DA
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DA VILA DE MANDLAKAZE.**

Autor: Michael Américo Munde

Tutor: Mário Tauzene Afonso Matangue

Lionde, Julho de 2019

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DOMICILIAR E DA INTEGRIDADE DA REDE DE
DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DA VILA DE MANDLAKAZE

Tutor:

Mário Tauzene Afonso Matangue



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de investigação sobre avaliação da qualidade de água domiciliar e a integridade da rede de distribuição da água da vila de Mandlakaze. Será apresentado ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito de Culminação do Curso em forma de monografia em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Tutor: Mário Tauzene Afonso Matangue

Julho, 2019

ÍNDICE

ÍNDICE TABELAS	vi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	vii
AGRADECIMENTOS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.1. Geral	2
1.1.2. Específicos	2
1.2. Problema de estudo e justificação	2
1.3. Hipótese de estudo	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Características físico-químicas.....	4
2.1.2. Temperatura	4
2.1.3. Turbidez	5
2.1.4. Condutividade/ Total de sais dissolvidos (TDS).....	5
2.1.5. pH.....	5
2.1.6. Acidez e alcalinidade	6
2.1.7. Dureza	6
2.1.8. Cloretos	6
2.3. Directrizes para o abastecimento de água	8
2.3.2. Decreto nº 180/2004.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Descrição da vila de Mandlakaze	10
3.2. Determinação da qualidade da água abastecida na vila de Mandlakaze	11

3.3.	Verificação da integridade da rede de distribuição.....	14
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.	CONCLUSÃO	28
6.	RECOMENDAÇÕES	29
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do sistema de tratamento e abastecimento de agua da vila de Mandlakaze ..	10
Figura 2: Garrafas com amostras	11
Figura 3: Placa e almofada.....	15
Figura 4: Sistema de filtração e incubadora.....	13
Figura 5: Biobase (conta colônias)	13
Figura 6: Gráfico de turbidez.....	17
Figura 7: Gráfico da cor	18
Figura 8: Gráfico da condutividade elétrica.....	20
Figura 9: Gráfico da dureza	21
Figura 10: Gráfico do cloreto.....	22
Figura 11: Gráfico do potencial de hidrogênio	23
Figura 12: Gráfico do nitrito	24
Figura 13: Gráfico do nitrato	25
Figura 14: Gráfico do amônio.....	27

ÍNDICE TABELAS

Tabela 1: Material para a colecta de amostras de água.....	33
Tabela 2: Equipamentos usados no estudo	15
Tabela 3: Parâmetros Biológicos	29
Tabela 4: Parâmetros físicos e organolépticos.....	33
Tabela 5: Parâmetros químicos.....	34

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°C- graus celsius

E. coli- *Escherichia coli*

FUNASA- a Fundação Nacional Brasil de Saúde através da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde.

GDWQ- *Guidelines for Drinking Water Quality*

h – horas

mL⁻¹- mililitros

Mt- meticais

MAE= Ministério de Administração Estatal

OMS- Organização Mundial da Saúde - World Health Organization

pH- potencial de Hidrogénio

Qtd/dias- quantidade por dia

VG - valores guia

V.M.P – Valor Máximo Permitido

VmP – Valor mínimo permitido

% - percentagem

DPM- Diploma de Ministerial 180/2004

EC- *E. coli*

CT- Coliformes totais

CF-Coliformes fecais

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo, por ter-me dado força, saúde e me abençoar em todos os momentos de minha vida, para continuar e concluir esta longa e desafiadora caminhada para que este trabalho fosse possível;

Aos meus pais, Américo Simião Munde e Felizarda Daniel Mungoi, pela paciência, incentivo e por sempre estarem dispostos a me ouvirem e dando forças.

Agradeço no geral a todos docentes da Divisão de Agricultura, em particular aos meus docentes do curso de Hidráulica e em especial ao meu supervisor Prof. Doutor Mário Tauzene Matangue por ter aceite a tarefa de me supervisionar, pela dedicação de parte do seu rico tempo na correcção, concertação e materialização desta monografia.

Aos meus colegas do curso, em especial aos da turma Hidraulica 2014: Higinio Bié, Aurio Francisco, Vasco Chirindza, Eclidio Guilenge, José Uanicela, Cremildo Magombe, Ananias Baltazar, Jose Machava, Eduardo Machava, Daniel Changadeia, Gerónimo Zumba, Alcidio, Filipe Uane, Nercio Luis, Abdimingo Madingue, Abilio Chauque, Morcilio Valoi, Helio Nhancale, Claudia Benhane, Vania Florinda, Hermenegildo Machai, Edilton, Eufrasio Mause, Dino Assuba, Nelson Holande, vocês fizeram parte deste sonho.



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde , Julho de 2019

(Michael Américo Munde)

I. RESUMO

A presente pesquisa visa avaliar a qualidade de água domiciliar e a integridade da rede de distribuição da água da vila de Mandlakaze localizada no distrito do mesmo nome na Província de Gaza. A avaliação da qualidade água foi feita através da colecta de amostras de água, onde foram retiradas de forma aleatória e foram colectadas doze 12 amostras. A amostragem foi feita em todos bairros de modo a permitir fazer inferência sobre a variabilidade da qualidade de água na vila de Mandlakaze, e foram analisados os parâmetros físico-químicos (Temperatura, Turbidez, nitrito, nitrato, pH, , Dureza, Amônio, Cloretos, condutividade eléctrica, cor, sabor, cheiro) e biológicos (Coliforme fecais, coliformes totais e *E. coli*) que são indicadores de contaminação fecal. A análise dos resultados da qualidade de água foi feita a luz do diploma Ministerial nº180/2004 de Moçambique e da OMS 4ª edição Julho de 2011. Do presente estudo foram produzidos mapas e perfis de qualidade de água dos bairros da vila de Mandlakaze facilitando deste modo aplicação de medidas de correcção da qualidade de água na rede de distribuição. Segundo as amostras de água analisadas no laboratório provincial de águas de Gaza conclui-se que a água abastecida na vila de Mandlakaze corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique de 15 de Setembro. A entidade gestora deve velar pela observância dos requisitos de qualidade de água que é abastecida para ao público através de inspecções sanitárias, diagnósticos laboratoriais, monitorização de riscos. A água abastecida deve estar em conformidade com as normas legalmente estabelecidas pelo diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique.

Palavra-chave: Qualidade de água, Parâmetros físicos-químicos, Parâmetros biológicos e Directrizes de potabilidade.

ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate the quality of household water and the integrity of the water distribution network in Mandlakaze village located in the district of the same name in Gaza Province. The water quality evaluation was done through the collection of water samples, where they were randomly collected and 12 samples were collected. Sampling was carried out in all districts to allow inference on water quality variability in Mandlakaze village, and physical-chemical parameters (Temperature, Turbidity, Nitrite, Nitrate, pH., Hardness, Ammonium, Chlorides , electrical conductivity, color, taste, smell) and biological (fecal coliform, total coliforms and *E. coli*) that are indicators of fecal contamination. The analysis of the water quality results was made in light of Ministerial Diploma no180 / 2004 of Mozambique and WHO 4th edition July 2011. From the present study maps and water quality profiles of the districts of Mandlakaze village were produced, thus facilitating implementation of water quality correction measures in the distribution network. According to the water samples analyzed in the provincial laboratory of Gaza waters, it is concluded that the water supplied in the village of Mandlakaze corresponds to the requirements of drinking water according to Ministerial Decree No. 180/2004 of Mozambique of 15 September. The management body shall ensure compliance with the water quality requirements which are supplied to the public through health inspections, laboratory diagnostics and risk monitoring. The water supplied must comply with the standards legally established by Ministerial Decree No 180/2004 of Mozambique.

Key words: Water quality, Physical-chemical parameters, Biological parameters and Drinkability guideline.

1. INTRODUÇÃO

A água só é considerada potável quando ela se encontra dentro dos limites estabelecidos pela vigilância sanitária, onde caso eles estejam fora, esta é considerada poluída, pois se torna um possível meio de propagação de doenças fecal-oral. Para garantirmos que a qualidade da água que é ingerida pelas pessoas é de boa qualidade, são realizados testes já pré-estabelecidos. Esses exames de água são de fundamental importância, principalmente aquela destinada a consumo humano. Ela deve estar isenta de microrganismos ou de substâncias químicas (BASTOS, 2003).

Sistema de abastecimento de água para consumo humano é a instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até aos domicílios, destinada à produção e ao fornecimento colectivo de água potável, por meio de rede de distribuição (BASTOS, 2003)

O abastecimento de água na vila de Mandlakaze é assegurado através de um sistema de abastecimento de água na vila sede. O sistema é composto pelas unidades de captação da água, por uma conduta adutora, por uma estação de tratamento, por reservatórios e pela rede de distribuição. A captação da água é feita num manancial superficial, na lagoa Xihanguana através de duas bombas, havendo doseadores instalados no local para realizarem o pré-tratamento da água, fazendo-se a aplicação do cloro, do sódio e do sulfato de alumínio (MAE, 2005).

Em Moçambique o monitoramento de qualidade de água abastecida a população tem vindo a conhecer melhorias em concordância com as importantes mudanças e reformas no sector de águas nos últimos anos devido ao apoio do governo e outras instituições de sector de águas. (CARRILHO, 2014).

A detecção e quantificação de todos os microrganismos patogénicos potencialmente presentes na água é difícil devido ao tempo, os custos são elevados e nem sempre se obtêm resultados positivos ou que confirmem a presença dos microrganismos (BASTOS, 2001).

O objectivo deste trabalho é avaliar a qualidade de água abastecida na vila de Mandlakaze, a luz das directrizes da potabilidade de água do diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique e da OMS 2011 4ª edição Julho que se refere aos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Esses instrumentos poderão nos ajudar a entender se água consumida na vila de Mandlakaze é potável,

analisando se os parâmetros físicos, químicos e biológicos estão dentro das normas recomendadas pelo diploma ministerial nº 180/2004 de Moçambique que é o regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano. Poderá se fazer a comparação do diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique com a portaria da OMS 4ª edição Julho de 2011, para procurar-se entender se a água considerada potável em Moçambique é também considerada potável pela OMS.

1.1. Objectivos

1.1.1. Geral

- Avaliar a qualidade de água domiciliar e a integridade da rede de distribuição da água da vila de Mandlakaze.

1.1.2. Específicos

- Determinar os parâmetros físicos, químicos, e biológicos da água abastecida na vila de Mandlakaze;
- Determinar a integridade da rede de distribuição da água na vila de Mandlakaze;
- Comparar a qualidade da água obtida na vila de Mandlakaze a luz dos padrões de potabilidade do diploma ministerial nº 180/2004 e directrizes da OMS 4ª edição Julho de 2011

1.2. Problema de estudo e justificação

Na vila de Mandlakaze são frequentes os cortes no abastecimento de água devido a vários factores tais como interrupção de energia eléctrica, fugas na conduta, manutenção da rede de distribuição e ruptura das Tubagens de algumas adutoras e os mesmos podem reduzir a pressão na conduta e permitir com que a água que estiver ao redor da conduta entre pela fissura e que conseqüentemente podem poluir ou degradar este recurso, produzido uma contínua e sistemática deterioração da qualidade da água.

O contacto da água da rede de distribuição com o meio exterior devido a ruptura da tubagem ou desgaste das junções ou por outros factores, podem causar a entrada de patógenos (bactérias, vírus, helmintos e protozoários) no sistema de distribuição de água provocando assim a alteração dos padrões de potabilidade da água abastecida. É importância destacar que a qualidade da água quanto

a sua quantidade e regularidade no abastecimento são factores determinantes para que a população mantenha boas condições de vida e a satisfação das necessidades básicas no seu quotidiano (BASTOS, 2001). Para que isso seja garantido junto ao poder público, é necessária a realização de pesquisas relacionadas à integridade da rede de distribuição de água da vila de Mandlakaze com objectivos de obter informação sobre a qualidade de água oferecida a população.

Segundo TORRES *et al.* (2000), hoje sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, sendo um excelente solvente, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes químicos e biológicos (vírus, bactérias e parasitas) através de contacto directo ou por meio de insectos vectores que necessitam da água em seu ciclo biológico.

1.3. Hipótese de estudo

A água abastecida a população da vila de Mandlakaze atende aos padrões de potabilidade segundo, o do diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique e as directrizes da OMS 4ª edição Julho de 2011.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características físico-químicas

2.1.1. Cor aparente

A cor é responsável pela coloração da água, e está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (BASTOS, 2001).

Segundo (RICHTTER e AZEVEDO NETTO, 2002), a água pura é virtualmente ausente de cor. A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo da quantidade e da natureza do material presente. Normalmente, a cor na água é devida aos ácidos húmicos e tanino, originados de decomposição de vegetais e, assim, não apresenta risco algum para a saúde. Porém, quando de origem industrial, pode ou não apresentar toxicidade (SPERLING, 1996).

Quando a água, além da cor, apresenta uma turbidez adicional que pode ser removida por centrifugação, diz-se que a cor é aparente. Removida a turbidez, o residual que se mede é a cor verdadeira, devido a partículas coloidais carregadas negativamente. Em alguns casos de cor extremamente elevada, a remoção pode ser auxiliada ou realizada integralmente através do processo de oxidação química, utilizando-se permanganato de potássio, cloro, ozônio, ou qualquer outro oxidante poderoso (RICHTTER E AZEVEDO NETO, 2002).

2.1.2. Temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por factores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo de água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura (BASTOS, 2001).

2.1.3. Turbidez

A designação de uma água turva é aplicada às águas que contenham matérias em suspensão, as quais interferem com a passagem da luz através da água. A turbidez pode ser causada por uma enorme variedade de matérias em suspensão, de origem orgânica ou inorgânica, as quais variam desde partículas coloidais até sólidos de certas dimensões. No caso de lagos e albufeiras ou noutras massas de água paradas, a maior parte da turbidez é devida a partículas coloidais. Pelo contrário, em rios em condições de cheia, a maior parte da turbidez é devida a partículas de certa dimensão (BASTOS, 2001).

2.1.4. Condutividade/ Total de sais dissolvidos (TDS)

Estes parâmetros devem-se fundamentalmente ao tipo de solo que a água atravessa, e traduzem a quantidade de materiais que a água dissolveu na passagem pelo mesmo. Encontram-se numa concentração que varia de 50 a 500 ppm. Quanto maiores forem os seus valores, maior será o carácter mineral de uma água, e conseqüentemente o seu gosto. O valor de sólidos totais dissolvidos na água é determinado analiticamente. A remoção deste constituinte na água pode ser feita por desmineralização ou por evaporação (SOUSA, 2011).

2.1.5. pH

Segundo (SOUSA, 2011), É devido a diversos fatores, como a natureza e quantidade dos sais e gases dissolvidos, a formação geológica do solo que atravessa e o tipo de poluição a que está sujeita. O pH é o principal responsável pelas características agressiva ou incrustante que a água apresenta: uma água ácida é normalmente agressiva, atacando as canalizações; uma água alcalina é normalmente incrustante, depositando calcário nas canalizações.

Consoante os valores do pH, as águas classificam-se em:

- ✓ Águas ácidas, cujos valores do pH são menores do que 7;
- ✓ Águas neutras, cujo valor do pH é igual a 7;
- ✓ Águas alcalinas, cujos valores do pH são maiores do que 7.

O pH, para além de controlar a maior parte das reacções químicas na natureza, controla, também, a actividade biológica que é, na maior parte dos casos, apenas possível para valores de pH compreendidos em 6 e 8 (SOUSA, 2011).

2.1.6. Acidez e alcalinidade

A acidez de uma água é principalmente devida à presença de anidrido carbónico (CO_2) dissolvido, o qual pode ser proveniente da atmosfera ou da matéria orgânica (animal ou vegetal) com que a água contacta (BASTOS, 2001).

Sob o ponto de vista de saúde pública, a acidez tem relativamente pouca importância. Refira-se que muitos dos refrigerantes consumidos contêm muito mais anidrido carbónico do que a água potável, sem que esse facto provoque qualquer doença a quem os bebe (SOUSA, 2011).

No entanto, uma água ácida afeta a conservação de sistemas de saneamento básico e o funcionamento biológico de estações de tratamento de águas residuais. Assim, quando são utilizados processos de tratamento biológico há necessidade de manter os valores do pH entre 6 a 9,5. Além disso, uma água ácida ataca, por corrosão, as canalizações e os reservatórios. (SOUSA, 2011).

Define-se alcalinidade de uma água como a sua capacidade de neutralizar ácidos. A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento (FUNASA, 2006).

2.1.7. Dureza

A dureza de uma água é proporcional à concentração de sais de cálcio e magnésio. A dureza total de uma água deve-se a bicarbonatos (HCO_3^-), sulfatos (SO_4^-), cloretos (Cl^-) e nitratos (NO_3^-). O cálcio e o magnésio são vitais para o organismo humano, na sua estrutura óssea e circulação coronária. Por esta razão, águas com baixas quantidades destes elementos quando consumidas permanentemente, colocam problemas para a saúde pública. Pelo contrário, elevados teores, levam à formação de calcário nas canalizações e equipamentos. Os sais presentes na água podem ser removidos por abrandamento, desmineralização ou evaporação (BELLIDO, 2004).

2.1.8. Cloretos

Os cloretos das águas naturais resultam da lixiviação das rochas e dos solos com as quais as águas contactam, e nas zonas costeiras, da intrusão salina. As águas de montanha contêm, em geral, baixos teores de cloretos, enquanto as águas subterrâneas e de rios apresentam concentrações

elevadas. Para além disso, as águas residuais das actividades agrícolas, industriais e domésticas constituem uma outra fonte de cloretos (BASTOS, 2001).

No controlo da qualidade das águas, relativamente aos cloretos, interessa mais saber se este valor se mantém constante do que o seu valor real, desde que este não exceda 600 mg/L, valor considerado, pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como máximo admissível para abastecimento público (BASTOS, 2001).

2.2. Características Biológicas

Os agentes biológicos continuam sendo os factores mais importantes de contaminação da água causando diversas doenças. A contaminação pode ocorrer na fonte, durante a distribuição ou nos reservatórios. No âmbito dos conjuntos populacionais, as causas mais frequentes de contaminação é a carência de hábitos de higiene pessoal e ambiental (GERMANO, 2001). Portanto, a água serve como veículo para transmissão de variados microrganismos de forma direta ou indiretamente, principalmente onde as condições de saneamento básico são precárias (COSTA *et al.*, 2003).

Dado que a identificação dos microrganismos patogénicos é difícil e dispendiosa, é habitual considerar a contagem de bactérias coliformes (coliformes totais, coliformes fecais, *E. Coli* e estreptococos fecais) como um indicador da presença de microrganismos patogénicos e de águas Residuais de origem fecal (COSTA *et al.*, 2003).

2.2.1. Coliformes totais

São um grupo de bactérias que contem bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C em 24-48 horas. Este grupo contém os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (BETTEGA, 2006).

2.2.2. Coliformes fecais ou coliformes termo tolerantes

São bactérias capazes de desenvolver e ou fermentar a lactose com produção de gás a 44°C em 24 horas. A principal espécie dentro desse grupo é a *Escherichia coli*. Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em visto da grande variedade de microrganismos patogénicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (BETTEGA, 2006).

2.2.3. *Escherichia coli*

Os coliformes fecais, mais especificamente *Escherichia. Coli*, fazem parte da microbiota intestinal do homem e outros animais de sangue quente. Estes microrganismos quando detectados em uma amostra de água fornecem evidência direta de contaminação fecal recente, e por sua vez podem indicar a presença de patógenos entéricos (POPE, 2003).

Segundo (CERQUEIRA e HORTA, 1999), *E. coli* representa percentuais em torno de 96 a 99% nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, sendo o principal representante dos coliformes termo tolerantes (fecais) (MASCARENHAS; et al, 2002).

A contagem de *E. coli* tem sido extensivamente utilizadas nos monitoramentos da qualidade das águas, e são considerados indicadores específicos de qualidade de água destinadas a potabilidade e balneabilidade (LEBARON et al., 2005). Sendo que o padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano deve ser de total ausência de *E. coli*, em 100 ml de amostra da água tratada (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

A água potável deve ser isenta de microrganismos patogênicos e de bactérias que indicam contaminação fecal. Tradicionalmente os indicadores de contaminação fecal estão no grupo de bactérias denominadas coliformes, onde a principal representante desse grupo de bactérias é conhecida de *Escherichia coli* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

2.3. Diretrizes para o abastecimento de água

2.3.1. As diretrizes da Organização Mundial de Saúde

A primeira iniciativa de elaboração de diretrizes relativas à potabilidade da água promovida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) foi direccionada ao continente europeu, motivada pela escassez de países que possuíssem padrões de potabilidade da água estabelecidos em seus territórios e de uniformidade de métodos de análise e expressão de resultados. Em 1958, a OMS publicou a primeira edição do *International Standards for Drinking-Water* que fornecia padrões mínimos químicos e bacteriológicos de qualidade, considerados razoáveis para o abastecimento de água para a utilização doméstica, além de uma descrição detalhada dos métodos adequados para a análise (HELLER, 2005).

Em 1993 foi publicada a segunda edição dos *Guidelines for Drinking Water Quality*, em três volumes, apresentando um significativo aumento do número de parâmetros químicos a serem

controlados em relação à primeira edição (OMS, 1995). A segunda edição do GDWQ da OMS apresentava o seguinte agrupamento de parâmetros a serem controlados (OMS, 1995):

- Padrão microbiológico;
- Substâncias químicas que representam risco à saúde humana (inorgânicas, orgânicas, agro-tóxicos, desinfetantes e subprodutos da desinfecção);
- Constituintes radioativos na água potável;
- Substâncias e parâmetros na água potável que podem dar origem a queixa de consumidores.

Anos depois publicou-se a quarta edição do GDWQ não só apresenta requisitos para garantir a segurança da qualidade da água, incluindo procedimentos mínimos e valores guia (VG) específicos, como amplia a concepção sobre a potabilidade da água, avançando para muito além de uma mera divulgação de limites para microrganismos e substâncias tolerados na água de consumo humano (HELLER, 2005).

2.3.2. Decreto nº 180/2004

O regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano foi aprovado a 15 de setembro de 2004 pelo ministério da saúde, visando fixar os parâmetros de qualidade de água destinada ao consumo humano e as modalidades da realização do seu controle, 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. É constituído por parâmetros de qualidade de água aplicáveis obrigatoriamente a água destinada ao consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

O controle da qualidade de água para o consumo humano será efetuado em conformidade com os pressupostos postulados no plano nacional de controle de qualidade, observando, no entanto, o regime, modalidades, frequência, parâmetros e características do controle estabelecidos no presente regulamento.

No âmbito das políticas do Governo visando aumentar o abastecimento de água 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 de doenças associadas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da vila de Mandlakaze

O município de Mandlakaze está situado na sede do distrito do mesmo nome, com uma superfície de 78 km² e uma população estimada em 10243 habitantes. A vila de Mandlakaze está dividida em 6 bairros municipais nomeadamente, 25 de junho, Eduardo Mondlane, Josina Machel, Bairro 25 de setembro, Liberdade e Macave. O distrito de Mandlakaze situa-se na região sul de Moçambique (MAE, 2005).

Descrição do sistema de tratamento e abastecimento

O sistema é composto pelas unidades de captação da água, por uma conduta adutora, por uma estação de tratamento, por reservatórios e pela rede de distribuição. A captação da água é feita num manancial superficial, na lagoa Xihanguana. A conduta adutora possui uma extensão de 9 Km conduz a água da unidade de captação até a estação de tratamento da água. A estação de tratamento é composta por um decantador que é a unidade que recebe a água bruta e é responsável pela deposição dos flocos no fundo pela acção da gravidade para depois serem removidos, e por filtros que são responsáveis pela retirada do restante dos flocos que não foram removidos na etapa de decantação, neles também inicia a remoção de microrganismos patogénicos e após a filtração, segue-se a etapa de desinfecção onde encontra-se instalado um doseador na conduta que conduz a água até aos reservatórios que armazenem a água tratada, e é responsável pela aplicação do cloro para desinfecção, onde são eliminados alguns microrganismos patogénicos que podem ainda estar presentes na água e possui um reservatório elevado (MAE, 2005).

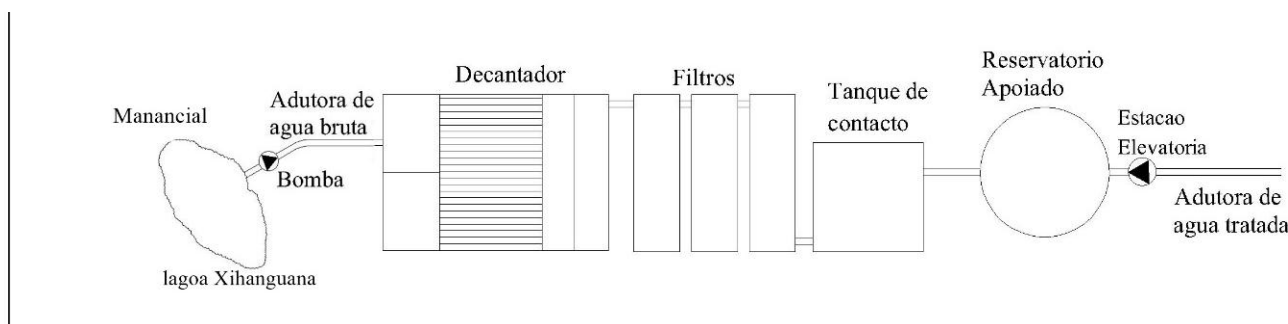


Figura 1: Esquema do sistema de tratamento e abastecimento de água da vila de Mandlakaze

Rede de distribuição

O sistema possui uma rede de distribuição na vila que tem 970 ligações domiciliárias e 12 fontenárias com uma extensão de 60 km. O sistema de tratamento e abastecimento possui no total 69 km de extensão. A rede não apresenta uma topografia uniforme porque apresenta pequenas elevações em alguns bairros embora a vila Mandjakaze apresenta na sua maioria planícies baixas de natureza sedimentar fúlvio-marinha, com solos arenosos amarelados, brancos muito profundos (MAE, 2005).

3.2. Determinação da qualidade da água abastecida na vila de Mandlakaze

A amostragem foi feita em todos bairros da vila de modo a permitir fazer inferência sobre a variabilidade da qualidade de água na vila de Mandlakaze. As amostras foram colectadas em duas fases nas casas de cada bairro e que foram seleccionadas de forma aleatória acompanhado pelos técnicos da entidade gestora do sistema de tratamento e abastecimento.

Foi anotado na ficha de colecta o endereço completo do local e foram anotadas as coordenadas (latitude e longitude), e calçaram-se as luvas para evitar a contaminação externa, e foi feita a desinfecção das torneiras. Foram colectadas 12 amostras, sendo duas em cada bairro da vila, tendo sido tomadas aleatoriamente em lugares seleccionados ao acaso no sistema de abastecimento segundo o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique. As amostras foram armazenadas em garrafas, conservadas no colme e introduziu-se o gelo para controlar a temperatura das amostras e foram levadas dentro do período recomendado.



Figura 2: *Garrafas com amostras*

Para esta pesquisa foram analisados os seguintes parâmetros:

Biológicos:

- Como indicadores de contaminação fecal foram analisados os seguintes parâmetros: Coliformes fecais, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os indicadores de contaminação fecal foram analisados no laboratório de águas da província de Gaza, porque a entidade que faz a gestão do sistema de tratamento e abastecimento de água não possui equipamentos para fazer a análise desses indicadores.

Procedimentos da análise dos indicadores biológicos Coliformes fecais, coliformes totais e *Escherichia coli*:

- Marcar a placa com o número que vem na amostra e sua temperatura de incubação;
- Colocar almofada na placa depois colocar 2ml do meio de cultura (**mlsb**);
- Homogeneizar bem amostra fazer diluições se necessário;



Figura 3: Placa e almofada

- Filtra-se a amostra (membrana 0,45µm/47µm);
- Coloca-se a membrana no meio de cultura (**mlsb**) em placa;
- Incubação a (44°C para **C.fecais** e 37°C para **C.totais**) por 24h;



Figura 4: Sistema de filtração e incubadora

- Após a incubação conta-se as colónias típicas e atípicas. Seleccionar:
 - ✓ Colónias amarelas com halo
 - ✓ Colónias amarelas sem halo
 - ✓ Colónias laranja



Figura 5: Biobase (conta colônias)

Físico-químico:

Cor, turbidez, pH, sabor, cheiro, condutividade eléctrica, nitrato, nitrito, cloreto, amónio e dureza total.

Os indicadores físico-químicos foram analisados no laboratório provincial de águas da província de Gaza através do uso dos equipamentos adequados.

Item	Parâmetros	Equipamento usado	Local
1	Cor	Colorímetro	Laboratório de águas
2	Turvação	turbidímetro	Laboratório de águas
3	pH	pH metro	Laboratório de águas
4	Condutividade eléctrica	Condutímetro	Laboratório de águas
5	Nitrato	Espectrómetro	Laboratório de águas
6	Nitrito	Espectrómetro	Laboratório de águas
7	Cloreto	Titolemetria	Laboratório de águas
8	Amónio	Espectrómetro	Laboratório de águas
9	Dureza total	Titolemetria	Laboratório de águas
10	Coliformes fecais	Filtros, membrana, incubadora, conta colónias	Laboratório de águas
11	Coliformes totais	Filtros, membrana, incubadora, conta colónias	Laboratório de águas
12	<i>Escherichia coli</i>	Filtros, membrana, incubadora, conta colónias	Laboratório de águas

Tabela 2: Equipamentos usados no estudo

3.3. Verificação da integridade da rede de distribuição

A Verificação da integridade da rede de distribuição foi feita a luz do diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique. Procurou-se saber se há boas práticas em todo o processo de produção e fornecimento de água para consumo, englobando a protecção das fontes, a operação adequada da estação de tratamento, a manutenção periódica das adutoras, dos reservatórios e da rede de distribuição, o controle de qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento da água.

3.4. Análise e comparação dos resultados da qualidade de água;

A análise dos resultados da qualidade de água foi feita a luz do diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique e da Portaria OMS 4ª edição Julho de 2011.

Em Moçambique água potável é água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido pelo decreto 180/2004 e que não ofereça riscos à saúde. Tendo em conta que o decreto de Moçambique

deriva da portaria OMS mas foi adoptado baseando na realidade de cada local; logo se baseando nas definições a água potável de Moçambique pode não ser considerada água potável pela OMS.

Todas as portarias têm os coliformes microbiológicos como sendo os mais importantes, sendo que toda água destinada ao consumo humano fornecida pela rede de distribuição deve ser submetida a controle inicial e periódico e devendo essa respeitar a análise biológica sendo isenta dos coliformes fecais, coliformes totais e *Escherichia coli*.

3.4.1. Análise estatística

A comparação da qualidade de água entre os bairros foi feita através de uma análise exploratória usando o “Minitab versão 16”, para verificar a variabilidade dos dados.

Foram observados os seguintes requisitos: testes de Shapiro Walk para normalidade dos dados, Bartlett’s Test e Levene’s Test para o teste de homogeneidade das variâncias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de qualidade água na rede de distribuição, para melhor observação de suas variações serão abaixo apresentados em forma de gráficos e tabelas e comparados com o VMP estabelecido pelas legislações: Diploma n° 180/2004 Ministério da Saúde de Moçambique e Portaria da OMS 4ª edição Julho de 2011.

4.1. Análise microbiológica

As análises de qualidade de água, como nota-se na tabela 3, demonstram que todas amostras analisadas não acusaram a contaminação da água por bactérias coliformes, estando deste modo, em conformidade com os padrões de potabilidade do Diploma 180 (MISAU, 2004) e da Portaria OMS 4ª edição Julho de 2011, pois de acordo com ambos, a água adequada ao consumo humano deve estar livre de coliformes totais em 100mL de amostra. Esses resultados significam que a nível biológico, a água não apresenta riscos a saúde dos consumidores.

Tabela 3: Parâmetros biológicos Coliformes totais M.C, B.V.B, M.F (37°C, 44°C). 24 e 48 horas, NMP/100 ml

Resultados			
Locais	C.T	C.F	E.C
Macavi	0	0	0
Liberdade	0	0	0
25 de Junho	0	0	0
25 de Setembro	0	0	0
Eduardo Mondlane	0	0	0
Josina Machel	0	0	0

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro são similares quando estudava a qualidade da água utilizada para consumo humano ofertada pela rede de distribuição do sistema de abastecimento da FIPAG-Maxixe onde os valores de turbidez obtidos nas análises da água colectada na rede de distribuição aos obtidos por (HOLANDE, 2018) onde as análises de qualidade de água demonstraram que todas amostras analisadas não acusaram a contaminação da água por bactérias coliformes, estando deste modo, em conformidade com os padrões de potabilidade do Diploma 180 (MISAU, 2004) pois de acordo com o diploma a água adequada ao consumo humano deve

estar livre de coliformes totais em 100mL de amostra. Esses resultados significam que a nível biológico, durante o período de estudo a água não apresentou riscos a saúde dos consumidores.

4.2. Físico-químico

4.2.1. Turbidez

Os valores de turbidez obtidos nas análises da água colectada na rede de distribuição nas duas fases, conforme a figura 6, apresentaram-se no intervalo de 2,42 UNT que é o valor mínimo encontrado no bairro Macavi a 3,94 UNT que é valor máximo encontrado no bairro 25 de Junho. Esses valores mostram que resultados das amostras encontravam-se dentro dos padrões de potabilidade sendo o limite máximo 5 UNT segundo diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique, e da OMS 4ª edição Julho de 2011.

Através da análise estatística (ANOVA) observou-se que não houve diferenças significativas entre os valores da turbidez entre os bairros, uma vez que o valor de $p > 0,05$ tendo sido encontrado o valor de $p = 0.147$.

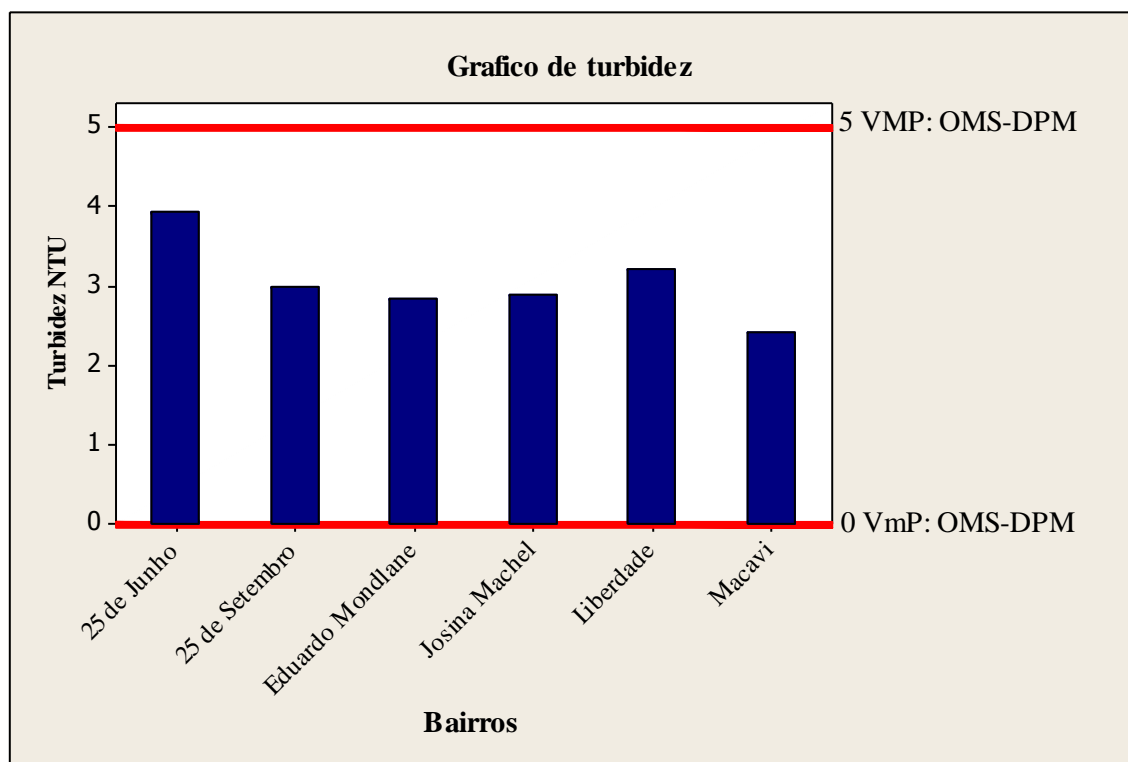


Figura 6: Gráfico de turbidez

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro diferem-se aos obtidos por (PRESTRELO, 2017) a turbidez não apresenta grandes variações ao longo dos pontos colectados, sendo que registou um valor máximo correspondente a 10UT no mês de Fevereiro no primeiro ponto, este resultado está fora dos padrões estabelecidos pelo diploma n^o 180/2004 de 15 de Setembro o resto dos resultados foram menores que 5UT.

4.2.2. Cor aparente

Os resultados das análises da cor aparente da água colectada na rede de distribuição nas duas fases, representados na figura 9 variam entre 3,75 UH que é o valor mínimo encontrado no bairro Macavi e 7.8 UH que é o valor máximo encontrado no bairro Eduardo Mondlane. Sendo que todos os valores obtidos para este parâmetro apresentaram-se dentro do aceitável pelo diploma Ministerial n^o 180/2004 de Moçambique e da OMS 4^a edição Julho de 2011 o valor máximo permitido de cor aparente para água destinada ao consumo humano 15 UH.

Baseando-se na análise estatística, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os valores da cor aparente entre os bairros, uma vez que o valor de $p= 0.182$ que é maior que 0,05.

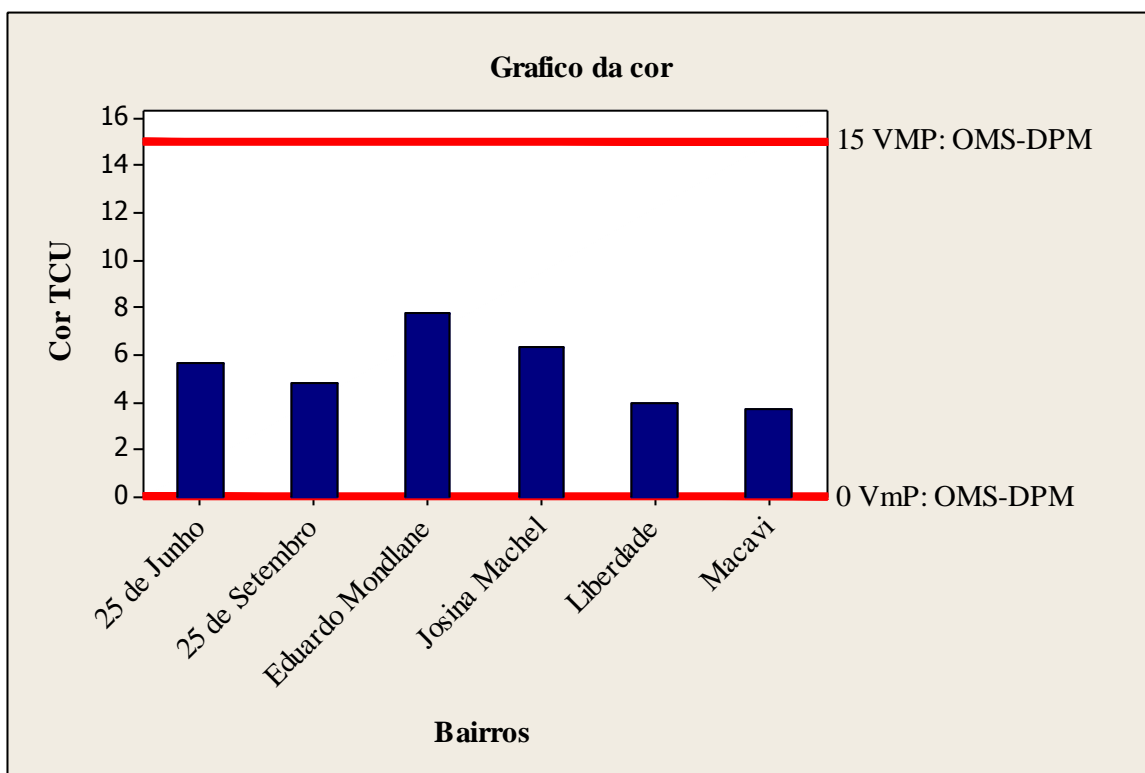


Figura 7: Gráfico da cor

Os resultados alcançados no estudo deste parâmetro condizem com os obtidos por (HOLANDE, 2018) quando estudava a qualidade da água utilizada para consumo humano ofertada pela rede de distribuição do sistema de abastecimento da FIPAG-Maxixe onde os valores da cor obtidos nas análises da água colectada na rede de distribuição onde os resultados das análises da cor aparente, variavam entre 0 e 12 UH, onde destacou-se a amostra do bairro de Nhamaxaxa que registou cerca de 12 UH na segunda fase da colecta, valor próximo ao VMP. Sendo que todos os valores obtidos para este parâmetro apresentaram-se dentro do aceitável pela legislação vigente, pois segundo o Diploma 180 (MISAU, 2004) o valor máximo permitido de cor aparente para água destinada ao consumo humano é de 15 UH.

4.2.3. Condutividade Eléctrica

A figura 10 demonstra que valores obtidos nas análises da água colectada na rede de distribuição nas duas fases da Condutividade Eléctrica da água, apresentaram-se variam entre 229,45 us/cm que é o valor mínimo encontrado no bairro 25 de Junho a 334,25 us/cm que é o valor encontrado no bairro Eduardo Mondlane. Esses valores mostram que todas as amostras analisadas encontravam-se de acordo diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique e da OMS 4ª edição Julho de 2011, sendo os valores aceitáveis na água para consumo humano variam entre 50 e 2000 CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Baseando-se na análise estatística, pode-se observar que houve diferença significativa entre os valores da Condutividade eléctrica da água entre os bairros, uma vez que o valor de $p= 0.001$ é menor que 0,05.

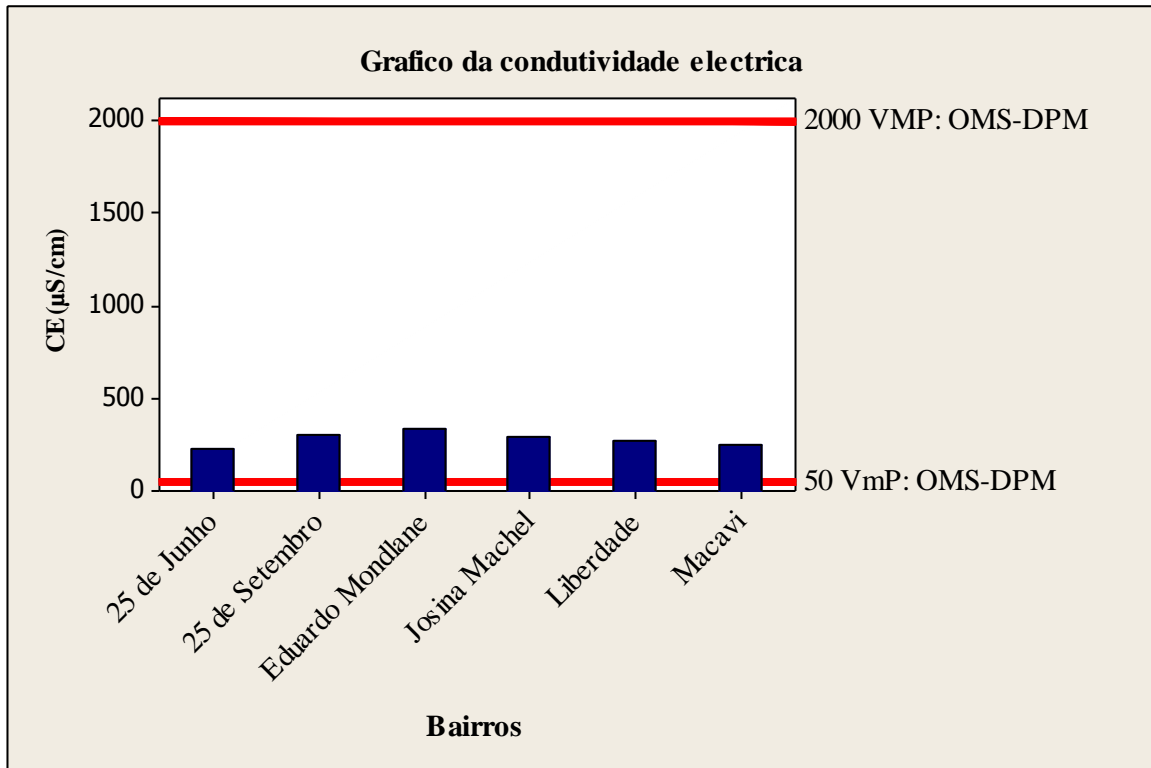


Figura 8: Gráfico da condutividade eléctrica

Estudo de (BORTOLI, 2016) sobre a qualidade da água utilizada para consumo humano na região do vale do Taquari/RS obteve para o parâmetro condutividade eléctrica resultados similares, onde todas amostras analisadas estavam dentro dos limites estabelecidos, havendo variação de 25,279 uS/cm a 1761,670 uS/cm. Este autor afirmou que quanto mais iões presentes, maior será a condutividade, pois os iões presentes na água transformam-na num electrólito capaz de conduzir a corrente eléctrica.

A condutividade eléctrica (CE) da água é a capacidade que ela tem de transmitir corrente eléctrica, sendo dependente do seu teor de sais dissolvidos crescendo proporcionalmente à medida que a concentração de sais aumenta.

4.2.4. Dureza

Os resultados com relação a dureza total, como o patente na figura 11, mostram valores que variam entre 18 ml/L que é o valor mínimo encontrado no bairro Macavi e 27,5 ml/L que é valor máximo encontrado no bairro liberdade. Pelo diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique e da OMS

4ª edição Julho de 2011, que indicam 500 mg/L como valor máximo de Dureza total para água utilizada para consumo humano.

A análise estatística dos resultados da Dureza total nas duas fases com valor $p=0.094$, maior que 0.05 indica que não houve diferenças significativas entre ambos.

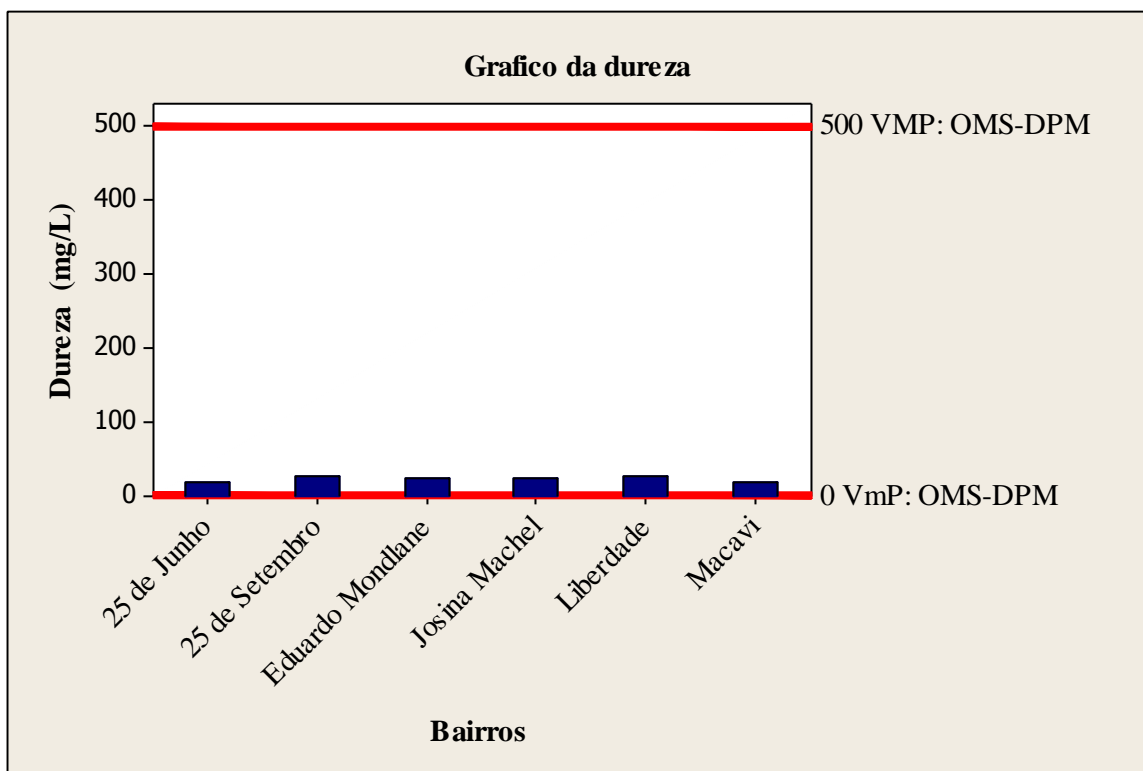


Figura 9: Gráfico da dureza

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro são similares aos obtidos por (HOLANDE, 2008) quando estudava a qualidade da água utilizada para consumo humano ofertada pela rede de distribuição do sistema de abastecimento da FIPAG-Maxixe onde os resultados com relação a dureza total, mostram valores que variam entre 8 e 168 mg/L, sendo que para tal destacaram-se a amostra do bairro Macupula na primeira fase que registou o menor valor (8) e a amostra do bairro Chambone 2 na segunda fase que registou o maior valor de (168) mg/L. Todas amostras analisadas para esse parâmetro encontram-se de acordo com a Portaria do (MISAU, 2004) que indicam 500 mg/L como valor máximo de Dureza total para água utilizada para consumo humano.

4.2.5. Cloretos

Os resultados dos cloretos, como mostra a figura 12 demonstraram que as amostras colectadas variam entre 85,39 mg/L encontrado no bairro 25 de Setembro e 118,9 mg/L valor máximo

encontrado no bairro Josina Machel. O diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique, as portarias e da OMS 4ª edição Julho de 2011, indica que os valores de cloro na água para o consumo humano o limite deve ser de 250 mg/L.

A análise estatística dos resultados dos cloretos nas duas fases com valor $p=0.005$, menor que 0.05 indica que houve diferenças significativas entre ambos.

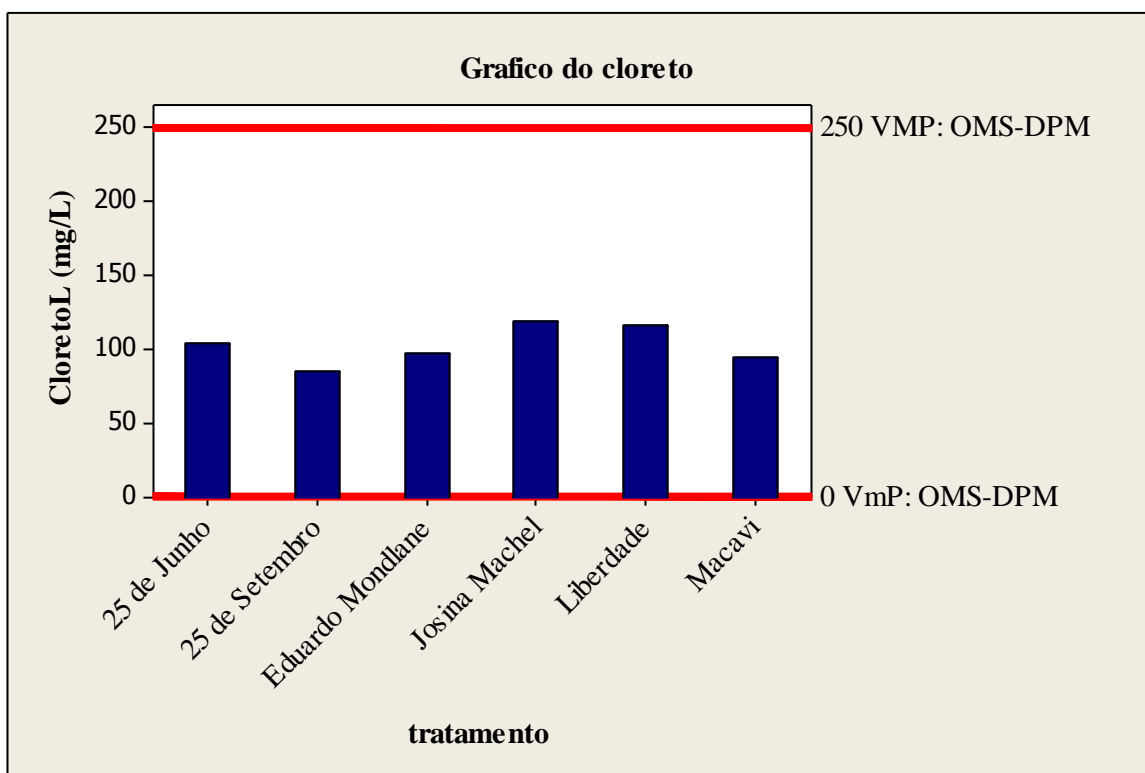


Figura 10: Gráfico do cloreto

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro é similar aos obtidos por (CASALI, 2008) quando estudava a qualidade da água utilizada para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do rio grande do sul onde o nível de cloreto das águas variou de 0,2 a 16,2 mg/L, sendo encontrado os maiores valores sempre em águas subterrâneas. Pelo facto do cloreto ser muito móvel, dificilmente ele será encontrado em grandes concentrações em águas colectadas superficialmente devido a sua diluição. Já as águas subterrâneas conseguem manter um maior nível de cloreto devido ao impedimento físico que as camadas de rocha e de solo apresentam, limitando a sua perda para outros meios. Nenhum dos pontos monitorados a concentração de cloreto das águas superou o limite de 250 mg/L estabelecido pela portaria do Brasil.

4.2.6. Potencial de Hidrogénio

Das amostras de água analisadas para o parâmetro pH apresentaram, como mostra a figura 13, resultados que variaram entre 6,25 valor mínimo encontrado no bairro 25 de Junho e 7,85 valor máximo encontrado no bairro 25 de Setembro.

Todas amostras analisadas encontraram-se em conformidade com o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique (6,5-8,5) e da OMS 2012 indica que os valores de pH na água para o consumo humano o limite deve ser de 6-9,5, excepto o bairro 25 de Junho que esta abaixo do parâmetro recomendado pelo diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique mais esta em conformidade com da OMS 4ª edição Julho de 2011. A análise estatística dos resultados do Potencial de Hidrogénio nas duas fases com valor $p=0.025$, menor que 0.05 indica que houve diferenças significativas entre ambos.

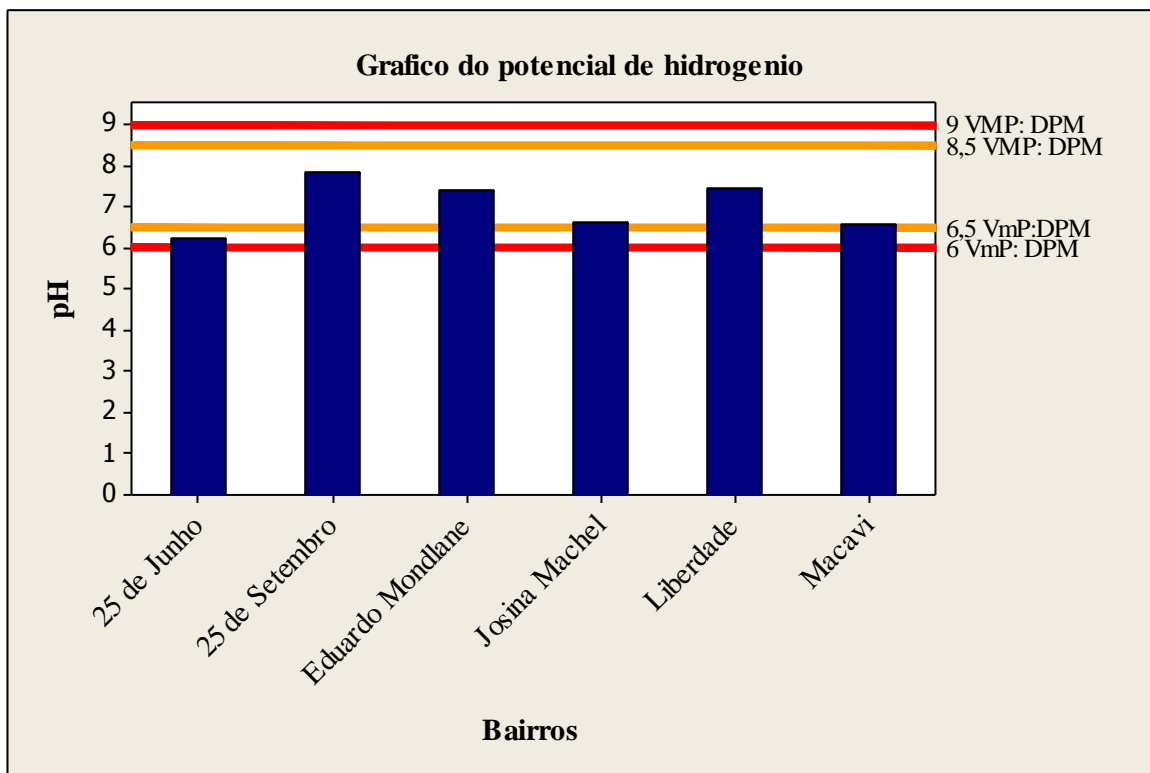


Figura 11: Gráfico do potencial de hidrogênio

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro diferem-se aos obtidos por (PRESTRELO, 2017) no que tange a qualidade de água dos três pontos, notou-se que o pH em ambos corresponde aos padrões de potabilidade exigidos pelo diploma ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro. O

diploma ministerial diz que o pH deve estar dentro do intervalo entre 6.5 – 8.5, O pH não apresentam grandes variações ao longo desses pontos.

4.2.7. Nitrato

Das amostras de água analisadas para o parâmetro do nitrato apresentaram, como mostra a figura 14, resultados que variam entre 0.555 mg/L valor mínimo encontrado no bairro Macavi e 2,035 mg/L valor máximo encontrado no bairro Eduardo Mondlane. Todas amostras analisadas encontraram-se em conformidade com o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique, as portarias e da OMS 4ª edição Julho de 2011, indica que os valores de cloro na água para o consumo humano o limite deve ser de 3 mg/L.

A análise estatística dos resultados do nitrato nas duas fases com valor $p=0.437$, maior que 0.05 indica que não houve diferenças significativas entre ambos.

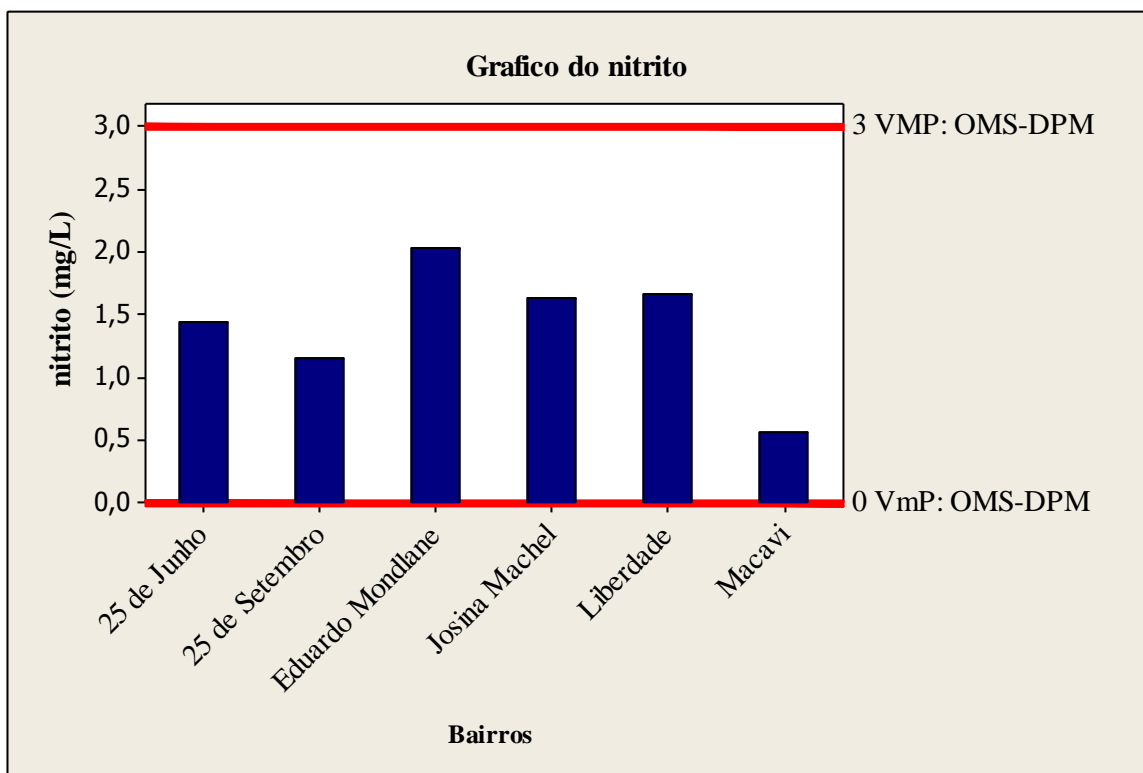


Figura 12: Gráfico do nitrato

A alta concentração do nitrato pode ser nociva à saúde humana, em especial para crianças e mulheres grávidas, podendo causar intoxicações agudas e muitas vezes fatais em geral devido a sua presença na água para beber contaminada com esgotos ou em alimentos.

A concentração de nitrito das águas consumida também é considerado problema de saúde pública, pois não precisa passar por transformações para ser tóxico ao homem, sendo mais problemático que o nitrato devido ao seu teor limite de ingestão ser ainda menor (ARBUCKLE ,1988).

4.2.8. Nitrato

Das amostras de água analisadas para o parâmetro do nitrato apresentaram, como mostra a figura 15, resultados que variam entre 1.45 mg/L valor mínimo encontrado no bairro Macavi e 5,55 mg/L valor máximo encontrado no bairro 25 de Setembro. Todas amostras analisadas encontraram-se em conformidade com o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique, e da OMS 4ª edição Julho de 2011 indica que os valores do nitrato na água para o consumo humano o limite deve ser de 50 mg/L.

A análise estatística dos resultados do nitrato nas duas fases com valor $p=0.138$, maior que 0.05 indica que não houve diferenças significativas entre ambos.

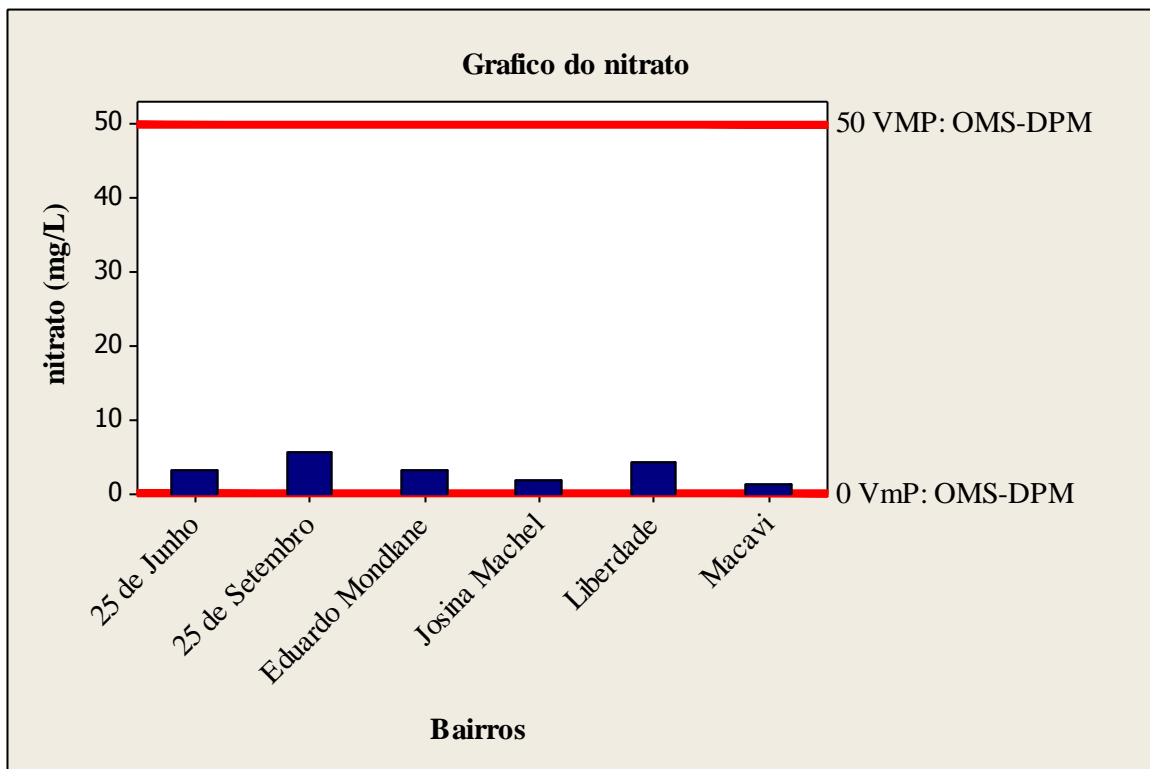


Figura 13: Gráfico do nitrato

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro diferem-se aos obtidos por (CASALI, 2008) quando estudava a Qualidade da água utilizada para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do rio grande do sul onde nas escolas e comunidades rurais onde as águas consumidas foram monitoradas, a concentração de N-NO₃- das águas variou de < 0,1 a 15,8 mg/L. Nos sistemas periféricos de captação observou-se grande variabilidade entre as colectas, em virtude de a água ser mais susceptível à entrada de poluentes oriundos do uso do solo nas proximidades.

O consumo de águas com concentração de nitrato acima de 10 mg L⁻¹ aumentam as chances do desenvolvimento de doenças como metemoglobinemia (WINTON, 1971; TYSON *et al.*, 1992), principalmente em crianças (Lee, 1970), e também ao câncer e nascimento de bebês com deficiências motoras e/ou mentais (Arbuckle *et al.* 1988).

4.2.9. Amónio

Das amostras de água analisadas para o parâmetro do amónio apresentaram, como mostra a figura 16, resultados que variam entre 0,435 mg/L valor mínimo encontrado no bairro Josina Machel e 1,27 mg/L valor máximo encontrado no bairro 25 de Junho. Todas amostras analisadas encontraram-se em conformidade com o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique e da OMS 4ª edição Julho de 2011, indica que os valores do amónio na água para o consumo humano o limite deve ser de 1,5 mg/L.

A análise estatística dos resultados do amónio nas duas fases com valor p=0.000, maior que 0.05 indica que não houve diferenças significativas entre ambos.

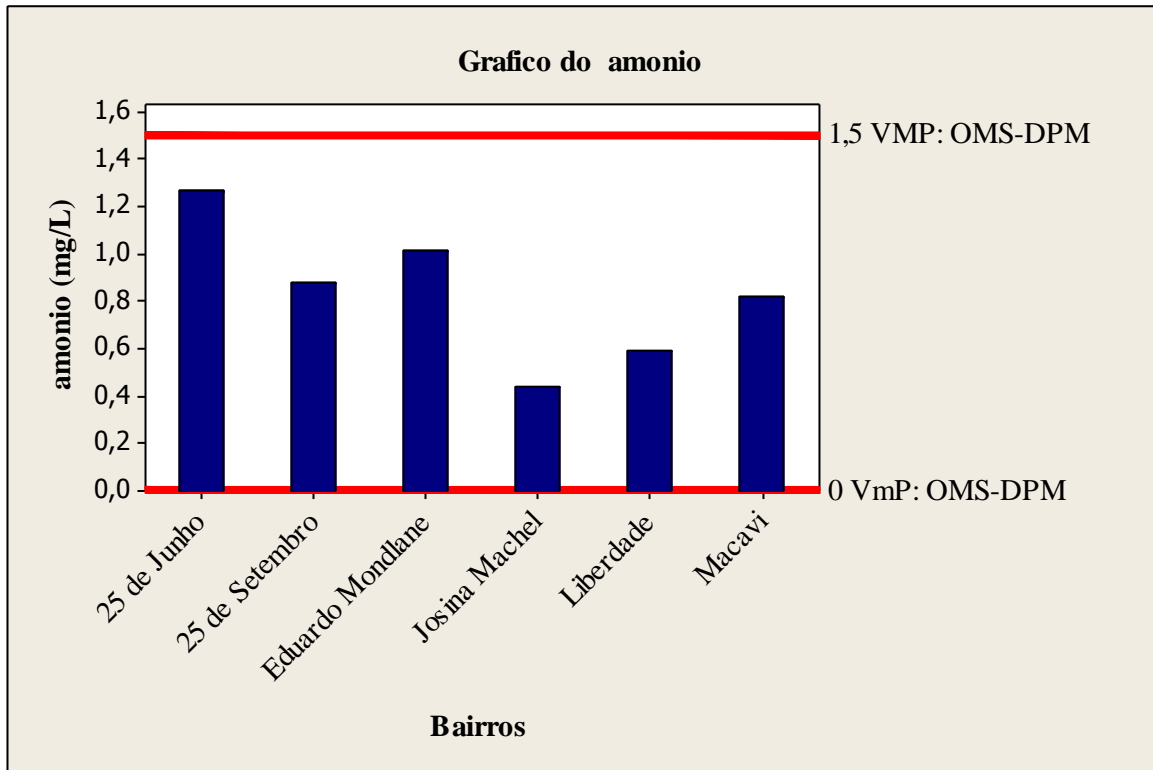


Figura 14: Gráfico do amônio

Os valores obtidos no estudo deste parâmetro diferem-se aos obtidos por (BORJA, 2017) sobre Qualidade físico-química da água para abastecimento humano em municípios do sertão da Bahia onde todas amostras colectadas águas apresentaram ausência deste parâmetro, em 80% das águas.

5. Conclusão

No estudo realizado foram analisados os parâmetros biológicos como indicadores de contaminação fecal onde determinou-se os coliformes fecais, coliformes totais e *Escherichia coli* e conclui-se a ausência de coliformes e foram analisados também os parâmetros físico-químico e conclui-se que encontram-se dentro dos requisitos do diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique.

A Verificação da integridade da rede de distribuição foi feita a luz do diploma Ministerial nº 180/2004 e conclui-se que há boas práticas em todo o processo de produção e fornecimento de água para consumo, englobando a protecção das fontes, havendo a operação adequada da estação captação de tratamento, a manutenção periódica das adutoras, dos reservatórios e da rede de distribuição, e controle da qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento da água.

Essa água considerada potável em Moçambique pelo diploma ministerial nº 180/2004 é também considerada potável pelas directrizes da OMS 2011 porque atende aos padrões de potabilidade desses regulamentos.

Segundo as amostras de água analisadas no laboratório provincial de águas de Gaza conclui-se que a água abastecida na vila de Mandlakaze corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique de 15 de Setembro.

6. Recomendações

- É necessário que seja instalado um laboratório para análise de parâmetros básicos para que sejam feitas análises constantes sobre a qualidade de água na vila de Mandlakaze porque sabe-se que as bactérias do grupo coliforme são indicadores frequentemente encontrados em pesquisas relacionadas à qualidade da água para consumo humano e facto desse grupo não ter sido detectado nas amostras de água analisadas no presente estudo não significa que não haja falhas e pontos críticos na rede de abastecimento público bem como no armazenamento da água em reservatórios, apenas retrata uma realidade amostral num dado momento.
- A entidade gestora deve velar pela observância dos requisitos de qualidade de água que é abastecida para ao público através de inspecções sanitárias, diagnósticos laboratoriais, monitorização de riscos. A água abastecida deve estar em conformidade com as normas legalmente estabelecidas pelo diploma Ministerial nº 180/2004 de Moçambique.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2001). Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, 20p. BRASIL (1999).
- BASTOS, Rafael Kopschitz Xavier. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano – evolução da legislação brasileira. In: CONGRESSO REGIONAL DE ENGENHARIA
- BASTOS, R.K.X., BEVILACQUA, P.D., FORMAGGIA, D.M.E., COSTA, S.S., HELLER, L., BRANDÃO, C.S.C., GARCIA, R.M. Manual de procedimentos em vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde [s.d.] (no prelo). BASTOS, R.K.X., BEVILACQUA, P.D., NASCIMENTO, L.E., CARVALHO, G.R.M., SILVA, C.V. Coliformes como indicadores da qualidade da água. Alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000 (CD-ROM).
- BASTOS, R.K.X., HELLER, L., BEVILACQUA, P.D., PÁDUA, V. L., BRANDÃO, C.C. Legislação sobre controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. A experiência brasileira comparada à panamericana. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA BASTOS, R. K. X., HELLER, L.; VIEIRA, M.B.C.M., BRITO, L.L. A, BEVILACQUA, P. D., NASCIMENTO, L. E. *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts dynamics in Southeast Brazil. Occurrence in surface water and removal in water treatment processes. *Water Science and Technology*. Vol. 14, n. 2. p. 15 -22. 2004b.
- BASTOS, R.K.X., HELLER, L., FORMAGGIA, D.M.E., AMORIM, L. C; SANCHEZ, P S.; BEVILACQUA, P.D., COSTA, S.S., CÂNCIO J. A. Revisão da Portaria 36 GM/90. Premissas e princípios norteadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001. (CD-ROM).
- BASTOS, R.K.X.; HELLER, L.; FORMAGGIA, D.M.E. Comentários sobre a Portaria MS no 518/2004. Subsídios para implementação. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 92 p.
- BELLIDO, Eugenio. Vigilância y control de la calidad del agua en el Peru. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NOVAS TENDÊNCIAS NO TRATAMENTO E NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 1, 2004, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: DESA, 2004. 50 slides.(CD-ROM)
- CARRILHO (2011). Abastecimento de água nº 274, de 29 de novembro de 2011
- COSTA NETO, P. L. O. Estatística. 1. ed. 18ª reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2000
- Costa ,Coelho, S., Loureiro, D., Alegre, evolução da legislação brasileira. In: CONGRESSO REGIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2003.
- EDUARDO RIBEIRO DE SOUSA, Noções sobre qualidade da água, Lisboa, Setembro de 2001.

- GERMANO Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano – evolução da legislação brasileira. In: CONGRESSO REGIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL DA 4ª REGIÃO DA AIDIS
- GERMANO 2001 indicadores da qualidade da água. Alcance e limitações. In: CONGRESSO interamericano de engenharia sanitária e ambiental, 27, 2000.
- HELLER Coliformes como indicadores da qualidade da água. Alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000.
- OMS, Water Safety Plans – Managing drinking-water quality from catchment to consumer; World Health Organization; Genebra. 244p; 2012.
- HOLANDE, Avaliação Da Qualidade De Água Na Rede De Distribuição Do sistema De Abastecimento Da Fipag-Maxixe, Instituto Superior Politécnico De Gaza, Lione, Setembro de 2018.
- PRESTRELO, Avaliação do índice da qualidade de água e dimensionamento de uma estação de tratamento de água para fins de abastecimento do consumo humano no rio Mutamba na província de Inhambane, Agosto de 2017.

- MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL, Perfis distritais, Moçambique 2005.
- NEUFELD, J. L. Estatística Aplicada à Administração usando EXCEL. 1. ed. 5ª reimpressão. São Paulo: Pearson, 2009
- Diploma Ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro; *Bolentim da República nº 37 - I Série*; Ministério da Saúde; Maputo
- POPE, Blanco, A, Gutierrez, D, Jimenez de Blas Manual de procedimentos em vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde [s.d.] (no prelo), 2006.
- SANITARIA Y AMBIENTAL - AIDIS, 29, 2004, San Juan, Porto Rico. *Anais...* San Juan: AIDIS, 2004a. (CD-ROM)
- SANITÁRIA E AMBIENTAL DA 4ª REGIÃO DA AIDIS, CONE SUL, 4, 2003, São Paulo. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. (CD-ROM).
- SOUSA Legislação sobre controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. A experiência brasileira comparada à panamericana. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA
- TORRES, Nishihara, Linda e Perrone Porto Alegre. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000

ANEXOS

Tabela 1: Material para a colecta de amostras de água

Material Necessário
GPS
Máquina Fotográfica;
Frasco estéril com solução de tiosulfato de sódio a 1,8% por 100 mL de amostra
Luvas de procedimento;
Caixa térmica ou caixa de isopor com gelo reciclável ou gelo picado
Termômetro 0° a 50°C
Equipamento ou material para determinação de pH
Equipamento ou material para determinação de cloro
Swab estéril;
Álcool a 70°GL ou hipoclorito de sódio a 2%
Caneta própria para escrita em vidro ou plástico com tinta resistente a água ou etiqueta adesiva
Ficha de colecta.

Tabela 4: Parâmetros físicos e organolépticos

Parâmetro	Limite admissível	máximo	Unidades	Risco para a Saúde
Cor	15		TCU	Aparência
Cheiro	Inodor			Sabor
Condutividade	50-2000		µhmo/cm	
PH	6,5,8			Sabor, corrosão, irritação da pele
Sabor	Insípido			
Sólidos Totais	1000		mg/l	Sabor, corrosão
Turvação	5		NTU	Aparência dificulta a desinfecção

Fonte: Fonte: Decreto nº 180/2004

Tabela 5: Parâmetros químicos

Parâmetro	Limite admissível	máximo	Unidades	Risco para a saúde
Cloro Residual	0,2-0,5		mg/l	Sabor e cheiro desagradável
Cloro livre	0,2-0,5		mg/l	Sabor desagradável
NH ₄	1,5		mg/l	Reduz O ₂ no sangue
NO ₃	50		mg/l	Reduz O ₂ no sangue
SO ₄	250		mg/l	Sabor e Corrosão
F	1,5		mg/l	
Mn	0,1		mg/l	Anemia afecta o sistema nervoso
Fe	0,3		mg/l	Necrose e hemorragia
Ca	50		mg/l	Aumenta a dureza da água
Mg	50		mg/l	Sabor desagradável
Dureza	500		mg/l	Deposito e corrosão e espuma
Sólidos dissolvidos	1000		mg/l	Sabor desagradável
Alcanidade	0-300		mg/l	Sabor desagradável

Fonte: Decreto nº 180/2004

Tabela 6: Parâmetros Biológicos

Parâmetro	Limite admissível	máximo	Unidades	Risco a saúde
------------------	------------------------------	---------------	-----------------	----------------------

Coliformes totais	Ausente	NMP/100ml	Nº de	Doenças
		colónias/100 ml		gastrointestinais
Coliformes fecais	Ausente	NMP/100ml	Nº de	Doenças
		colónias/100 ml		gastrointestinais
<i>VibrioCholerae</i>	Ausente	1000 ml		Doenças
				gastrointestinais

Fonte: Decreto nº 180/2004

Resultados das análises laboratoriais

Nitrato

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	1,1	3,2	2,7	7	4,7	2,1
Fase II	1,8	5,2	3,6	4,1	2	1,5
Média	1,45	4,2	3,15	5,55	3,35	1,8

Cloreto

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	90,5	110,97	101,31	81	98,12	120,41
Fase II	99,8	121,2	107,98	89,78	96,23	117,39
Média	95,15	116,085	104,645	85,39	97,175	118,9

Amônio

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	0,75	0,5	1,31	0,97	0,67	0,42
Fase II	0,89	0,69	1,23	0,78	1,35	0,45
Média	0,82	0,595	1,27	0,875	1,01	0,435

Nitrito

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	0,21	2,01	1,27	0,78	2,65	2,1
Fase II	0,9	1,32	1,6	1,51	1,42	1,15
Média	0,555	1,665	1,435	1,145	2,035	1,625

pH

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	6,3	7,1	6,4	8	7,8	6,7

Fase II	6,8	7,8	6,1	7,7	7	6,5
Média	6,55	7,45	6,25	7,85	7,4	6,6

Dureza

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	17	30	21	24	27,8	26
Fase II	19	25	18	28	23	20,5
Média	18	27,5	19,5	26	25,4	23,25

Conductividade electrica

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	251,7	268,9	243,5	305	326,8	278,9
Fase II	253,5	275,8	215,4	295,2	341,7	299,1
Média	252,6	272,35	229,45	300,1	334,25	289

Cor

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	3	5	7,4	4	8,8	6,7
Fase II	4,5	3	4	5,7	6,8	5,9
Média	3,75	4	5,7	4,85	7,8	6,3

Turbidez

Bairros	Macavi	Liberdade	25 de Junho	25 de Setembro	Eduardo Mondlane	Josina Machel
Fase I	2,06	2,68	4,03	3,04	3,26	2,78
Fase II	2,78	3,75	3,85	2,95	2,41	2,99
Média	2,42	3,215	3,94	2,995	2,835	2,885

