

Avaliação das Características Físico-Químicas e Microbiológicas da água do Sistema Público em 2023, na Cidade “X” Norte de Moçambique
Assessment of the Physical, Chemical and Microbiological Characteristics of Public Water Supply in 2023, in City “X” in Northern Mozambique

Autores:

1-Ezequias Zefanias Siteo – ezequias5siteo@gmail.com_Licenciado Em Análises Clínicas e Mestre Em Epidemiologia de Campo e Laboratorial- FELTP- Doutorando em Inovação Educativa. Faculdade de Ciências de Educação e Comunicação-Universidade Católica de Moçambique (FEC-UCM). Av. 25 de Setembro, Número 512, Bairro central, Cidade de Nampula- Moçambique, C.P:681,70100. E-mail: fec@ccm.ac.mz...Telefone :26 215 478.

2- Izaquiel Anselmo- ianselmomaida@gmail.com – Técnico de Laboratório de Análises Clínicas e Licenciado Em Ciências Farmacêuticas (Farmacêutico),FCS-Faculdade de Ciências de Saúde da Unilúrio - Universidade Lúrio...<https://www.unilurio.ac.mz>. ..info@unilurio.ac.mz...Bairro de Marrere, Rua Número 4250, Km 2,3-Nampula. .Telefone:+25826218250// 26 218 250.

Filiação :

1;2 -Hospital Central de Nampula (HCN)-Laboratório Central de Análises Clínicas (LAC) -Sector de Microbiologia-Bacteriologia-hcnampula@gmail.com...Avenida Samora Machel, Número 1061,Telefone : 26 213001, C.P 14.Cidade de Nampula.

Resumo

A qualidade da água que chega à torneira do consumidor pode ser afectada por sofrer variações físico-químicas e microbiológicas nos sistemas de distribuição. É uma preocupação global, uma vez que o consumo da água imprópria tem impacto directo na saúde pública, já que pode transportar agentes etiológicos responsáveis por diversas doenças. Neste contexto foi desenvolvido este trabalho com o objectivo de avaliar a qualidade da água do sistema público, que chega aos consumidores dos bairros “A”, “B” e “C”, na cidade de “X”. Para o efeito foram colhidas quatro amostras de água da torneira em cada um dos três bairros, perfazendo 12

amostras. As amostras foram colhidas no período compreendido entre 8 às 12 horas e foram imediatamente transportadas para o laboratório onde foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas. As análises físico-químicas, nomeadamente, cor, sabor, cheiro, turbidez, pH, condutividade eléctrica, sólidos totais foram realizadas no laboratório do Centro de Estudos Interdisciplinares da Universidade Lúrio, Faculdade de Ciências de Saúde. As análises microbiológicas para pesquisa de *Salmonella typhi*, coliformes fecais, coliformes totais e *Vibrio cholerae* foram realizadas no sector de Microbiologia-Bacteriologia do laboratório central de análises clínicas do Hospital Central de Nampula. Os resultados mostraram que, com a excepção da turbidez, todos os parâmetros físico-químicos (cor, sabor, cheiro, pH, condutividade eléctrica, sólidos totais) estão em conformidade com os requisitos estabelecidos na legislação Moçambicana para a qualidade da água destinada ao consumo humano. Nos parâmetros microbiológicos, as amostras colhidas nos bairros de “A” e “B” apresentaram coliformes fecais e coliformes totais acima do limite indicado na legislação. Por outro lado, não foram encontradas *S. typhi* e *V. cholerae* em todas amostras. Os resultados desta pesquisa permitem concluir que as 12 amostras, são impróprias para o consumo humano segundo o diploma ministerial 180/2004.

Palavras-chave: Análise microbiológica, água torneira, coliformes, coliformes fecais.

ABSTRACT

The quality of the water that reaches the consumer's tap can be affected by undergoing physical-chemical and microbiological variations in the distribution systems. It is a global concern, since the consumption of improper water has a direct impact on public health, as it can transport etiological agents responsible for various diseases. In this context, this work was developed with the objective of evaluating the quality of water in the public system, which reaches consumers in the “A”, “B” and “C” neighborhoods, in the “X” city. For this purpose, four samples of tap water were collected in each of the three districts, totaling 12 samples. The samples were collected in the period between 8 am and 12 noon and were immediately transported to the laboratory where they were analyzed physicochemically and microbiologically. The physical-chemical analyses, namely, color, taste, smell, turbidity, pH, electrical conductivity, total solids were carried out in the laboratory of the Center for Interdisciplinary Studies of University Lúrio, Faculty of Health Sciences

and temperature was provided at the collection site. Microbiological analyzes for *Salmonella typhi*, fecal coliforms, total coliforms and *Vibrio cholerae* were carried out in the Microbiology Bacteriology sector of the central clinical analysis laboratory of the Hospital Central de Nampula. The results showed that, with the exception of turbidity, all physical-chemical parameters (color, taste, smell, pH, electrical conductivity, total solids) are in compliance with the requirements demanded in Mozambican legislation for water quality for the human consumption. In terms of microbiological parameters, the samples collected in the neighborhoods of “A” and “B” showed fecal coliforms and total coliforms above the limit indicated in the legislation. On the other hand, *S. typhi* and *V. cholerea* were not found in all samples. The results of this research allow us to conclude that the 12 Examples are unfit for human consumption according to ministerial diploma 180/2004.

Keywords: Microbiological analysis, tap water, coliforms, fecal coliforms.

1. Introdução

Água é essencial para a vida humana e sua importância é inegável (Bormann,1994). Sem água potável suficiente, a saúde e o bem-estar das pessoas são ameaçados, tornando a disponibilidade de água limpa e segura uma questão de direitos humanos (Bormann,1994). Como seres humanos, dependemos da água para a nossa sobrevivência, bem-estar e qualidade de vida, constituindo assim um componente fundamental para o funcionamento adequado do nosso organismo, pois está presente em todas as células, tecidos e órgãos do nosso corpo (Castro,2010).

Além disso, a água também desempenha um papel crucial na manutenção de processos vitais como a digestão, a absorção de nutrientes e a regulação da temperatura corporal (Bandeira,2018).

Estima-se que a quantidade total de água na superfície terrestre seja de 1.386 milhões de Km³. Este volume de água que permanece inalterado nos últimos 500 milhões de anos, encontrando-se em três estados físicos, nomeadamente, sólido, líquido e gasoso (Adriano,2004). Cerca de 97.5% do volume total da água está nos oceanos (água salgada) e apenas 2.5% é água doce distribuída pelos rios e lagos (Ana,2004).

Para que a água seja considerada potável, isto é, para o consumo humano, deve possuir parâmetros físico-químicos e microbiológicos dentro dos limites de padrão de qualidade estabelecidos pela organização mundial de saúde. Estes parâmetros guias são adoptados e adaptados para cada país sob forma de normas ou regulamentos. Em Moçambique estes parâmetros estão emanados normas e padrões no diploma ministerial 180/2004 de 15 de Setembro do Ministério da Saúde. Em Moçambique, estima-se que cerca de 54.9% das famílias Moçambicanas utilizam água do poço para beber, sendo esta não ideal para consumo, visto que os poços não são protegidos e tratados devidamente (Diploma Ministerial 137/2007).

A qualidade da água tornou-se interessante na saúde pública no século XIX e XX, esta qualidade de água estava apenas concentrada em avaliação de aspectos estéticos sensoriais como cor e cheiro, métodos estes que visavam em melhorar aspectos estéticos, foram encontrados num documento a 4.000 Antes de Cristo em Sancristo. Já na antiga Grécia utilizava-se técnicas como filtração, exposição ao sol, fervura, no sentido de melhorar a qualidade da água, mesmo com aspecto turvo. Os Gregos, acreditavam existência de uma relação causal da água e doenças, (Hartwig,2015).

O controlo dos recursos hídricos é de extrema importância, pois a poluição destes gera séries factores como, presença de substâncias nocivas e tóxicas que alteram as características químicas, físicas e biológicas do meio. As principais fontes de contaminação são o esgoto sem tratamento, aterros sanitários, agrotóxicos, produtos químicos e resíduos tóxicos que são depositados em ambientes aquáticos, (Hartwig,2015).

A poluição e a contaminação da água resultam na transmissão de muitos agentes infecciosos, causadores de doenças diarreicas, responsáveis pela crescente morbilidade e mortalidade nos países em desenvolvimento, (Hartwig,2015)..

As principais patologias causadas pela contaminação da água são a Cólera, Febre tifóide, e Giardíase, Shigelose e outras gastroenterites, que são causadas principalmente por microorganismos de origem entérica, animal ou humana, transmitidos pela via fecal-oral,(Lucineia,2013).

A Organização Mundial de Saúde determinou alguns critérios para qualidade da água potável, dentre eles, avaliação microbiológica quanto à presença de bactérias indicadoras de contaminação fecal, pela contagem de bactérias do grupo coliformes. A presença de coliformes

totais e de coliformes termotolerantes em ambiente aquático indicam contaminação fecal da água e um risco da presença de organismos patogénicos, responsáveis pela transmissão das principais doenças infecciosas, (Corrêa, 2013).

Em Moçambique, o Diploma Ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro determina as normas sobre o padrão da potabilidade e qualidade da água para o consumo humano, através de um conjunto de valores de parâmetros microbiológico, organolépticos e físico-químicos que permite fazer uma avaliação objectiva se a água é potável ou não (Diploma Ministerial 137/2007).

A água potável é tida como aquela que: “é apropriada para o consumo humano e cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioactivos atendem ao padrão de potabilidade, sem oferecer riscos à saúde”, portanto, quanto ao padrão microbiológico, a água deve estar isenta de Coliformes totais e fecais, inclusive *E. coli*, em amostras de 100 mL e *V. cholerae* em 1000ml, (Hartwig, 2015; Castro, 2010; Adriano, 2004).

A qualidade da água se tornou primordial, visto que constitui um dos importantes meios de propagação de diarreias de natureza infecciosa ao ser humano, o que torna imprescindível a avaliação da sua qualidade microbiológica (USA Environmental Protection Agency 1999).

2. Referencial Teórico

Em Paquistão, um estudo realizado em 2021, na aldeia de Sherqilla, no distrito de Ghizer, a 38 km a oeste, no centro da cidade de Gilgit, que visava analisar as características físico-químicas e microbiológicas, concluiu que em todos parâmetros analisados estão em discrepâncias com os padrões de potabilidade, tendo-se isolado na análise microbiológica *E. coli* e *Enterococcus sp* (Nadia, 2021)

Em Lisboa, no Município de Missão Velha-CE, um estudo realizado com intuito de avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológico da água verificou-se que na avaliação microbiológica estiveram dentro dos parâmetros de potabilidade ao mostrar ausência de crescimento de coliformes fecais e totais em todas cisternas avaliadas, no entanto apenas nos parâmetros físico-químicos estiveram fora da legislação devido ausência de Cloro e elevada quantidade de Manganês segundo a legislação vigente, (Amanda, 2017).

Um estudo realizado em 2013, referente a análise microbiológica em 7 amostras da água da torneira, na Universidade Estadual de Maringá, mostrou em quatro amostras do sistema de

abastecimento público que apresentaram presença de coliformes totais, porém nenhuma análise indicou presença de coliformes fecais,(Lucinéia,2013).

Em outro estudo realizado na Universidade Federal, no município de Macapá em 2013, sendo que 18 amostras de água do sistema de abastecimento público, de acordo com os resultados obtidos, foi observado que a maioria dos parâmetros estão em desconformidade com a Portaria estudada, sobretudo a presença de coliformes fecais e *E. coli* (Débora,2013).

Em 2019, análise feita em São Paulo, num total de 58 amostras avaliadas, duas (3,4%) estavam impróprias para o consumo humano, de acordo com os resultados obtidos através da técnica de filtração e considerando os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução nº 275 de 22 de Setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA),(Giovana,2019).

Em São Paulo em 2017, noventa e cinco amostras foram analisadas de acordo com as metodologias oficiais para as determinações de bactérias do grupo coliformes totais, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* e *Clostrídios* sulfito redutores. Considerando a legislação vigente, concluiu-se que, do ponto de vista microbiológico, nove amostras (9,5%) estavam impróprias para o consumo humano, (Natália,2017).

Em 2020, na Guiné-Bissau, um estudo realizado em áreas como Hospital 3 de Agosto, Bandim, Hospital Central Simão Mendes, Queije, Hospital Santo Egídio e nas áreas periurbanas de Bissau como Quinhámele das 132 amostras de água analisadas, nos parâmetros físico-químicos estiveram fora do padrão aceites internacionalmente, e no parâmetro microbiológico mostrou presença de contaminação fecal, (Aducabe,2020).

Na Ethiopia, distrito de Shashemane, localizado a 250 km ao sul da cidade de Addis Abeba, um estudo conduzido que visava uma análise físico-química da água, foi constado que sólidos totais e condutividade eléctrica estavam fora dos parâmetros estabelecidos tendo-se concluído que água estava poluída, ao passo que temperatura, pH atenderam os padrões de qualidade para o consumo Humano,(Adhena,2015).

Em 2022 um estudo feito em Nigéria, na cidade de ABIA, na área de Uturu, mostrou resultados nos parâmetros físico-químico excepto a cor que estava dentro do recomendado e microbiológico totalmente fora do padrão de potabilidade, (Ezel,2012).

Um estudo feito em Angola, na cidade de Huambo, em 2021, água da torneira mostrou valores altos de microorganismo do fórum fecal em oito pontos analisados, destes 2 foram impróprio para o consumo humano ao mostrar acima de 100 Unidades Formadoras de Colonias por Litro (UFC/L), (Sandra,2021).

Na África de sul, nas aldeias de Gaga e Gqumashe, no município de Nkonkobe e aldeia de Gogogo a cerca de 60 km na cidade de Cabo Oriental, nos parâmetros físico-químicos e microbiológico, na turbidez e na avaliação microbiológica estiveram fora dos padrões de potabilidade tendo isolado na água coliformes totais, noutros parâmetros estiveram de acordo com os padrões de potabilidade aceites internacionalmente (Zamxaka,2021).

Em 2022, em Moçambique, concretamente em Moamba, estudo realizado mostrou presença de contaminação fecal (*E. coli*) em todos os tipos de amostras de água, onde foi encontrada em 100% de amostras de água tratada e em 22% das amostras de água encanada. Em todas águas mostraram ausência de *Salmonella spp.* A presença de *V. cholerae* foi detectada em 42% de todas as amostras, (Elisa,2022).

Em 2020, em Maputo, concretamente na Katembe, um estudo realizado que objectivou análise microbiológica de características físico-químicas mostrou resultados insatisfatórios e níveis alto de coliformes fecais nos centros de saúde da Katembe e Chamissava, onde concluiu-se que a água usada é imprópria para o consumo humano segundo decreto vigente no país,(António, 2020).Em 2021, em Moçambique, na cidade de Maputo, um estudo mostrou níveis altos de contaminação fecal num total de 25 amostras da água da torneira com uma percentagem em 64% de coliformes fecais e 24% de *E.coli*, mas também altos níveis de resistentes aos antibióticos dos microorganismos encontrados nessas amostras, (Acácio,2021).

Dados facultados pela Direcção Provincial “X”, ano 2022, no Departamento de Saúde Pública, num cumulativo de 9 meses, indicam que das 124 amostras de água tratadas na cidade, 121 fez-se análise microbiológica e duas análise físico e químico respectivamente, 17 amostras foram impróprias para o consumo humano, com isso esses dados podem afectarem a saúde pública e estando na origem de várias doenças, dentre elas doenças diarreicas.

2.1. Descrição e caracterização dos microorganismos

2.1.1. Bactérias do grupo coliforme

O grupo dos coliformes inclui grande número de bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas, sendo usualmente organizado da forma descrita a seguir:

Coliformes Totais são bacilos gram-negativos, em forma de bastonetes aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase negativo, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensioactivos que fermentam a lactose ou não com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, onde fazem parte e aos géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros géneros e espécies pertençam a este grupo (26). A escolha desse grupo de bactérias se deve pelo facto de (Manual Prático de Análise de Água, 2006).

- ✓ São encontradas nas fezes de animais de sangue quente, inclusive dos seres humanos;
- ✓ São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- ✓ Sua concentração na água contaminada possui uma relação directa com o grau de contaminação fecal desta;
- ✓ Tem maior tempo de sobrevivência na água que as bactérias patogénicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático ou se multiplicarem menos que as bactérias entéricas;
- ✓ São mais resistentes aos agentes tensioactivos e agentes desinfectantes do que bactérias patogénicas.

Coliformes Termotolerantes ou Fecais – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, têm como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal, (ANVISA, 2004).

Escherichia coli – Bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e o manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta actividade das enzimas β -galactosidase e β -glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogénicos, (Leclerc, 2002).

Tabela 1: Caracterização taxonómica de *Escherichia coli*, (Leclerc, 2002).

Reino	Monera
Filo	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordem	Enterobacteriales
Família	Enterobacteriaceae
Gênero	<i>Escherichia</i>
Espécie	<i>Escherichia coli</i>

Em revisões feitas sobre a escolha do grupo coliforme como indicadores da qualidade microbiológica da água, baseados em estudos taxonômicos e fisiológicos envolvendo os coliformes e seus habitats, propõem três grupos de classificação: **(i) coliformes termotróficos** de origem estritamente fecal, como *E. coli*; **(ii) coliformes termotróficos ubíquos** – que podem fazer parte da microbiota intestinal de humanos e animais de sangue quente, mas podem também ocorrer no ambiente, incluindo águas doces e águas residuais, nesse grupo estão incluídos *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca* e *Enterobacter cloacae*, *E. aerogenes*, *Citrobacter amalonaticus*, *C. koseri* e algumas espécies do complexo *C. freundii* e **(iii) coliformes psicotróficos** - coliformes puramente ambientais, que proliferam em águas prístinas ou poluídas e que têm origem, principalmente, de vegetais, nesse grupo estão incluídos *Klebsiella* (*K. planticola* e *K. terrigena*), *Enterobacter* (*E. amnigenus* e *E. intermedium*), *Serratia* (*S. fonticola*), *Yersinia*, *Budvicia*, *Buttiauxella*, *Leclercia*, *Rahnella* e provavelmente várias espécies dos gêneros *Erwinia* e *Pantoea*, (Leclerc,2001).

E. coli, bactéria pertencente a família de enterobacteriaceas, em homenagem ao cientista Theodor Escherich, o epíteto específico (coli) se referiu em relação ao seu habitat no colo do intestino grosso dos animais vertebrados incluindo o Homem, (Gerard,2012).

E.coli tem sido tradicionalmente utilizada para monitorar a qualidade da água potável, que não deve conter microorganismos indicadores de contaminação fecal, continua a ser parâmetro importante no monitoramento realizado como parte de inspeção ou vigilância,(Gerard,2012).

Na maioria dos casos, o controle de *E. coli* ou coliformes termotolerantes fornece um alto grau de segurança por causa dos seus grandes números em águas contaminadas. O significado de sua presença na água para consumo humano reflecte evidências de contaminação fecal recente, demonstrando falhas no tratamento ou falhas nos sistemas de distribuição, a sua detecção

precoce favorece medidas rápidas de correcção de falha no sistema de distribuição (Amaral,2007).

Esta bactéria faz parte da microbiota normal do tubo digestivo ajudando na produção de certas vitaminas e digestão de alguns alimentos, mas em certas situações causa doenças no tracto gastrointestinal. Ao nível do trato urinário é considerada a bactéria causadora de infecções do tracto urinário (ITUs), meningite até mesmo sepse, as espécies que causam diarreia incluem *Escherichia coli* O157 *Enterohemorrhagico* (EHEC) ou produtora de Shiga, semelhante a *Shigella dysenteriae*, *Escherichia coli* enterotoxinogenica (ETEC), *Escherichia coli* enteropatogenica e *Escherichia coli* enteroinvasora (EIEC), (ANVISA,2004).

2.1.2. *Salmonella typhi*

É uma bactéria responsável em causar doença infecciosa (febre tifóide) que acomete exclusivamente o Homem descrita como problema grave da saúde pública nos países em desenvolvimento. Mundialmente, são registados, anualmente cerca de 17 milhões de casos dos quais resultam em torno de 600.000 mortes, (Francisco,2011).

Tabela 2: Caracterização taxonómica de *S. Typhi*, (Francisco,2011).

Reino	Monera
Filo	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordem	Enterobacteriales
Família	Enterobacteriaceae
Género	<i>Salmonella</i>
Espécie	<i>Salmonella typhi</i>
Subespécie	<i>Salmonella entérica typhi</i>

2.1.3. *Vibrio cholerae*

A cólera (CID A00.9) é uma doença infecciosa intestinal aguda causada pela enterotoxina do *Vibrio cholerae* O1 ou O139, bacilo gram-negativo, com flagelo polar, aeróbio ou anaeróbio facultativo, isolado por Koch no Egipto e na Índia, em 1884, inicialmente denominado de

Kommabazilus (bacilo em forma de vírgula), cuja transmissão é predominantemente hídrica (Ministério da Saúde,2008).

As manifestações clínicas ocorrem de formas variadas, desde infecções não aparentes ou assintomáticas até casos graves com diarreia profusa, podendo assinalar desidratação rápida, acidose e colapso circulatório, devido a grandes perdas de água e electrólitos corporais em poucas horas, caso tais perdas não sejam restabelecidas de forma imediata. Os quadros leves e as infecções assintomáticas são mais frequentes do que as formas graves, (Ministério da Saúde,2008).

Existem dois biótipos de *Vibrio cholerae* O1: o clássico, descrito por Koch, e o El Tor, isolado por Gotschlich em 1906, de peregrinos procedentes de Meca, examinados na estação de quarentena de El Tor, no Egipto. Ambos os biótipos são indistinguíveis bioquimicamente e antigenicamente; de igual forma, enquadram-se na espécie *V.cholerae* e integram o sorogrupo O1, que apresenta três sorotipos, denominados Ogawa, Inaba e Hikojima. O biótipo El Tor somente foi associado a episódios graves da doença e aceite como agente etiológico em 1961, exactamente no início da 7ª pandemia, (Ministério da Saúde,2008).

Tabela 3: Caracterização taxonómica de *Vibrio cholerae*.

Reino	Monera
Filo	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordem	Vibrionales
Família	Vibrionaceae
Género	<i>Vibrio</i>
Espécie	<i>Vibrio cholerae</i>

Dentre os factores abióticos, mais estreitamente relacionados à sobrevivência do agente da cólera, destacam-se:

- ✓ Temperatura da água: a faixa mais favorável situa-se entre 10° e 32° C, o *V. cholerae* tende a se localizar na superfície. Com a temperatura abaixo de 10° C, a bactéria tende a se localizar no sedimento na forma viável, porém não cultivável.
- ✓ Salinidade: na faixa de 0,3% a 1,79%, a salinidade concorre para a maior viabilidade da bactéria. Abaixo de 0,3%, a viabilidade passa a depender da concentração de nutrientes orgânicos e da temperatura mais elevada, particularmente em água doce.
- ✓ O pH: mais favorável na faixa de 7,0 a 9,0, com limites de tolerância de 5,5 a 10,0, principalmente no caso do biótipo El Tor.

2.2 Descrição dos parâmetros físicos e organolépticos

2.2.1. Côr

A cor da água é medida comparando a amostra de água com soluções de cores padrão ou discos de vidro coloridos. Uma unidade de cor é equivalente à cor produzida por 1,0 mg/L de solução de platina (cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6)), (American public health association, 2005).

O parâmetro côr da água é derivado do reflexo da luz em partículas pequenas contidas nesse componente natural, a intensidade deste reflexo é determinada utilizando cobalto-platina como referência, representado em unidades de côr uH (unidade Hazen) o valor de 15 uH como Valor Máximo Permitido (VPM) para os níveis da côr para atender o padrão de potabilidade (Filho, 2019).

2.2.2. Turbidez

A turbidez é tida como dificuldade de um feixe de luz atravessar neste líquido, conferindo-lhe assim uma aparência turva e é medido em unidade nefométrica de turbidez, (Couto, 2022).

A turvação é atribuída à presença de partículas em suspensão na água que faz com que diminua a intensidade do feixe de luz ao atravessar a água, pois as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz, (Birkheuer, 2017).

A turbidez trás má estética e desagradável, causando repulsão nos consumidores, não obstante, partículas em suspensão podem albergar microorganismos patogénicos, reduzindo a eficiência dos tratamentos da etapa de desinfecção, (Dassoler, 2015).

2.3 Descrição dos parâmetros químicos a ser avaliados.

2.3.1. Potencial de Hidrogeniônico (pH)

O pH é valor da intensidade de carácter ácido ou básico da solução. O seu valor é expresso na escala de Sorensen, o método utilizado é electrometria com eléctrodo combinado e sensor de temperatura (sistema de compensação de temperatura). O método baseia-se na determinação do potencial electroquímico de uma célula que é sensível actividade de ião de hidrogénio (Stein,2012). A avaliação baseia-se na conversão da força electromotriz produzida no meio em unidades de Sorensen variam linearmente com pH, (Manual prático de análise de água,2004).

Este parâmetro químico pode neutralizar os agentes desinfectantes da água como o hipoclorito de cálcio, sódio, uma vez estes tendem a um carácter básico, Quando são neutralizados perdem o seu potencial de desinfecção de água levando a proliferação dos microorganismos e consequentemente,favorecer a génese de doenças de natureza diarreica e outros males associados elas (Araujo,2020).

O pH pode sofrer alterações dependendo do tempo de armazenamento e das condições física do reservatório, dada a exposição ambiental, material utilizado na fabricação entre factores (Muniz,2013).Por outro lado, quando um pH da água for muito básico, adição dos agentes desinfectantes de natureza básica irá acelerar progressivamente o carácter básico total da água, isto poderá causar o desequilíbrio electrolítico do organismo ou seja alcalose,(Diploma Ministerial 180/2004).

O pH é componente do padrão de potabilidade verificado a nível mundial, devendo a água para o consumo Humano apresentar valores entre 6,5 e 8,5 caso em que o pH esteja abaixo de 6.5 traz consequências na saúde pública como sabor desagradável, corrosão, irritação da pele, efeitos laxativos, também afecta conservação dos sistemas de saneamento básico e o funcionamento biológico das estações de tratamento de águas residuais, (Diploma Ministerial 180/2004).

2.3.2. Determinação da condutividade eléctrica da água

Condutividade eléctrica refere-se a capacidade que água possui de conduzir corrente eléctrica. Este parâmetro esta relacionado com a presença de iões dissolvidos na água, que são partículas carregadas electricamente, (Manual prático de análise de água,2004).

Assim sendo, a condutividade eléctrica, quanto maior for a quantidade de iões dissolvidos, maior será a condutividade eléctrica na água, (Normas Analíticas,1985).

O sistema nervoso é formado por tecido nervoso ou neural, composto por *neurónios*, células neurais activas, com um pequeno corpo celular de onde partem diferentes tipos de fibras, com capacidade para receber, processar e transmitir sinais electroquímicos, (Manual Anatomia_Fisiologia,2012). No entanto iões necessários a saúde não só são obtidos de alimentos, mas também por meio da água, sendo assim é importante que água destinada para consumo humano tenha iões nela dissolvidos, o que de certo modo, pela aquisição desses iões, contribui para condução do impulso nervoso, alcalinidade da água, impulsiona o equilíbrio electrolítico, e ajudam para outros processos vitais do organismo humano,(purific.com.br-2023).

2.3.3. Determinação Sólidos Totais Dissolvidos na água

Sólidos totais são matérias suspensas ou dissolvidas presentes numa amostra de água. Este termo é aplicado de material deixado no recipiente após a evaporação de uma amostra de água e subsequente secagem completa a temperatura definida,(Santos,2019).

Os sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} (μm) e que permanecem em solução mesmo após a etapa de filtração, por isso há necessidade de determinar,(Santos,2019).

Os sólidos totais dissolvidos são a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água multiplicando-se o valor da condutividade eléctrica por um factor que varia entre 0,55 e 0,75 pode-se obter uma estimativa para o valor de sólidos totais dissolvidos de uma água, (Santos,2010).

É de extrema importância análise de sólidos totais dissolvidos para monitorar a quantidade desses sólidos, visto que uma grande ou baixa quantidade na água pode acarretar problemas e danos à saúde. Por exemplo o excesso de magnésio no corpo pode provocar fraqueza muscular, pressão baixa, rubor na face, náuseas e insuficiência respiratória, mas a presença de cálcio favorece o fortalecimento dos ossos, no caso de cobre o seu aumento na água cursa com problemas gastrointestinais, como irritação intestinal, (Lima,2019).

O chumbo é um metal que interfere no funcionamento das membranas celulares e enzimas, pois é capaz de formar complexos estáveis com ligantes que contêm enxofre, fósforo, nitrogénio ou

oxigênio, por exemplo, grupos: $-SH_2$, $-H_2PO_3$, $-NH_2$, $-OH$, que funcionam como doadores de electrões, (Bosso,2008).

Uma exposição crónica ao chumbo pode causar irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, quando actua sobre o sistema nervoso central, quando o efeito ocorre no sistema periférico, o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade aguda é caracterizada por sede intensa, inflamação gastrointestinal, vômitos e diarreias, (Passagli,2011).

2.3.4 Motivos de Realização do Estudo

Verifica-se um elevado número de doenças diarreicas, em pais subdesenvolvimento como Moçambique, transmitidas principalmente pela via feco-oral, ligada a falta de higiene dos alimentos, cujo principal componente de higienização é a água, por sua deficiência de qualidade culmina em ser responsável pelos surtos diarreicos ou outras doenças causados por via feco-oral, como de origem bacteriana com destaque para febre tifóide e paratifoide, disenteria bacilar, gastroenterites agudas, e cólera, mas também de origem viral como caso de Hepatite A, Poliomielite, Gastroenterites agudas e crónicas e por fim origem parasitaria que incluem como giardíase, disenteria amebiana, entre outras parasitoses, no que concerne nos parâmetros físico-químico estes estão interligados no aspecto externo da água mas também pode interferir na saúde do consumidor,(Organização Mundial de Saude, 2004). Alteração da cor reflecte a turbidez da mesma causada pela retenção de partículas e matérias orgânicas em decomposição, e pode ser acelerada pelo aumento da temperatura, assim todos estes factores podem alterar o pH, conductividade e sólidos totais dissolvidos e consequentemente levar a um sabor desagradável. Este trabalho de pesquisa tem como objectivo principal responder a seguinte questão : Qual é a qualidade da água da rede de distribuição pública consumida por moradores de alguns bairros da cidade “X”?

2.3.5 Justificativa.

Segundo os objectivos de novo milénio, que consiste em acesso da água potável a toda população, este estudo tem como foco a chamada de atenção à sociedade, nas mudanças de comportamento, no diz respeito aos cuidados a ter com material de tubagem e todo constituinte, prática de higiene e saneamento do meio. Na área académica e profissional, este estudo é a materialização ou conversão dos conhecimentos teóricos em práticos, consolidando-os, alargar

a compreensão da aplicabilidade da profissão de técnicos de saúde inserido no estudo dos determinantes de saúde para cuidados primários de saúde. Contudo a predominância de casos de doenças diarreicas que se verificam no território moçambicano, associado ao consumo de água imprópria, com intuito de perceber e evidenciar que há agentes etiológicos que provocam diarreias, espera-se que este estudo possa ajudar na mudança de comportamento da população Moçambicana, sendo estas as razões que constituem os pilares para a realização deste estudo.

A escolha dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos é por fazerem parte do conjunto dos parâmetros obrigatórios, no Diploma Ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro de Moçambique que determina as normas sobre o padrão da potabilidade e qualidade da água para o consumo humano.

3.0 Material e Métodos

3.1. Local de estudo

O estudo foi realizado na cidade “X”, que ocupa uma área de 404 km². Do Este para Oeste, tem uma extensão de 24,5 km, entre os meridianos de 39° 23’ 28” e 39° e 10’00” Este. No sentido Norte e Sul estende-se por 20,25 km, desde a barragem do rio “Y”, a uma latitude de 15° 01’ 35”S, até ao riacho “Z”, no paralelo 15° 13’ 15”S, (Araújo, 2005). A cidade de “X” é constituída por 6 postos administrativos, cada posto tem seus respectivos bairros.

3.2. Procedimentos de colheita da água do sistema público

A Água do sistema de abastecimento público foi colhida nos bairros da cidade “X”, no período das 8 as 12 horas, onde foi avaliada a cor, cheiro, sabor e temperatura no local, nomeadamente: nos bairros “A”, “B” e “C” onde em cada bairro foram colhidas 4 amostras de água da torneira, colocadas em frascos estéreis com capacidade de 500 mL, com informação nome da amostra, local de colheita, hora, nome da pessoa que colheu totalizando 12 amostras enumeradas e colocadas na caixa exotérmica.

A colecta de amostra é um dos passos mais importante para a avaliação da qualidade da água, sendo essencial que o processo de amostragem seja realizado com precaução e técnica para evitar todas as fontes de possível contaminação, para tal seguiu-se os seguintes passos (56).

- ✓ Lavou-se as mãos com água e sabão;
- ✓ Limpou-se a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool 70%;
- ✓ Abriu-se a torneira e deixar escorrer a água durante 1 ou 2 minutos;
- ✓ Colectou-se a amostra de água;
- ✓ Encheu-se com pelo menos 3/4 de seu volume;
- ✓ Tampou-se o frasco, identificando o local de colheita, hora e nome do colector;
- ✓ Marcou-se o frasco com o número da amostra, correspondente ao ponto de colecta;
- ✓ Colocou-se o frasco da amostra na caixa exotérmica e encaminhou-se ao Laboratório de testagem.

Para bairro de “A”, teve como código **AMh 1,2, 3,e 4**; Para “B”, teve código **AMt 1,2,3 e 4**, finalmente, bairro de “C” com codificação **Anap 1,2,3 e 4**; de imediato colocadas em caixas exotérmicas transportadas para o local de análise.

Amostragem não probabilística por acessibilidade. Onde no bairro de “A” e “B”, as amostras foram colhidas, no período da manhã, pelas 8 horas, onde nas casas explicou-se o que se pretendia e os proprietários autorizaram a colheita da água.

3.2.1 Critérios de inclusão

- ✓ Água da torneira da rede de distribuição pública dos bairros de “A”, “B” e “C”.

3.2.2 Critérios de Exclusão

- ✓ Água do furo, água do poço; água dos mananciais, lagos e rios.

3.3 Análises Físico-Químicas

As análises físico-químicas, foram feitas no laboratório de Centro de Estudos Interdisciplinares da Lúrio (CEIL) da Universidade Lúrio, Faculdade de Ciências de Saúde, o Laboratório do CEIL, encontra-se na Universidade Lúrio, no bloco do CEIL localizado no Bairro e campus de Marrere, Rua número 4250; 2,3 Km, na região norte do país, na Província e cidade de Nampula. As análise microbiológica (coliformes fecais e totais, *S. typhi* e *Vibrio cholerae*) foi feita no laboratório central de análises clínicas (LAC) do Hospital Central de Nampula.

3.4 Análise microbiológica

Para pesquisa de coliformes fecais e totais usou-se meio ágar MacConkey preparado no sector de Microbiologia, onde com auxílio de uma Ansa metálica, flambou-se na chama, abriu o frasco próximo da chama passou a boca do frasco na chama para eliminação de possíveis agentes microbianos estejam aderidas nesta superfície. De seguida fez um inóculo da amostra no meio de cultura e fez-se estria de esgotamento ou qualitativa e posteriormente foi incubada em condições aeróbios a temperatura de $37 \pm ^\circ\text{C}$, durante 24 horas e posterior leitura. Para pesquisa de *Salmonella typhi*, usou-se meios de cultura como Salmonella/Shigella e Xilose Lisina Desoxicolato, com enriquecimento em meio Selenito em 24 horas. Para *Vibrio cholerae* foi usado o meio TCBS, onde fez-se cultura seguindo todos os procedimentos semelhantes para os coliformes fecais.

3.5 Tipo de Estudo

Quanto natureza do estudo, é uma pesquisa básica ou fundamental, objectivo é uma pesquisa exploratória. Referente aos procedimentos o estudo insere-se ao tipo laboratorial e a abordagem quantitativa, (Prodanov,2013).

Tabela 4: Variáveis do estudo

Dependentes	Independentes
Características organolepticas (cor, cheiro e sabor)	Bairro de colheita
Características físico-químicas (turbidez, pH, Condutividade eléctrica, e sólidos totais dissolvidos)	
Existência de microorganismos (Coliformes fecais, totais <i>S. typhi</i> e <i>V. cholerae</i>)	

3.5.1 Selecção e caracterização dos instrumentos de intervenção e medida

Foram utilizados materiais, reagentes e equipamentos para realização desse trabalho, abaixo são alguns exemplos de instrumentos, todavia, adiante ou seja durante a realização do trabalho foram adicionados os equipamentos com todos detalhes nomeadamente, o nome do equipamento, série, modelo, fabricante entre os detalhes necessários.

Tabela 5: Selecção e caracterização dos instrumentos de intervenção e medida.

Material/Reagente	Função
Incubadora marca Memmert 9124, código 01	Incubar as culturas realizadas
pH metro ORP meter 920, Código 2017017979	Medição do potencial hidrogenionico
Termómetro	Medição da temperatura
Turbidímetro, Hi93703HANNACódigo 2017017986	Medição de turbidez
Condutivímetro, CyBersan Pc 300 Código 2010012496	Medição da condutividade eléctrica
Estufa Biobase Est 07, Código 2010012478	Usado para secar a membrana
Caixa exotérmica	Transporte de amostras
Rampa para filtração Liquipport nº 3871393	Usada para filtração da amostra
Dissecador, código 2017017978	Remover humidade
Frascos/balões estéreis de vidro	Colecta de amostras
Luvras de observação	Uso durante o processo de colheita e análise
Álcool (Etanol a 70%)	Desinfecção do local de colheita análise
Toucas	Uso durante o processo de colheita e

3.6 Questões Éticas

Foi apresentado um credencial com referência 01/2023 de 10 de Janeiro de 2023, juntamente com o protocolo devidamente aprovado pelo conselho técnico científico da Faculdade de Ciências de Saúde da Universidade Lúrio. Apresentado no Ceil e Hospital Central para o pedido da realização do estudo. Onde no protocolo explicava-se os objectivos e detalhes da pesquisa. Após a autorização do Director Científico do Hospital Central, com despacho datado de 13 de Janeiro de 2023, foi encaminhado para laboratório de análises clínicas.

3.7 Análises de Dados

Os dados foram analisados com o auxílio do programa estatístico para ciências de sociais versão 20.0. Onde os dados da avaliação dos parâmetros físico-químico e microbiológico foram obtidos em triplicata descrito em média e seu desvio padrão e os resultados foram apresentados em tabelas. Foi usado Shapiro Wilk para verificara normalidade e Levene para confirmar. Para as variáveis que seguiram normalidade foi usado teste paramétrico ANOVA e as que não seguiram foi o teste de Kruskal Wallis.

4.0 Apresentação, Analise e Discussão dos Resultados

De acordo com tabela 6, nos três bairros estudados em termos de cor, cheiro, sabor, pH, condutividade eléctrica e sólidos totais estão dentro dos limites aceitáveis na legislação Moçambicana, excepto no bairro “A” que o pH está ligeiramente baixo. Enquanto turbidez está acima do recomendando em todos bairros. Para (Dassoler, 2015) uns dos factores que permite alta turbidez são partículas em suspensão podem albergar microorganismos patogénicos, reduzindo a eficiência dos tratamentos da etapa de desinfecção.

Tabela 6: Resultados de Análise Organoléptico

Parâmetro físico-químico	“A”	“B”	“C”	LMA
Cor	Incolor	Incolor	Incolor	15 TCU
Cheiro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sabor	Insípido	Insípido	Insípido	Insípido

LMA-Limite Máximo Aceitável

Tabela 7: Resultados de análise físico-química

Parâmetro físico-químico	“B”	“A”	“C”	LMA
Turbidez (NTU)	9,64±0,92	12,12±2,22	11,74±2,65	5
pH	7,80±0,86	6,04±0,11	7,49±1,00	6.5-8.5
Condutividade eléctrica (µmho/cm)	329,25±31,33	130,67±10,96	344,00±31,88	50-2000
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	1,25±0.50	2,00±0,82	1,75±0,96	1000

A tabela 7. ilustra os resultados com seus respectivos testes estatísticos, por exemplo no bairro “B”, o teste de Shapiro Wilk para avaliar normalidade a turbidez e sólidos totais dissolvidos mostraram um $p=0.04$ e $p=0.01$, isto mostra que os dados não seguem distribuição normal devido o valor obtido de $p<0.05$. Enquanto, no bairro de “A”, apenas dados de sólidos totais dissolvidos não seguiram distribuição normal. Toda variável que não teve distribuição normal fez-se o teste de Kruskal Wallis para avaliar se há diferença entre dois grupos e o valor de $p=0.36$ para turbidez no bairro de “B”, que mostra que não há diferença entre os grupos. Comparando no bairro “C” teve no teste de normalidade $p=0.28$, que evidencia a não fuga de normalidade ou seja os dados

são normais e fez-se ANOVA para avaliar se a diferença entre os grupos e teve $p=0.82$, onde mostra claramente que não há diferença entre grupos.

Tabela 8: Resultados de Análise Físico-Química de “B” e “C” com Teste Estatístico

Parâmetro	Muahivire	Teste S.W	ANOVA	Teste K.W	Napipine	T:S.W	ANOVA
Turbidez	9,64±0,92	(0.04)		(0.36)	11,74±2,65	(0.28)	(0.82)
pH	7,80±0,86	(0.21)	(0.24)		7,49±1,00	(0.43)	(0.21)
C.E	329,25±31,3	(0.44)	(0.82)		344,00±31,8	(0.27)	(0.67)
STD	1,25±0.50	(0.01)		(0.33)	1,75±0,96	(0.27)	(0.53)
Teste S.W: teste de Shapiro Wilk;				Teste de K.W: Teste de Kruskal Willis.			

Tabela 9: Resultados de Análise Físico-Química de “A” com Teste Estatístico

Parâmetro	Muatata	Teste ShapiroWilk	de	Teste de Wallis	de	Kruskal	ANOVA
Turbidez	12,12±2,22	(0.85)					(0.46)
pH	6,04±0,11	(0.47)					(0.47)
C.E	130,67±10,9	(0.01)		(0.86)			
STD	2,00±0,82	(0.68)					(0.50)

De acordo com a tabela 9 sobre análise microbiológica, nos bairros “A” e “B” observaram presença de coliformes fecais (*Escherichia coli*) e coliformes totais (*Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter sp* e *Proteus vulgaris*) e ausência de *Salmonella tiphy* e *Vibrio cholerae*. Enquanto no bairro “C” em todo parâmetro microbiológico não houve desenvolvimento microbiano.

Na deslocação nos pontos da colecta das amostras foi observado que nos bairros “A” e “B” sistema de abastecimento de água encontra-se danificado, saneamento do meio.

Tabela 10: Análise microbiológica

Microorganismo	“A”	“B”	“C”	Limite máximo admissível
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Presente	Presente	Ausente	Ausente
Coliformes totais (NMP/100 mL)	Presente	Presente	Ausente	Ausente

<i>Salmonella tiphy</i> (NMP/100 mL)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i> (NMP/100 mL)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Nádia em 2021, na sua análise das características físico-químicas e microbiológicas, obteve resultados fora dos padrões de potabilidade, tendo-se isolado na análise microbiológica *E. coli* e *Enterococcus sp*, resultados que corroboram na parte microbiológica por terem mostrado presença de *E. coli* e difere nas características físico-químicas porque o presente estudo a turbidez com base a tabelas 6 e 7 está fora do parâmetro aceitável.

Lucinéia em 2013, no seu estudo, amostras de água do sistema de abastecimento público apresentaram coliformes totais, porém nenhuma análise indicou presença de coliformes fecais, com estes resultados demonstra uma congruência na parte de coliformes totais e mostra disparidade na ausência de coliformes fecais, visto que o actual estudo revelou presença de coliformes fecais.

Werkneh em 2020, resultados do seu estudo nos parâmetros físico-químicos estiveram fora do padrão aceites internacionalmente, no parâmetro microbiológico mostrou presença de contaminação fecal, resultados que corroboram com o actual estudo, visto este estudo mostrou no parâmetro físico-químico a turbidez fora do padrão de potabilidade e no que refere ao parâmetro microbiológico isolou-se *Escherichia coli*.

Eze e Innocent C. Madumere em 2012, um estudo conduzido que visava em análise físico-química da água, foi constado que sólidos totais e condutividade eléctrica estavam fora dos parâmetros estabelecidos, com resultados diferentes do presente estudo, visto que, este estudo mostrou sólidos totais e condutividade aceitável para consumo humano.

Sandra Joaquim João Afonso em 2021, água da torneira mostrou valores altos de microorganismo do fórum fecal sendo imprópria para o consumo humano ao mostrar acima de 100 UFC/L, resultados estes que são semelhantes com o presente estudo, este evidenciou presença de coliformes fecais acima do limite aceitável.

Zamxaka M, Pironcheva G e Muyima NYO em 2021, nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, estiveram fora do padrão de potabilidade tendo isolado na água coliformes totais

resultados estes resultados são idênticos com o presente estudo, por ter isolado também coliformes totais como caso de *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter sp* e *Proteus vulgaris*.

Acácio Salamandane em 2021, no seu estudo mostrou níveis altos de contaminação fecal num total de 25 amostras da água da torneira com uma percentagem em 64% de coliformes fecais e 24% de *E.coli*, resultados que são concordantes com os resultados do presente estudo que isolou-se *E. coli*.

Rahmanian na Malásia em 2015, os parâmetros físico-químicos como pH, condutividade, turbidez, sólidos totais dissolvidos de todas as amostras colectadas de diferentes áreas residenciais e comerciais do estado de Perak foram dentro dos limites recomendados pela OMS, resultados que em termos do parâmetro turbidez encontra-se em discrepância com a presente pesquisa por estar fora do padrão de potabilidade.

Mutesu em 2014, na sua pesquisa na análise microbiológica conforme indicado, das 99 amostras de água examinadas continha coliformes totais, resultados que são semelhantes com actual pesquisa, visto que também nesta pesquisa identificou-se Coliformes totais.

5.0 Conclusão

Os resultados desta pesquisa mostraram que, com a excepção da turbidez, todos os parâmetros físico-químicos como a cor, sabor, cheiro, pH, condutividade eléctrica, sólidos totais estão em conformidade com os requisitos estabelecidos na legislação Moçambicana para a qualidade de água recomendável para o consumo humano. Nos parâmetros microbiológicos, as amostras colhidas nos bairros de “A” e “B” apresentaram coliformes fecais e coliformes totais acima do limite indicado na legislação. Por outro lado, não foram encontradas *S.typhi* e *V.cholerea* em todas as 12 amostras analisadas. Os resultados desta pesquisa permitem concluir que todas as amostras analisadas nos três bairros são impróprias para o consumo humano segundo o diploma ministerial 180/2004 de 15 de Setembro vigente no território Moçambicano.

5.1 Limitações do estudo

- ✓ Falta de recursos financeiros para abarcar outros análitos dentro dos parâmetros físico-químicos estabelecidos dentro do Diploma Ministerial 180/2004 de 15 de Setembro como

dureza total, cloro, metais como ferro total, chumbo, cádmio entre outros, mas também em aumentar o número de amostras abrangir maior número de bairros.

- ✓ Dificuldade em alguns bairros para fazer a colecta devido constantes interrupções na saída desse precioso líquido e vital;
- ✓ Falta de membrana lauril sulfato como recurso da primeira opção usado para contagem de colónias para amostra de água.

5. 2 Sugestões e Recomendações

- ✓ Dentro das acções de desenvolvimento económico da Província, dar prioridade à reestruturação da rede de condutas e canalização com vista à melhoria dos serviços de abastecimento de água às populações;
- ✓ As entidades sanitárias devem controlar e monitorizar a potabilidade da água destinada ao consumo humano, antes da sua distribuição e depois da distribuição e divulgarem regularmente informações;
- ✓ Face ao elevado índice de contaminação, deve-se orientar e organizar á nível das zonas a constituição e formação de núcleos ou associações de água que, em conjunto com as entidades sanitárias, façam o controlo da qualidade da água das fontes individuais.
- ✓ Contínua divulgação de informações referente às formas de tratamento de água por meio de comunicações sociais como na Rádio, televisão, nas escolas, hospitais, mercados entre outros espaços de maiores aglomerados populacionais;
- ✓ Mudança de comportamento por parte da população no sentido de preservar o material de tubagem;
- ✓ Para a entidade reguladora de recursos hídricos a nível local, fazer monitoria e acompanhamento deste precioso recurso e vital desde o ponto de saída até ao consumidor final;
- ✓ Estudos de natureza que abrange maior número de bairros da cidade ou mesmo a Província em geral;
- ✓ Os próximos estudos, sejam realizados em estações do ano diferentes para melhor comparação. Mais estudos devem ser realizados no âmbito de averiguar estes resultados

tendo como objectivo levantar hipóteses para resolução de alguns problemas de saúde pública na cidade de “X”.

6.0 Referências Bibliográficas

- ACÁCIO,S.(2021).High fecal contamination and high levels of antibiotics resistant Enterobacteriaceae in water consumed in the City Mapuro, Mozambique.
- ADRIANO, R.P.(2004). Hidrologia Aplica; Introducao a hidrologia.
- ADUCABE,B.;Luís C.(2020).Quality Assessment of Three Types of Drinking Water Sources in Guinea-Bissau.
- ADHENA,A.W.;Belay,Z.M.;Angaw,K.A.,Jemal,Y.D.(2015)Physico-chemical analysis of drinking water quality at Jigjiga City, Ethiopia.
- ALPHA (2005).American public health association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Baltimore: United Book Press.
- AMANDA,K.S.S. ;Cícera,G.C.L.; Adolfo,P.O. (2017).Avaliação físico-química e microbiológica da água utilizada na preparação de merendas escolares de três escolas do município de MISSÃO VELHA-CE.
- AMARAL,A.L.P.(2007).Microorganismos indicadores da qualidade da água. Monografia (Especialização em Microbiologia no Instituto de Ciências Biológicas).Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG.
- ANA, (2004) Agencia Nacionalde Aguas endereco electronico (www,ana.gov.br) acessada em Novembro de 2004.
- ANTÓNIO, P. R.; Miguel, Y.R.S., Rodrigo, F.S.(2020). A qualidade da água para o consumo humano nas unidades sanitárias do distrito municipal da Katembe (Moçambique).
- ANVISA.(2004). Manual de Microbiologia clínica para controle de infeccoes em serviço Hospitalar.1st ed. Vol. 2.
- ARAUJO, M.M.(2005). Cidade de Nampula: Arainha do Norte de Moçambique. Finisterra.209.222.
- ARAUJO, D. L.(2020). Qualidade Físico-Química e Microbiológica da Água Utilizada em Bebedouros de Instituições de Ensino no Brasil:Curitiba, v.3,n.4.ISSN 2595-6825, 2020.
- BANDEIRA, PL.(2018). Caracterização físico-química da água de poços tubulares utilizada para consumo na zona rural da idade de Lagoa Seca -PB, Vol.15,Engenharia Ambiental.

- BIRKHEUER, C.F. (2017). Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. Lajeado, v.14, n.1.
- BOLETIM, R. (2007). Diploma Ministerial 137/2007 Maputo-Mocambique.
- BOSSO, S.T. (2008). Ensaio para determinar a (bio)disponibilidade de chumbo em solos contaminados: revisão. Química Nova. Campinas. Vol. 31, nº 02.
- Bormann, B.T.; Brookes, M.H.; Ford, E.D.; (1994). A framework for sustainable-ecosystem management. Portland: Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station.
- CASTRO, L. (2010). Avaliação Microbiológica de Diferentes Marcas de Água Mineral. Revista Baiana de Saúde Pública. v.34, n.4.
- Centro Nacional de Farmacovigilância. (2023). Departamento Farmacêutico Av. Agostinho Neto/Salvador Allende. Ministério da Saúde Departamento Farmacêutico Centro Nacional de Farmacovigilância.
- CORRÊA, T. C. S.; Duarte, H. A.; Lourenço, E. A.; Ribeiro, G. J.; Silva, L. F.; Medeiros, J. R. C.; Souza, N. C. P.; Pereira, C. A. S. (2013). Avaliação da População Microbiana Presente no Interior do Corpo das Torneiras de uma UTI em um Hospital no Município de Volta Redonda. Cadernos UniFOA, Rio de Janeiro, n. 1, p. 17-21.
- COUTO, J.L.V. (2012). Turbidez da água. Disponível em: Limnologia/Parâmetros/Físicos/Turbidez (ufrj.br).
- DASSOLER, D. Valvassor, N.D.; Madeira, F.T.; Melo, A.R.; Campos, D.P. (2015). Verificação da Potabilidade da Água na Residência de um Morador do Bairro Beatriz em Maracajá/SC. Revista Científica Química Geral, v. 1, n. 1.
- DÉBORA, C. I. L. (2013). Universidade Federal de Macapá, caracterização do abastecimento público de água potável no município de Macapá.
- Diploma Ministerial 180/2004 de República de Moçambique.
- ELISA, T.; Harold, V.B.; Fernando, N.; Eugenia, N.; Jussa, P.; Olivia, P.; Giuliana, F., (2022). Occurrence of waterborne pathogens and antibiotic resistance in water supply systems in a small town in Mozambique.
- EZEL, O., Innocent C.M., Innocent C.M. (2012). Physicochemical and microbiological analysis of water bodies in Uturu, ABIA STATE-Nigeria.
- FILHO, D. (2019). Caracterização da qualidade da água de Pau dos Ferros quanto a parâmetros físico-químicos. Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

- FRANCISCO, L.P.R.(2011).Complications in typhoid fever: description of an unusual case and its bearing on diagnosis and control.
- Fundação Nacional de Saúde.(2004).Manual prático de análise de água.1ª ed. - Brasília,.Brasil.
- GERARD, T.; Berdell F; Christine, C.(2012). Microbiologia. 10ª. ed. Artmed Editora SA,Porto Alegre.
- GIOVANA,F.O.(2019). Pseudomonas aeruginosa em água mineral: ocorrência e métodos microbiológicos. Campinas, São Paulo.
- HARTWUIG, S. P.; Greice,V.K.A; Ferreira, G.M.C.(2015) Avaliação da qualidade bacteriológica da água utilizada para abastecimento público no município de Pelotas-RS-Brasil.
- <https://www.blog.purific.com.br/conductividade-da-agua-o-que-e-beneficios>.
- Instituto Adolfo Lutz (1985). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Vol. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP. p. 309.
- LILIAN,M.M.(2014). Assessment of the quantity and microbiological quality of domestic water supply in Peri-urban areas of Lusaka district, Zambia.
- LIMA,(2019).Avaliação de parâmetros de potabilidade da água e de consumo do Instituto Federal Catarinense.
- LECLERC, H.; Moreau,A.(2002).Microbiological safety of natural mineral water. FEMS Microbiology Reviews, n.26, p.207-222.
- LECLERC, H.; Mossel, D.A.A.; Edberg, S.C.;Struijk, C.B.(2001). Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. Annual Review of Microbioloy, n.55. p.134-201.
- LUCINEIA, A. C.(2013). Analise de parametros de qualidade de agua para consumo humano. Manual prático de Análise de Água.(2006).Ministério de saúde -fundação Nacional de Saúde,Brasília.
- Ministério de Saúde (2012).Manual prático de Análise de Água.Fundação Nacional de Saúde, Brasília.
- Ministério da Saúde.(2008).Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância Epidemiológica . Manual integrado de vigilância epidemiológica da cólera.
- Moçambique,(2012). Currículo do Curso de Técnicos de Medicina Geral. Manual de Anatomia_Fisiologia.

- MUNIZ, J. M.(2013).Avaliação microbiológica, física e química da água de escolas públicas municipais de Uberaba– MG.Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro.
- NÁDIA,(2021). Physico-Chemical and Bacteriological Analysis of Drinking Water of Springs of Sherqilla, District Ghizer, Gilgit-Baltistan, Pakistan Islam1, Khalil Ahmed.
- NATÁLIA,G.K.;Silvia,A.M.(2017). Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais dediferentes marcas e volumes comercializadas, em Campinas , Estado de São Paulo. Organização Mundial de Saúde, 2004.
- PASSAGLI,M.(2011).Toxicologia Forense. 3. Ed. São Paulo: Millennium.
- PRODANOV,C.C.;Ernani,C.F.(2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª Edição. Editora Feevale.
- República de Moçambique(2022).Direcção Provincial de Nampula-Base de dados de controlo de água.
- RAHMANIAN,N.;Siti,H.B.A.;Homayoonfard,M;Ali,N.J.;Rehan,M.;SadeF,Y.,Nizami,A.S.(2015). Analysis of Physiochemical Parameters to Evaluate the Drinking Water Quality in the State of Perak, Malaysia.
- SANDRA J. J.A.(2021). Avaliação microbiologica da agua consumida na Cidade de Huambo-Angola.
- SANTOS,M.C.(2019).Determinação de propriedades físico-químicas de águas do chafariz do município de Cuité-PB. Educação, Ciência e Saúde, v.6,n.1.
- SANTOS,A.C.(2010).Noções de Hidroquímica.Hidrogeologia:Conceitos e aplicações.2.ed.
- STEIN,(2012). Qualidade das águas do aquífero Barreiras no setor sul de Natal e norte de Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, vol. 42
- USEPA, (1999)- United States Environmental Protection Agency, 25 Years of the Safe drinking water act: History and trends. [http://www.epa.gov/safewater/con-consumer/trendrpt. pdf](http://www.epa.gov/safewater/con-consumer/trendrpt.pdf).
- ZAMXAKA,M.P.G,;Muyima,NYO(2021).Microbiological and physico-chemical assessment of the quality of domestic water sources in selected rural communities of the Eastern Cape Province, South Africa.

7.0 Apêndices

Figura 1: Amostra colhida



Figura 2: Transporte de amostra



Figura 3: Identificação Bioquímica.



Figura 4: Crescimento Microbiano

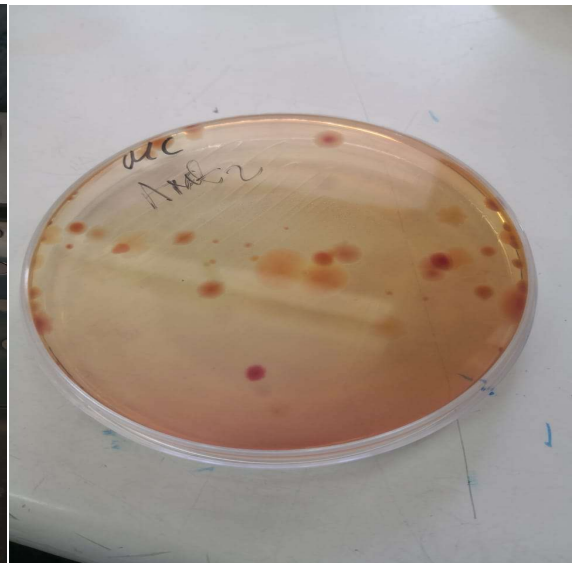


Figura 5: *Proteus vulgaris*

Figura 6: Ausência de crescimento bacteriana



Figura 7: Sistema de tubagem



Figura 8: Sistema de tubagem



Figura 9: Saneamento do meio



Figura 10: Condutivimetro

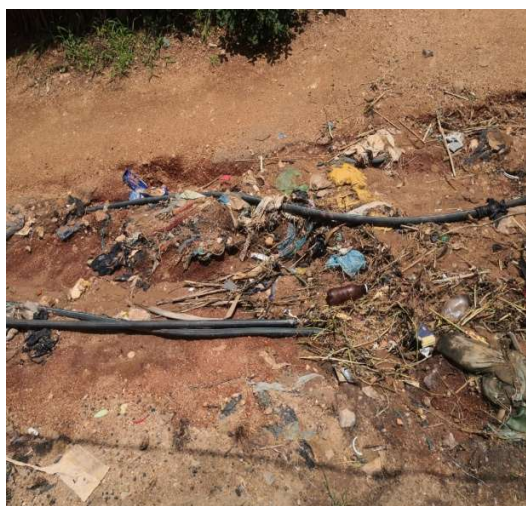


Figura 11: Turbidimetro



Figura 12: pH metro

