



ESCOLA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Química Marinha

Análise da salinidade, nitrato, nitrito, amónia e os microrganismos biológicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Licuar e sua interferência nas condições sócio ambientais do distrito de Nicoadala, Zambézia.



Autora:

Zeferina Veredas Campos



ESCOLA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Química Marinha

Análise da salinidade, nitrato, nitrito, amónia e os microrganismos biológicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Licuar e sua interferência nas condições sócio ambientais do distrito de Nicoadala, Zambézia.

Autora:

Zeferina Veredas Campos

\ Supervisor:

Mestre Horácio Luís Respeito

Quelimane, Novembro de 2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente em memória dos meus pais Veredas Campos e Angélica Romão, (que as suas almas descansem em paz), ao meu esposo Zacarias Luís Luabo, pelo amor, companheirismo, ensinamentos e muita paciência aos meus filhos Azalfídio, Dayonlaine, Elaine e Ausen.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus pelo dom da vida.

Agradeço aos meus pais Veredas Campos (em memória) e Angélica Romão (em memória), por terem-me trazido ao mundo e me terem assegurado até então. Agradeço a todos meus irmãos, Luciano, Ossene, Odete, Noélia e a todos meus sobrinhos e familiares. Em especial, agradeço bastante minha irmã e mãe ao mesmo tempo, Sortinha por ter-me assegurado e criado no momento em que meus pais partiram para o além, se não fosse ela, eu não estaria aqui. A minha segunda mãe Esmeralda, por ter-me acolhido e me ter educado.

Agradeço ao meu marido Zacarias Luís Luabo, aos meus filhos Azalfídio Zacarias, Dayonlaine Zacarias, Elaine Zacarias e Áusen Zacarias, pelo companheirismo do dia após dia, eles são o motivo da minha vida, alegria e felicidade acima de tudo.

Agradeço a minha sogra e meus cunhados, por terem-me recebido e me aceitar a fazer parte da sua família.

Ao meu supervisor Horácio Luís Respeito por ter trabalhado comigo me suportando na materialização deste trabalho, o meu muito obrigado.

Agradeço a todos meus colegas em especial do curso de Química Marinha, todos docentes da ESCMC, em especial todos que me deram aulas, todos funcionários em especial aos Sr. (a) (s) ou dr. (a) (s). Atija, Salvador, Simão, Tonis, Luabo, Iranete e Omar, pela sua disponibilidade em me apoiar no momento que precisei.

Por último, agradeço a todos (as) amigos (as) e a todos aqueles que aqui não mencionei, aos que directas ou indirectamente me ajudaram para a concretização desse grande sonho académico.

A todos, vai o meu muito obrigado.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra, que, o presente trabalho de licenciatura em Química Marinha é fruto de minha pesquisa pessoal sob orientações do meu supervisor. O seu conteúdo é original e todas as fontes estão devidamente mencionadas nas notas e na bibliografia. As ideias originais nele contido são da inteira responsabilidade do autor e que este trabalho não foi submetido em nenhuma outra instituição para a obtenção de qualquer grau académico.

Quelimane, Outubro de 2023

(Zeferina Veredas Campos)

RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo geral analisar a salinidade, nitrato, nitrito, amónia e os microrganismos biológicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Licuar e sua interferência nas condições socio ambientais do distrito de Nicoadala, Zambézia. Para a realização deste trabalho foi necessário o uso de vários instrumentos como *GPS, Garrafas de polietileno (500ml), Etiquetas, Caneta, Fita-cola transparente, Água Oxigenada, Papel higiénico, Pedras de Gelo, Coleman, Multiparametros, Disco de Secchi, Placa de Petrifilm e Estufa*, para a colecta e análise das amostras. Os parâmetros como a temperatura, salinidade, pH, Turbidez foram analisados *in situ* ou seja directamente no rio. Para os microrganismos biológicos como os coliformes fecais, termotolerantes e químicos como os nitrato, nitrito e amónia, foram analisados no laboratório das Águas da Região Centro (AdRC) de Quelimane. Após a análise, os resultados indicaram que, em todos os pontos não houve presença de coliformes fecais. Para os coliformes totais, no ponto 1 foi de 5 NMP/100ml, ponto 2 foi de 4 NMP/100ml, 12 NMP/100ml no ponto 3 e no ponto 4 foi de 10 NMP/100ml. Para E. Coli, os resultados foram, no ponto 1 foi de 2 NMP/100ml, no ponto 2 foi de 1 NMP/100ml, no ponto 3 foi de 6 NMP/100ml e no ponto 4 foi de 3 NMP/100ml. Para os dados medidos imediatamente como a temperatura, indicaram no ponto 1, 2, 3 e 4 os seguintes resultados 24,4 °C, 25,8 °C, 23,7 °C e 27,2 °C respectivamente. A salinidade indicou no ponto 1, 2,1‰, no ponto 2 foi de 0,09‰ e 0‰ nos pontos 3 e 4. Oxigénio dissolvido no ponto 1 foi de 180,1, no ponto 2 foi de 186,3, no ponto 3 foi de 150,2 e no ponto 4 foi de 183,7 % de saturação. Para o pH e a transparência, no ponto 1 foi de 7,22 e 70 cm, no ponto 2 foi de 6,67 e 25 cm, no ponto 3 foi de 8,21 e 65 cm e no ponto 4 foi de 8,61 e 65 cm respectivamente. Para nitrato, nitrito e amónio, no ponto 1 foi de 2,8 mg/l, 0,027 mg/l e 0 mg/l, no ponto 2 foi de 2 mg/l, 0,053 mg/l e 0,01 mg/l, no ponto 3 foi de 2,7 mg/l, 0,049 mg/l e 0,04 mg/l e no ponto 4 foi de 1,7 mg/l, 0,064 mg/l e 0,22 mg/l respectivamente. De forma sumária, conclui-se que, os níveis de coliformes totais e *Escherichia coli* estiveram acima do valor máximo recomendado pela OMS e não se verificou nenhuma presença de coliformes fecais. A água da bacia hidrográfica do rio Licuar apresenta uma salinidade muito baixa, fazendo com que a água seja totalmente doce. Os parâmetros como nitrato, nitrito e amónio, estiveram dentro dos padrões de potabilidade da água, por se apresentar com o nível abaixo do limite máximo recomendado pela OMS.

Palavras-chave: *Salinidade, Microorganismos, Qualidade da Água, Doenças Hídricas.*

ABSTRAT

The general objective of this work was to analyze the salinity, nitrate, nitrite, ammonia and biological microorganisms of the surface waters of the Licuar river basin and their interference in the socio-environmental conditions of the district of Nicoadala, Zambézia. To carry out this work it was necessary to use several instruments such as GPS, Polyethylene bottles (500ml), Labels, Pen, Transparent tape, Hydrogen Peroxide, Toilet paper, Ice cubes, Coleman, Multiparameters, Secchi disk, Plate of Petrifilm and Greenhouse, for the collection and analysis of samples. Parameters such as temperature, salinity, pH and turbidity were analyzed in situ, that is, directly in the river. For biological microorganisms such as fecal coliforms, thermotolerants and chemicals such as nitrate, nitrite and ammonia, they were analyzed at the Águas da Região Centro (AdRC) laboratory in Quelimane. After analysis, the results indicated that, at all points there was no presence of fecal coliforms, for total coliforms, at point 1 it was 5 MPN/100ml, point 2 was 4 MPN/100ml, 12 MPN/100ml at the point 3 and in point 4 it was 10 MPN/100ml. For E. Coli, the results were, at point 1 it was 2 MPN/100ml, at point 2 it was 1 MPN/100ml, at point 3 it was 6 MPN/100ml and at point 4 it was 3 MPN/100ml. For the data immediately measured, such as temperature, the following results were indicated at points 1, 2, 3 and 4: 24.4 °C, 25.8 °C, 23.7 °C and 27.2 °C respectively. The salinity indicated at point 1, 2.1‰, at point 2 it was 0.09‰ and 0‰ at points 3 and 4. Dissolved oxygen at point 1 was 180.1, at point 2 it was 186.3, at point 3 it was 150.2 and at point 4 it was 183.7% saturation. For pH and transparency, at point 1 it was 7.22 and 70 cm, at point 2 it was 6.67 and 25 cm, at point 3 it was 8.21 and 65 cm and at point 4 8, 61 and 65 cm respectively. For nitrate, nitrite and ammonium, at point 1 it was 2.8 mg/l, 0.027 mg/l and 0 mg/l, at point 2 it was 2 mg/l, 0.053 mg/l and 0.01 mg/l, at point 3 was 2.7 mg/l, 0.049 mg/l and 0.04 mg/l and in point 4 it was 1.7 mg/l, 0.064 mg/l and 0.22 mg/l respectively. In summary, it is concluded that the levels of total coliforms and Escherichia coli were above the maximum value recommended by the WHO and there was no presence of fecal coliforms. The water in the Licuar river basin has very low salinity, making the water completely fresh. Parameters such as nitrate, nitrite and ammonium were within water potability standards, as they were below the maximum limit recommended by the WHO.

Keywords: Salinity, Microorganisms, Water Quality, Water Diseases.

Lista de tabelas

Numeração e título da tabela	Pag.
Tabela 1: Material, instrumentos e sua aplicação	9
Tabela 2: Níveis dos microorganismos na bacia hidrográfica do rio Licuar	25
Tabela 3: Níveis de variação de parâmetros físico-químicos	25
Tabela 4: Níveis de variação de parâmetros químicos (nitrato, nitrito e amónio)	26

Lista de figuras

Numeração e título da figura	Pag.
Figura 1: Mapa de localização da área de estudo	8
Figura 2: Identificação de coliformes fecais na bacia hidrográfica do rio Licuar	11
Figura 3: Identificação de coliformes totais na bacia hidrográfica do rio Licuar	12
Figura 4: Identificação de Escherichia coli na bacia hidrográfica do rio Licuar	13
Figura 5: Variação de parâmetros físico-químicos na bacia hidrográfica do rio Licuar	14
Figura 6: Variação de parâmetros químicos (Nitrato, Nitrito e Amónia)	16
Figura 7: Observação directa da população realizando suas actividades no rio Licuar	17
Figura 8: Instrumentos usados no laboratório / análises laboratoriais	23
Figura 9: Instrumentos usados no campo	24
Figura 10: Medição de parâmetros físico-químicos no campo	24

Nomenclatura

Abreviatura	Significado
O. D.	Oxigénio Dissolvido
pH	Potencial de Hidrogénio
NO ₃ ⁻	Nitrato
NO ₂ ⁻	Nitrito
NH ₄ ⁺	Amónio
g/l	Gramas por Litro
mg/l	Miligramas por Litro
NMP/100ml	Número de Microorganismos Presentes por Cem Mililitros
VMR	Valor Máximo Recomendado
OMS	Organização Mundial da Saúde
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
AdRC	Águas da Região Centro
FIPAG	Fundo de Investimento e Património de Água

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Introdução	1
1.2. Problematização.....	1
1.3. Justificativa	2
CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Parâmetros Físicos-químicos da qualidade de água.....	4
2.1.1. Temperatura	4
2.1.2. Salinidade.....	4
2.1.3. Potencial Hidrogénio (pH).....	4
2.1.4. Oxigénio Dissolvido	5
2.1.5. Transparência.....	5
2.1.6. Nitrato (NO ₃ ⁻).....	6
2.1.7. Nitrito (NO ₂ ⁻)	6
2.1.8. Amónio (NH ₄ ⁺)	6
2.2. Parâmetros microbiológicos da qualidade da água	6
2.2.1. Coliformes totais.....	7
2.2.2. Coliformes fecais	7
2.2.3. Escherichia coli.....	7
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	8
3.1. Descrição da Área de Estudo.....	8
3.2. Material e sua aplicação.....	8
3.3. Métodos usados para a colecta e análise de dados	9
3.4. Análises químicas e microbiológicas.....	10
3.4.1. Análises químicas	10
3.4.2. Análise microbiológica	10
3.4.3. Observação directa.....	10
3.5. Tratamento dos dados	11
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	11
4.1. Níveis de parâmetros microbiológicos (C. Totais, C. Fecais e E. Coli) do rio Licuar.....	11
4.1.3. Níveis de Escherichia coli na bacia hidrográfica do rio Licuar	13
4.2.1. Níveis de temperatura, salinidade, O. Dissolvido, pH e transparência	14
4.2. Níveis de variação de parâmetros químicos (Nitrato, Nitrito e Amónio)	16

4.3. Impactos sócio-ambientais da contaminação da água do rio Licuar.....	17
4.3.1. Análise de dados de observação no rio Licuar.....	17
CAPÍTULO V – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	19
5. Conclusão e Recomendações.....	19
5.1. Conclusão.....	19
5.2. Recomendações.....	19
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
APÊNDICE.....	23
Apêndice 1.....	24
Apêndice 2.....	26
Apêndice 3.....	28

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

A água é um líquido natural de extrema importância para todos seres vivos. Contribui bastante para o desenvolvimento e a manutenção da vida na terra (Sidumo, 2017).

Nas Zonas suburbanas e urbanas todas populações dependem da água para atender as suas variadas actividades básicas como beber, lavar roupa, cozinhar, irrigar as machambas e entre outras. Actualmente em Moçambique de forma geral e nos distritos da Zambézia de forma particular verifica-se a inexistência da água potável para as populações. Maior número das pessoas que vivem nos distritos da província da Zambézia não só, dependem da água dos poços e furos para atender as suas necessidades básicas, usam também água dos rios para vários fins.

De acordo com Arana (2010), devido à sua importância, a água dos rios deve ser atendida a sua qualidade para ser conservada a qualquer custo, visto que disso dependerá do futuro da vida na terra.

Portanto, embora a água seja um elemento essencial à vida, o mau uso da desta pode trazer riscos a saúde, servindo de veículo a vários agentes patogénicos biológicos e químicos (Chirindza, 2017). Por isso, o homem deve ter em conta aos factores que podem interferir negativamente na qualidade da água e no seu destino final.

1.2. Problematização

A população do distrito de Nicoadala tira proveitos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Licuar, para vários fins. Como maior numero das populações que vivem no distrito de Nicoadala não tem água potável, estas recorrem a água do rio Licuar para beber, irrigar as machambas, pesca e bebedouro dos seus animais. Dai que, a presença de salinidade elevada nas águas desse rio, podem comprometer não só a qualidade da água na bacia, ma também a saúde publica, criado proliferação de doenças de origem hídrica e por outro, na qualidade de agricultura.

Segundo Who (2004), citado por Respeito (2015), em cada ano, a qualidade inadequada da água, a falta de saneamento e higiene, causam aproximadamente 3,1% de todos óbitos, ou seja, a morte de aproximadamente 1,7 milhões de pessoas em todo o mundo. Onde, as doenças transmitidas pela água estão entre as principais causas de óbitos de crianças com idade abaixo de 5 anos.

As populações do distrito de Nicoadala vivem numa estreita dependência da bacia hidrográfica do rio Licuar, onde faz com que esta bacia este susceptível a muitas contaminações, devido a sua topografia.

Varias são actividades praticadas ao redor ou mesmo no rio Licuar, que de algum modo pode contribuir bastante para a contaminação das águas da sua bacia hidrográfica, despejo de resíduos sólidos, fecalismo a céu aberto, presença de diferentes contaminantes como, restos de comidas, lavagem de roupa dentro do rio, entre outras actividades.

Perante estes factores, coloca-se a seguinte pergunta de pesquisa: *Qual é o nível de salinidade, nitrato, nitrito, amónia e os microrganismos biológicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Licuar e sua interferência nas condições sócio-económicas e ambiental do distrito de Nicoadala, Zambézia?*

1.3. Justificativa

A realização deste trabalho foi motivada por várias discussões acesas, nas várias unidades curriculares como por exemplo, a química ambiental a qualidade de água e saneamento do meio sobretudo a importância da água para os seres vivos. Não só mas também a grande motivação para a efectivação deste tema foi por ter vivenciado sempre varias populações do distrito de Nicoadala a praticarem varias actividades dentro do rio Licuar que de algum modo prejudica não só o corpo hídrico como também a vida sócio-ambiental. Em conversa e as vivências fui-me apercebendo que as populações do distrito de Nicoadala usam a água do rio Licuar para cozinhar entre outras actividades de interesse social. Acredito que a importância de investir em pesquisa voltada à qualidade das águas pode contribuir para que o cidadão, esteja a cada dia mais informada na matéria da qualidade e saneamento do meio ambiente.

A qualidade da água para o desenvolvimento de várias actividades é um dos temas de extrema importância na actualidade, porque permite a redução de ocorrência de surtos de doenças de origem hídrica.

O presente estudo é de extrema importância pós com estes resultados poderá ser usado na formulação de outros estudos da mesma temática, formulação de estratégias de sensibilização da população deste e de outros distritos a nível nacional nas matérias de como usar as águas superficiais das bacias e dos seus respectivos rios, contribuindo assim para o bom uso das águas e a posterior boa produtividade agrícola e redução de doenças de origem hídrica.

1.4. Objectivos

1.4.1. Objectivo geral

- Analisar a salinidade, nitrato, nitrito, amónia e os microrganismos biológicos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Licuar e sua interferência nas condições sócio ambientais do distrito de Nicoadala, Zambézia.

1.4.2. Objectivos específicos

- Determinar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que afectam a qualidade da água do rio Licuar;
- Descrever os impactos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio Licuar;

CAPITULO II - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Parâmetros Físicos-químicos da qualidade de água

2.1.1. Temperatura

Segundo Pécora e Silva (2005), citados por Ucolor (2017), temperatura “é uma palavra derivada do latim, reconhecida cognitivamente como o nível do calor que existe no meio ambiente, resultante da acção duma fonte de calor (sol, água quente) ou é o nível do calor que existe num corpo. A temperatura desempenha um papel muito importante sobre todos os organismos aquáticos e da maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos presentes nas unidades de cultivo (Arana, 2010). Todos os corpos de água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano, entretanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos de água resultando na emigração ou morte de peixes (De Almeida, 2013, citado por Ucolor, 2017). Para determinação da temperatura, aplicam-se métodos instrumentais devido a sua sensibilidade (Ucolor, 2017).

2.1.2. Salinidade

Salinidade é a quantidade de sais dissolvidos em massas de água naturais, como sejam em oceanos, lagos, rios, estuários ou um aquífero. A unidade actualmente usada é g/kg, que equivale a partes por mil, cujo símbolo é ‰ (Conama, 1996, citado por Mumuane, 2017). As fontes de água doce tem a salinidade inferior ou igual a 0,50‰, encontram-se neste grupo, os rios, lagos e ribeiras (Mumuane, 2017). A água com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ são chamadas de salobras, tem aparência turva e possui grandes quantidades de substâncias dissolvidas, é encontrada facilmente em estuários (Mumuane, 2017). Enquanto as águas salinas ou salgadas possuem a salinidade superior a 30‰, como o caso do mar (Guerreiro, 2009, citado por Mumuane, 2017).

2.1.3. Potencial Hidrogénio (pH)

É a concentração de iões de hidrogénio e hidroxilo na água, é a acidez e a alcalinidade da água (Luabo, 2014). A tabela vai de 1 a 14, sendo de 1 a 6,5 ácida e acima de 7,5 alcalina. O ideal é manter a água com o pH neutro, isto é, em torno de 7 (Morais, 1996 citado por Luabo, 2014). O pH é alterado pelo e gases dissolvidos provenientes de dissolução das rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica, fotossíntese, despejos domésticos ou industriais (Respeito, 2015). Valores de pH altos ou baixos podem causar irritação na pele ou nos olhos, porém, não tem implicação de risco a

saúde pública (Respeito, 2015). A OMS fornece o limite máximo admissível no intervalo de 6,5-8,5 para que a água seja pronta para o consumo (Sperling, 2005 citado por Respeito, 2015).

Segundo Arana (2010), o pH é um parâmetro muito especial nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de muitos fenómenos químicos e biológicos, porém, pode também ser consequência de outra série de fenómenos. O pH alcalino é responsável por uma maior percentagem de amónia não ionizada, presente na água, mas este mesmo pH pode ser o resultado de uma outra série de factores, tais como a abundância de fitoplâncton no meio aquático (Arana, 2010).

2.1.4. Oxigénio Dissolvido

O oxigénio é, de entre os gases, um dos mais importantes para os seres vivos. Altamente dinâmico, o oxigénio interage de diversas maneiras na vida dos organismos aquáticos. Directamente, provoca problemas de respiração e, indirectamente, participa de todas as reacções de oxidação e redução do ambiente (Poli et al., 2004). A principal fonte de oxigénio para a água é a actividade fotossintética, pois é a que mais contribui para aumentar sua concentração. Outra forma de introdução de oxigénio na água poderá ser directa ou indirecta, utilizando-se, para tanto, aparelhos aerizadores de água, que introduzem todos os gases dissolvidos na atmosfera, ou mesmo o oxigénio puro, que terá utilidade caso saibamos emprega-lo, no momento oportuno e de uma forma correcta (Poli et al., 2004). As perdas de oxigénio também são importantes. As principais perdas são ocasionadas pela respiração dos organismos aquáticos, perdas para a atmosfera em casos de supersaturação da água, oxidação da matéria orgânica e a oxidação de ions metálicos, como por exemplo, o ferro e o manganês. Os principais factores de saturação do oxigénio na água são a temperatura e a pressão. (Poli et al., 2004).

2.1.5. Transparência

A transparência é uma medida directamente relacionada com a quantidade de matéria orgânica, placton, material em suspensão, proveniente das chuvas, ou entre outras, presentes na água (INAQUA, 2012 citado por Luabo, 2014). Pode-se notar, por tanto, que o processo fotossintético dos organismos clorofilados esta limitado às camadas superficiais de água, onde a maior parte da luz é absorvida (INAQUA, 2012, citado por Luabo, 2014). A transparência da água pode ser utilizada como parâmetro indicado da riqueza ou pobreza da água em alimento natural (formado por animais e vegetais invisíveis a olho nu) e medida com um instrumento chamado Disco de Secchi ou qualquer outro objecto graduado

de 0-100 cm, na coluna de água (Fole, 2010).

2.1.6. Nitrato (NO_3^-)

O nitrato (NO_3^-) é o produto final da oxidação da amónia que compreende dois passos: a transformação da amónia em nitrito por acção das *Nitrossomonas* e a transformação do nitrito em nitrato por acção de *Nitrobacter* (Tauro, 2014). Este processo, por realizar-se em condições aeróbias é conhecido como nitrificação e, a redução do nitrito para amónia é conhecida como desnitrificação e se realiza em condições anaeróbias, próprias de ambientes eutrofizados em que ocorre a decomposição da matéria orgânica (Arana, 2010).

2.1.7. Nitrito (NO_2^-)

O nitrito (NO_2^-) é determinado através de espectrofotometria, e pelo método colorimétrico: o nitrito é determinado mediante a formação de um composto azo da cor púrpura, em um pH da ordem de 2.0 a 2.5, por diazotação por sulfanilamida com N-(1-naftil)-etilenodiamino dihidroclorídrico (NED dihidroclorídrico) (Sidumo, 2017).

Nitrito (NO_2^-) geralmente não está presente em concentrações significativas, excepto em um ambiente de redução, pois, nitrato é o estado de oxidação mais estável, pode ser formado pela redução microbiana de nitrato (OMS, 2011 citado por Sidumo, 2017).

2.1.8. Amónio (NH_4^+)

O amónio é a forma mais reduzida e mais abundante do nitrogénio inorgânico nas superfícies do mar e estuários a pós o período de produtividade (Chaia, 2015). Segundo Chaia (2015), citando Grasshoff e Kremling (1999), a sua concentração nas camadas onde se encontra o fitoplâncton é geralmente muito baixa. O nitrogénio é um dos elementos limitantes no crescimento celular e importante em sistemas de tratamento de efluentes, onde o nitrogénio na forma de amónio é usado como indicador de poluição (Guimarães & Nour, 2001, citados por Tauro, 2015). O amónio é considerado óptimo quando estiver entre 0.4 mg/l à 5 mg/l e os organismos fitoplanctónicos usam o amónio (NH_4^+) como fonte de nitrogénio, pois os custos energéticos para assimilação do nitrogénio são menos (Silva 2007, citado por Tauro, 2015).

2.2. Parâmetros microbiológicos da qualidade da água

2.2.1. Coliformes totais

Este grupo é composto por bactérias da família Eterobacteriaceae, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido e gás, quando incubados à 35-37 °C, por 48 horas. São bastonetes Gram-negativos, não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos (Ray, 1996, citado por Chirindza, 2017). Pertencem a este grupo predominantemente, bactérias dos géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, destas, apenas a *Escherichia coli* tem como habitat primário o trato intestinal do homem e animais. Consequentemente, a presença de coliformes totais no alimento, não indica necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (Franco & Landgraff, 1996).

2.2.2. Coliformes fecais

O grupo de coliformes fecais compreendem o género *Escherichia* e, em menor extensão, espécies de *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. Apesar da denominação, o grupo acaba também por incluir bactérias de origem não exclusivamente fecal, embora em proporção bem menor que o grupo de coliformes totais. Algumas espécies são encontradas em águas em matéria orgânica, efluentes industriais (Mumuane, 2017 citando Cleasby, 1990).

2.2.3. *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* é uma bactéria do grupo dos coliformes fecais também chamados de coliformes termotolerantes, pois, toleram temperaturas acima de 40 °C e reproduzem-se nessa temperatura em menos de 24 horas. É a principal bactéria do grupo de coliformes fecais, sendo abundantes nas fezes humanas e de animais de sangue quente. É a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal. O valor máximo admissível desta bactéria é de 0 em cada 100ml de amostra de água, o que quer dizer que, na água esta bactéria deve estar ausente (Sidumo, 2017 citando Freitas, 2004).

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

3.1. Descrição da Área de Estudo

O rio Licuar está localizado no distrito de Nicoadala, na região do baixo Zambeze, no sudoeste da província da Zambézia, fazendo fronteiras a norte pelos distritos de Mocuba e Namacurra, a oeste com os distritos de Mopeia e Morrumbala, a sul, pelo distrito de Inhassunge e oceano Índico, com uma superfície de 3.525 km² e uma população estimada em 248.020 habitantes, tendo 73 habitantes/km². A população é jovem (45% abaixo dos 15 anos de idade), maioritariamente feminina (taxa de masculinidade 49%) e de matriz marcadamente rural (Mussa, 2010). O clima predominante é tropical chuvoso, de savana-AW (classificação de Köppen), com duas estações distintas, a chuvosa de Novembro a Abril e a seca de Maio a Outubro. A temperatura média diária é de 25,6°C, sendo, Dezembro e Janeiro os meses mais quentes com uma temperatura média de 28°C. A precipitação é alta, atingindo uma média anual de 1.428 mm. A pluviosidade é sazonal, ocorrendo cerca de 70% da precipitação anual durante os meses de Dezembro a Março. Os ventos fortes predominam no período que vai de Agosto a Outubro (Guirruço, 2011). O estudo foi realizado na zona do Curungo em 4 pontos situadas sob coordenadas do P1 17°58'529" latitude e 36°68'920" longitude, P2 situado a 17°58'196" latitude e 36°69'936" longitude, P3 latitude 17°59'136" e longitude 36°68'757", P4 latitude 17°59'551" e longitude 36°69'038".

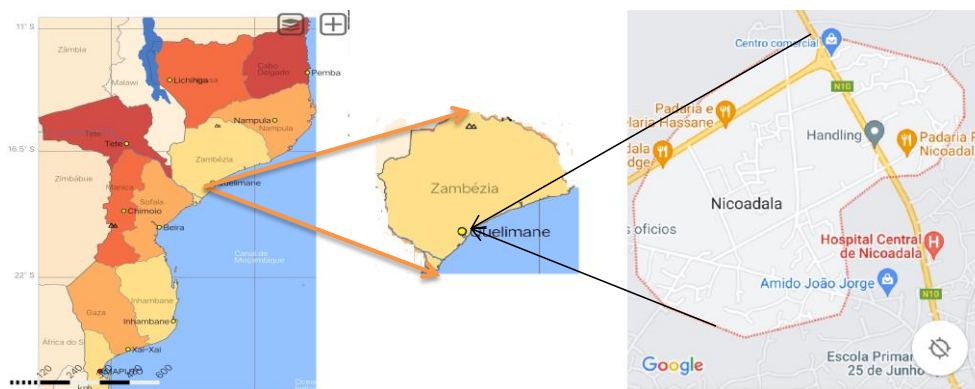


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

3.2. Material e sua aplicação

Para a realização do trabalho foi necessário o uso de vários instrumentos e cada um com sua finalidade

como ilustra na tabela 1 a baixo.

Tabela 1: Material, instrumentos e sua aplicação

Material/Instrumento	Aplicação
Garrafas de polietileno (500ml)	Enchimento das amostras
Etiquetas e Canetas	Identificação das amostras
Fita-cola transparente	Protecção das etiquetas já identificadas
Água Oxigenada	Enxaguar a busca e as Garrafas
Papel higiénico	Limpar e secar a mão e alguns materiais
Pedras de Gelo e Coleman	Conservar e transporte das amostras
Placa de Petrifilm e Estufa	Contagem de coliformes totais e E. Coli
Disco de Secchi	Medição de transparência
Multi Parâmetro	Medição de temperatura, pH, salinidade e oxigénio dissolvido

Fonte: Autora (2023)

3.3. Métodos usados para a colecta e análise de dados

Para a realização deste trabalho, foi obedecido um processo desde as consultas de diversas literaturas (revisão bibliográfica), colecta e processamento de dados, digitalização das informações que se acharam pertinentes para o trabalho, organização e discussão dos resultados. Isso tudo foi feito em contacto permanente com o supervisor até a fase final (impressão e encadernação do trabalho final).

A colecta de dados foi feita no distrito de Nicoadala, na bacia hidrográfica do rio Licuar, no povoado de Curungo. Antes de encher as garrafas foram enxaguadas com água destilada. Depois de as encher, as amostras foram identificadas por uma etiqueta e caneta, de seguida, depois da identificação, passou se uma fita-cola transparente em cada garrafa já identifica na parte da etiqueta para não apanhar molha e conservadas num Coleman contendo pedras de gelo (para não alterar as propriedades). De seguida, as amostras foram transportadas para o laboratório de AdRC (Águas da Região do Centro) antiga FIPAG na cidade de Quelimane, ondem se realizaram as análises químicas e microbiológicas. Foram colhidas amostras em 4 pontos.

A distância entre os pontos foi de 1,5 km, excepto de ponto 3 para ponto 4, que foi de 5 km. Em todos os pontos, a água é usada para lavagem de roupa e banho, em alguns pontos, os residentes quando vão

ao rio desenvolver suas actividades de pesca e banho, usam a mesma água para beber.

3.4. Análises químicas e microbiológicas

As análises químicas e microbiológicas foram feitas no laboratório de AdRC (Águas da Região do Centro) antiga FIPAG de Quelimane. As análises de parâmetros químicos foram realizadas através de métodos instrumentais e titulométricos, por um fotómetro multiparâmetro HACH DR 900, pH metro e titulómetros com indicador respectivamente. Os parâmetros biológicos foram analisados através de método PETRIFILM com o uso da membrana filtrante.

3.4.1. Análises químicas

Amónio, Nitrato e Nitrito, para a análise destes parâmetros, utilizou-se o fotómetro HACH DR 900 com 388N-Amónio livre, 361N-Nitrato HR AV e 375N-Nitrito LR como itens para a análise, depois, foi transferida para uma cuvete de 10ml, em seguida, colocou-se a cuvete no orifício de medição do fotómetro, premiu-se o botão ZERO para calibrar o aparelho de medição. Depois de calibrar o aparelho, retirou-se a cuvete do orifício de medição. Foi adicionado o reagente em pó numa cuvete de 10ml contendo amostra, fechando bem a cuvete com a tampa misturou-se o conteúdo, agitando para homogeneizar, depois da homogeneização colocou-se a cuvete no orifício de medição e premiu-se o botão ENTER. Num intervalo de 3 minutos de leitura, realizou-se a medição automaticamente. Após a leitura, o resultado foi exibido no visor do aparelho em mg/L de NH_3 .

3.4.2. Análise microbiológica

A análise bacteriológica (Coliformes totais e E.coli), foi feita a partir do método de PETRIFILM em que se pipetou 1ml de amostra na membrana filtrante e colocou-se na estufa durante 24 horas a uma temperatura de 37°C. Após 24 horas, se retirou da estufa para se fazer a contagem das colónias (microorganismos) manualmente e os resultados foram expressos em N° de colónias/100ml (NMP/100ml).

3.4.3. Observação directa

A observação directa foi feita [directamente pela proponente tirando foto](#) à população encontrada a realizar diversas actividades no rio Licuar, em cada ponto de colecta de dados. Foi usado um celular para tirar as imagens.

3.5. Tratamento dos dados

Os dados foram organizados e processados em tabelas, usando o programa *Microsoft Excel versão 2013* foram plotados os gráficos.

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Níveis de parâmetros microbiológicos (C. Totais, C. Fecais e E. Coli) do rio Licuar

4.1.1. Níveis de coliformes fecais na bacia hidrográfica do rio Licuar

Os resultados sobre os níveis de coliformes fecais identificados a partir da análise das amostras de água colhida no rio Licuar, encontram-se patente na figura 2 a baixo.

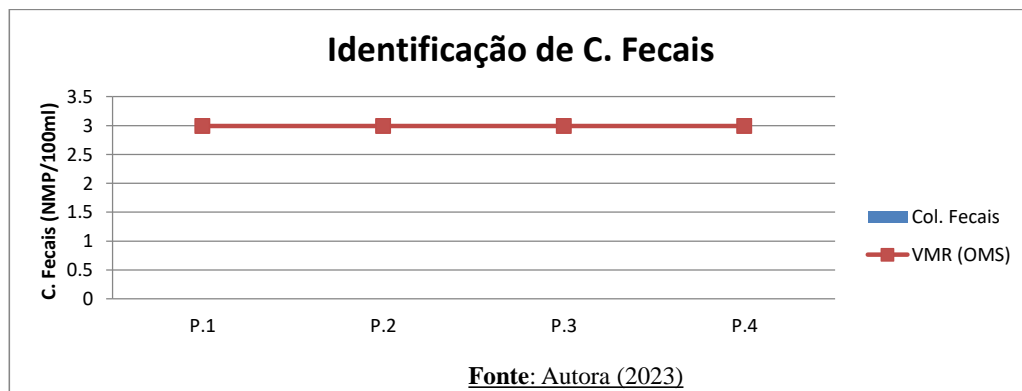


Figura 2: Identificação de C. Fecais na bacia hidrográfica do rio Licuar

Segundo a figura 2 acima, os dados indicam que, em todos os pontos ~~colectados as amostras~~ não foi verificada **nenhuma presença** de coliformes fecais.

Para Sardiglia (2006), **a presença de microorganismos** do grupo coliforme na de consumo é um forte indício de contaminação fecal que esta associada directamente na qualidade da saúde humana. As condições de água para o consumo e livre de coliformes fecais podem ser obtidas através do monitoramento de condições sanitárias, realizadas através de análises laboratoriais para detecção dos coliformes.

Segundo MISAU (2004), a água para ser potável não deve conter bactérias que indicam contaminação

Comentário [E1]: Há discordância. veja que no paragrafo acima diz nenhuma presença de coliformes fecais mas procura autor que diz a presença de microorganismos? Acha mesmo há conexão na fala. Eu acho tinha que procurar autor que ia falar o que acontece quando a água não tem coliformes fecais se e boa ou não. O tema microorganismo e mais vasto. Sugiro revisão

fecal.

NOTA: precisa fortalecer a sua discussão de dados. Esta discussão é muito fraca. Se achar deixar assim as responsabilidades serão suas!

4.1.2. Níveis de coliformes totais na bacia hidrográfica do rio Licuar

Os resultados sobre os níveis de coliformes totais identificados a partir da análise de amostras de água colhida no rio Licuar, encontram-se patente na figura 3 a baixo.

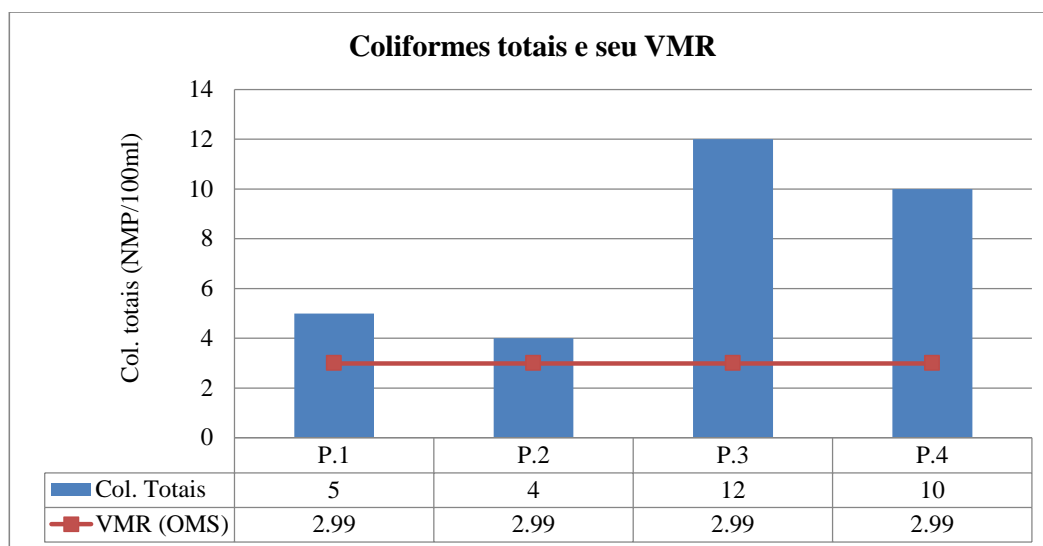


Figura 3: Identificação de coliformes totais na bacia hidrográfica do rio Licuar

Os resultados acima indicam que, no ponto 1 foram identificados 5 NMP/100ml, no ponto 2 houve presença de 4 NMP/100ml, no P3, 12 NMP/100ml e no P4 10 NMP/100ml. A maior presença de coliformes totais se verificou no ponto 3, com um valor de 12 NMP/100ml e menor no ponto 2, com 4 NMP/100ml. Em todos os pontos, a presença de coliformes totais esteve acima de valor máximo recomendado pela OMS (<3 NMP/100ml).

Para Sardiglia (2006), os coliformes totais são bactérias escassas em fezes, a sua presença nas águas acima de 3 NMP/100ml indicam a contaminação actuando como parâmetro para mostrar informações

sobre a qualidade da água para o consumo humano.

Segundo Koneman et al (2002), os coliformes totais **cria riscos** tem grande importância para a saúde pública, pois estão associados a um grande número de doenças e podem ter participação em diversas patologias.

Comentário [E2]: Importancia??????????????

NOTA: precisa fortalecer a sua discussão de dados. Esta discussão é muito fraca. Se achar deixar assim as responsabilidades serão suas!

4.1.3. Níveis de Escherichia coli na bacia hidrográfica do rio Licuar

Os resultados sobre os níveis de coliformes totais identificados a partir da análise de amostras de água colhida no rio Licuar, encontram se patente na figura 4 a baixo.

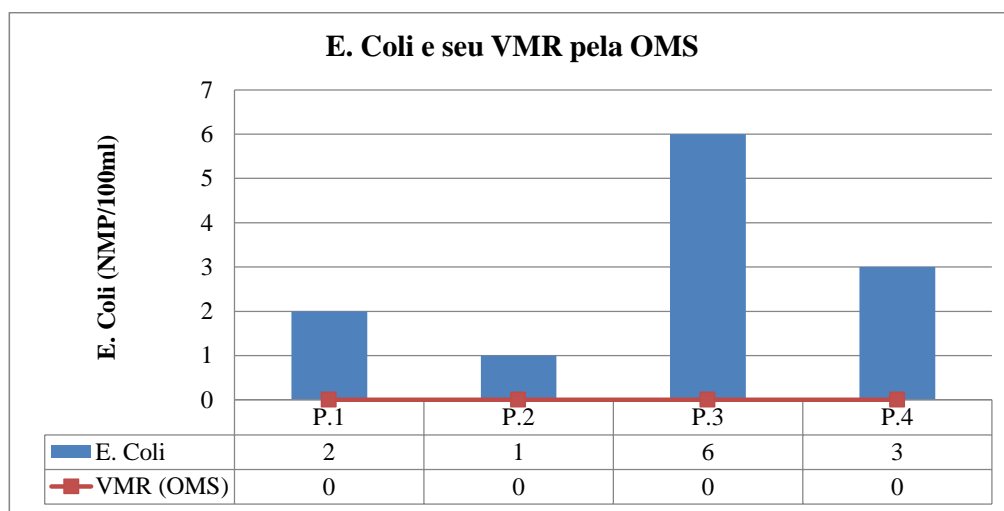


Figura 4: Identificação de Escherichia coli na bacia hidrográfica do rio Licuar

Os resultados laboratoriais indicaram que as concentrações de escherichia coli foram de 2 NMP/100ml no ponto 1, 1 NMP/100ml no ponto 2, 6 NMP/100ml no ponto 3 e 3 NMP/100ml no ponto 4. Os valores indicados para esse parâmetro estiveram acima do recomendado pela OMS que é de 0NMP/100ml, oque quer dizer que, na água para o consumo humano, esta bactéria deve estar ausente.

Segundo Freitas (2004), a *Escherichia coli* é uma bactéria do grupo dos coliformes fecais que tolera temperaturas acima de 40°C e reproduzem-se nessa temperatura em menos de 24h. É introduzida no rio através de fecalismo a céu aberto nas proximidades do rio ou pela introdução directa. É a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal.

Segundo Sidumo (2017), a água com níveis elevados de *E. coli*, pode causar doenças como a febre tifóide e a cólera e pode contaminar também os alimentos que muito facilmente chegam ao consumidor final.

NOTA: precisa fortalecer a sua discussão de dados. Esta discussão é muito fraca. Se achar deixar assim as responsabilidades serão suas!

4.2.1. Níveis de temperatura, salinidade, O. Dissolvido, pH e transparência

Os resultados sobre os níveis de temperatura, salinidade, O. Dissolvido, pH e transparência identificados a partir da medição directa da água na bacia do rio Licuar, encontram-se patentes na figura 5 a baixo.

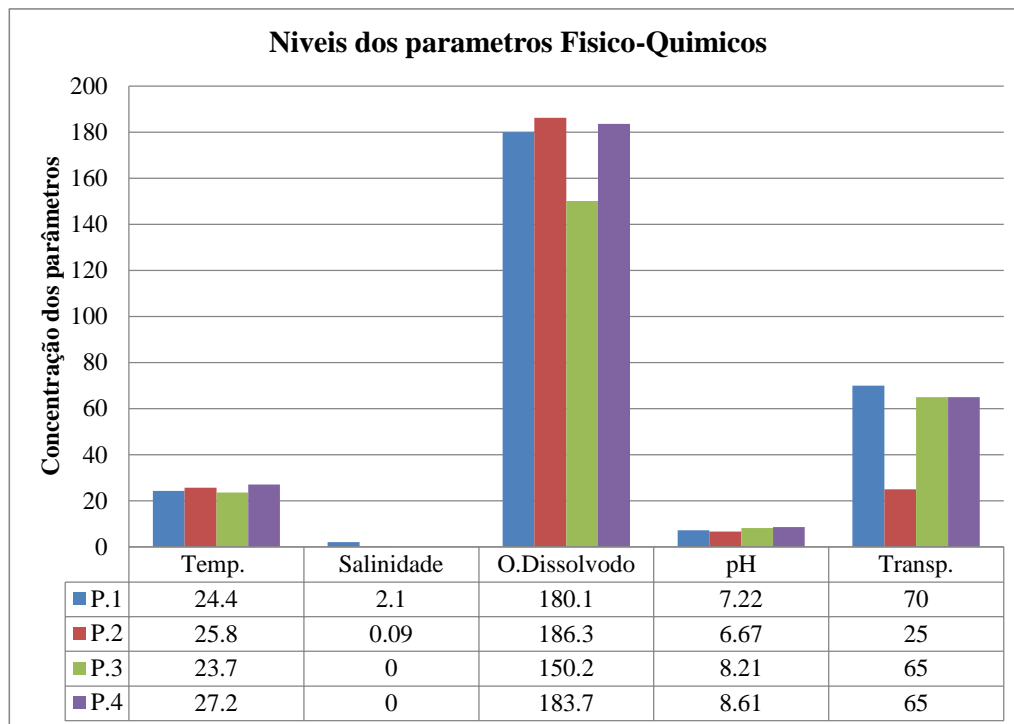


Figura 5: Variação de parâmetros físico-químicos na bacia hidrográfica do rio Licuar

A figura 5 acima indica os dados dos físico-químicos na bacia hidrográfica do rio Licuar. Os resultados patentes nesta figura indicam que as temperaturas registadas nos pontos 1, 2, 3 e 4 foram de 24,4°C, 25,8°C, 23,7°C e 27,2°C respectivamente, e de salinidade para o ponto 1 foi de 2,1‰, no ponto 2 foi de 0,09‰ e para os pontos 3 e 4 foi de 0‰. O oxigénio dissolvido foi expresso em % de saturação, sendo, encontrado no ponto 1 com 180,1, no ponto 2 com 186,3, no ponto 3 com 150,2 e no ponto 4 com 183,7. Para o pH e transparência, os dados indicaram no ponto 1, 7,22 e 70cm, no ponto 2, 6,67 e 25cm, no ponto 3, 8,21 e 65cm e no ponto 4, 8,61 e 65cm.

Segundo os resultados ilustrados na figura 5, a salinidade foi muito baixa, provando que, a água da bacia em todos os pontos de colecta foi doce. Segundo Guerreiro (2009), a salinidade da água doce proveniente dos rios deve ser igual ou inferior a 0,5‰.

Para Paulos (2008) se os sais se encontram em abundância, ou seja se a concentração salina é grande, a

água deixa de ter sabor agradável, é pesada no estômago, não é boa para beber, cozinhar os alimentos e não convém para usos domésticos.

Para o pH, segundo a figura 5, os seus valores variaram de 6,67-8,21, segundo OMS (2011), o uso de água com valores de pH muito abaixo de 7, não é recomendado devido a característica de acidez da água, podendo provocar irritação na pele. Segundo Sperling (2005), valores de pH altos ou baixos, pode causar irritação na pele ou nos olhos, porém, não tem implicação de risco a saúde pública. A Organização Mundial da Saúde fornece o limite máximo admissível no intervalo de 6,5-8,5 para que a água seja pronta para o consumo humano.

Segundo os resultados da figura 5, a temperatura variou em tornos de 23,7°C-27,2°C. Segundo Sperling (2005), a elevação da temperatura aumenta a taxa das reacções física, químicas e biológicas, diminui a solubilidade de gases na água e aumenta a taxa de transferência de gases, podendo gerar odores desagradáveis, quando há gases que liberam esse tipo de cheiro.

4.2. Níveis de variação de parâmetros químicos (Nitrato, Nitrito e Amónia)

Os resultados sobre os níveis de Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-) e Amónia (NH_4^+) a partir da análise de amostras de água colhida no rio Licuar, encontram se patentes na figura 6 a baixo.

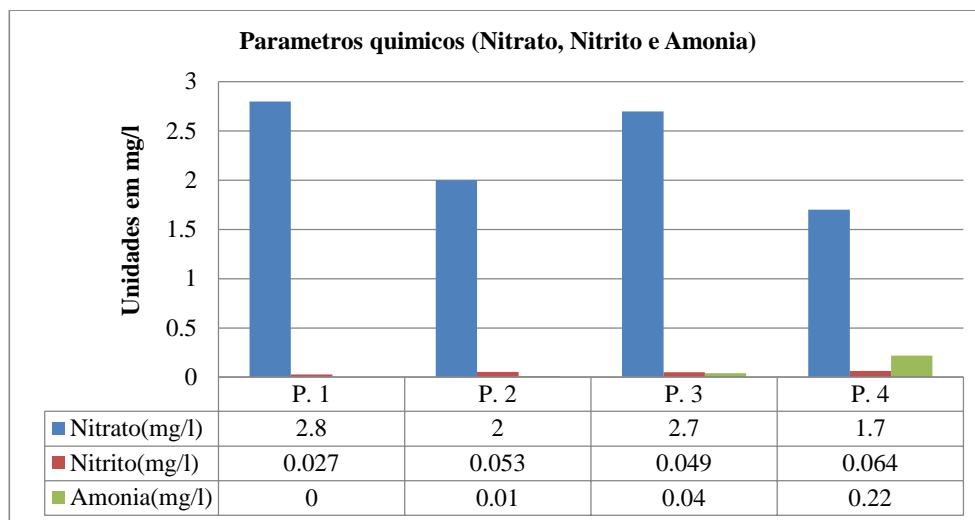


Figura 6: Resultados de nitrato, nitrito e amónia.

Segundo a figura 6, a concentração do nitrato no ponto 1 foi de 2,8 mg/l, no ponto 2 foi de 2 mg/l, no ponto 3 e 4 foram de 2,7 mg/l e 1,7 mg/l respectivamente. Para nitrito, no ponto 1, 2, 3 e 4 foram verificados os valores de 0,027 mg/l, 0,053 mg/l, 0,049 mg/l e 0,064 mg/l respectivamente, tendo-se verificado a concentração mais alta no ponto 4 e a mais baixa no ponto 1. Segundo os dados, em todos pontos estão dentro dos níveis indicados pela OMS que é de 0,10 mg/l. As concentrações de amónia, registaram seguintes variações, 0mg/l, 0,01mg/l, 0,04mg/l e 0,22mg/l, nos pontos 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

Segundo Bastos (2013), as águas contaminadas por nitrato, tem causado problemas, tanto para o homem adulto, assim como para as crianças com idade inferior a 6 meses, são mais sensíveis a iões nitrato por consumirem relativamente mais água que os adultos quando se compara seu peso corporal.

A Organização Mundial de Saúde (2011), diz que a ingestão de altas doses de nitrato e nitrito pode causar câncer do estômago e do esófago, concentrações maiores que 10 mg/l de nitrato podem ser fatais para crianças com idades inferiores a 6 meses.

Para Fernando (2018), a formação do ião amónio (NH_4^+) ou ião amónia (NH_3) depende do pH do meio, sendo que, em condições ácidas e neutra, o nitrogénio amoniacal é encontrado na forma do ião amónio. A presença de amónio em águas do rio com teores superiores a 0,50mg/l indica contaminação, ao passo que, a OMS recomenda, para que a água seja consumida, valor máximo admissível de 0,50mg/l.

NOTA: precisa fortificar a sua discussão de dados. Esta discussão é muito fraca. Se achar deixar assim as responsabilidades serão suas!

Comentário [E3]: Voce deve ter capacidade de explicar o que fez a subida desse parametro. Ou o que fez a descida de valores deste parametro. Qual e o factor que faz elevar ou baixar o NO2. No3 ou NH3????? Explica isso com base noutros autores.

4.3. Impactos sócio-ambientais da contaminação da água do rio Licuar

Para responder a pergunta de pesquisa foi necessário fazer uma observação directa no campo, onde a partir de uma máquina fotográfica tirou se as imagens do ambiente em estudo, como ilustra a imagem abaixo.

4.3.1. Análise de dados de observação no rio Licuar

A figura 7 abaixo indica o quão é importante as águas do rio Licuar.



Figura 7: Observação directa da população realizando suas actividades no rio Licuar

A figura 7 a cima, ilustra as diversas actividades realizadas pela população nas águas do rio Licuar, onde, maior número destas estão lavando a loiça, roupa, banho e com os recipientes para levar água para as outras actividades em casa. Essas actividades comprometem a qualidade de água, uma vez que usam diferentes detergentes (Sabão, Omo) e despejam gorduras para o rio, que podem contribuir na qualidade da água alteração da cor e sabor, conseqüentemente a contaminação do peixe que por sua vez é consumido pelos moradores.

~~Segundo Ministério da Saúde (2006), substâncias altamente deletérias aos organismos aquáticos, como metais pesados e alguns compostos organossintéticos, não conferem nenhum sabor ou odor a água. Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade exige que a água seja completamente inodora.~~

NOTA: precisa fortalecer a sua discussão de dados. Esta discussão é muito fraca. Se achar deixar assim as responsabilidades serão suas!

Comentário [E4]: Nada a ver. Recorde que fala de importância socioambiental. Discute tomando em conta a sua imagem o que estão fazer como essa actividade pode prejudicar o corpo hídrico? Fala de metais por que se nem essa imagem não mostra exploração de metais! Uff.....

CAPITULO V – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5. Conclusão e Recomendações

5.1. Conclusão

Após análise e discussão dos dados chegou se a conclusão de que:

- Os níveis dos parâmetros físicos, químicos e ~~microbiológicos~~ estiveram dentro dos padrões recomendados, com exceção dos coliformes totais e Escherichia coli que ultrapassaram o limite máximo recomendado pela OMS, em todos os pontos não houve presença de coliformes fecais. Os boletins dos resultados laboratoriais concluem que, a água analisada oferece boas condições para o consumo;
- Água do rio Licuar obteve maior nível de coliformes totais e Escherichia coli que ultrapassou o limite máximo recomendado pela OMS levando em consideração que esta água precisa de um pré-tratamento antes de usar para beber, cozinhar alimentos, tomar banho entre outras actividades sociais;
- Por fim conclui-se que o uso de detergentes (como sabão, Omo, entre outros produtos químicos) durante a lavagem de roupas e louças, foram considerados como agentes de alteração da qualidade da água, trazendo impactos negativos para a saúde pública e a biodiversidade aquática.

5.2. Recomendações

Havendo necessidade de se desenvolver uma pesquisa sobre a qualidade de água, recomenda-se:

- Que sejam desenvolvidos estudos comparativos em épocas do ano (seca e chuvosa);
- O aumento de outros parâmetros como alcalinidade, cloretos, fosfatos, ferro e manganês;
- Apesar de a água oferecer boas condições para o consumo humano, deve se manter a higiene sanitária nas margens do rio para manter os padrões de contaminação.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana, L. V. (2010). *Qualidade da Água em Aquicultura: princípios e práticas*. 3ª Ed. UFSC. Brasil. 237 pp.
- Bastos, M. L. (2013). *Caracterização da qualidade da água subterrânea: Estudo de caso no município de Cruz das Almas-Bahia*. [Tese de licenciatura]. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Bahia.
- Brasil, F. N. S. (2007). *Manual de Saneamento*. 3ª Ed. FNS. Brasília.

- Brasil, F. N. S. (2009). *Manual Prático de Saúde de Água*. 3ª Ed. Fundação Nacional de Saúde. Brasília.
- Chaia, E. F. (2015). *Estudo da capacidade de retenção de amónio e nitrato no canal com floresta de mangal no estuário Bons Sinais*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Chirindza, E. B. F. (2017). *Avaliação da qualidade microbiológica da água dos poços consumida pelos moradores no bairro de Chuabo Dembe, cidade de Quelimane*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Fernando, F. F. C. (2018). *Determinação dos parâmetros químicos-físicos e bacteriológicos na água dos poços de Mucupia, distrito de Inhassunge*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Fole, F. B. (2010). *Estudo do crescimento da tilápia (*Oreochromes mossambicus*) cultivada em tanques de betão alimentada com ração A1*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Franco, B. D.; Landgraaf, M. (1996). *Microbiologia de Alimentos*. São Paulo. Atheneu. pg. 182;
- Freitas, M. P. (2004). *Sobrevivência de *Pseudomonas aeruginosa*, Coliformes totais, *Escherichia coli* em isolamento e identificação de fungos em águas do rio in natura*. [Tese de bacharelato]. Curitiba. Paraná;
- Guerreiro, M. B. (2009). *Dessalinização para produção de água potável, perspectivas para Portugal*. FEUP. Porto;
- Guirruço, J. M. (2011). *Pesca artesanal e biologia do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) no rio Mucelo, distrito de Nicosadala, província da Zâmbézia*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Koneman, E. W. (2002). *Diagnóstico microbiológico da água para o consumo humano*. 5ª Ed. Rio de Janeiro. Brasil;
- Luabo, Z. L. (2014). *Influência de parâmetros físico-químicos (temperatura, oxigénio dissolvido, pH e transparência), no crescimento da tilápia (*Oreochromes mossambicus*) cultivada na AQUACQUEL-Inhangome*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Ministério da Saúde (2006). *Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano*. MS/SVS. Brasil;
- MISAU (2004). *Regulamento sobre qualidade de água para o consumo humano*. Maputo;
- Mumuane, V. A. (2017). *Dessalinização da água dos poços do bairro Inhangome, distrito de Quelimane, usando o bambu (*Bambusa vulgaris*)*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;

- Mussa, L. A. Ó. (2010). *Avaliação do estado dos nutrientes (NO_3^- e PO_4^{3-}) e transparência de água nas lagoas Azul e Gumanculo, no distrito de Nicosadala*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane.
- OTSUKA, A. A. (2015). ATTILI-ANGELIS, D. (1994); MORALES, M. A. M. (1992); ANGELIS, D. F. (1971). *Microrganismos também existem nas águas: por que precisamos conhecê-los?*. BASF S.A./CBMAI/ DRM; Brasil;
- Paulos, E. M. S. (2008). *Qualidade da água para consumo humano*. [Tese de Mestrado]. Universidade da Beira Interior. Covilha;
- Poli, C. R.; Poli, A. T.; Andreatta, E.; Beltrame, E. (2004). *Aquicultura: experiências brasileiras*. Universidade Federal de Santa Catarina. Brasil;
- Respeito, Horácio Luís. (2015). *Eficiência da semente de moringa na purificação da água do poço para o consumo humano, no posto administrativo de Mucupia, distrito de Inhassunge*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Sardiglia C. V. (2006). *Avaliação da qualidade microbiológica das águas subterrâneas na região do extremo oeste catarinense*. LRPE. São Miguel do Oeste;
- Sidumo, V. L. (2017). *Avaliação das condições de potabilidade da água dos poços do bairro 25 de Setembro e Samora Machel, na cidade de Mocuba*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane.
- Sperling, M. V. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*;
- Tauro, M. J. (2015). *Avaliação da concentração de amônio e nitrato como fonte de poluição da água do estuário dos Bons Sinais, Quelimane*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;
- Ucolor, A. A. (2017). *Avaliação do índice de qualidade de água no estuário dos Bons Sinais-Quelimane*. [Tese de Licenciatura]. UEM/ESCMC. Quelimane;

APÊNDICE

Apêndice 1



Figura 8: Instrumentos usados nas análises laboratoriais ((A) Espectrofotómetro, (B) Garrafas contendo amostras e alguns reagentes, (C) Estufa e (D) Placa de Petrifilm).



Figura 9: Instrumentos de medição usados no campo **A** (Disco de Secchi) e **B** (Multi Parâmetro)



Figura 10: Medição de parâmetros físico-químicos no campo **A** (temperatura, salinidade, O. Dissolvido e pH), **B** (transparência).

Apêndice 2

Tabela 2: Níveis de concentração de micro-organismos no rio Licuar.

Pontos	Parâmetros Microbiológicos (Análises Laboratoriais)		
	C. Totais (NM)	C. Fecais (NMP/1)	E. Coli (NMP/100ml)
P. 1	5	0	2
P. 2	4	0	1
P. 3	12	0	6
P. 4	10	0	3
VMR	<3	<3	0
D. Padrão	3,86	0,00	2,16
Media	7,75	0,00	3,00

Fonte: Autora (2023)

Tabela 3: Níveis de variação de parâmetros físico-químicos

Pontos	Parâmetros Físico-químicos (medidos in-situ)				
	Temp. (°C)	Sal. (‰)	O.D (% Saturação)	pH	Trans. (cm)
P. 1	24,4	2,1	180,1	7,22	70
P. 2	25,8	0,09	186,3	6,67	25
P. 3	23,7	0	150,2	8,21	65
P. 4	27,2	0	183,7	8,61	65
D. Padrão	1,55	1,04	16,78	0,89	20,97
Media	25,275	0,5475	175,075	7,6775	56,25

Fonte: Autora (2023)

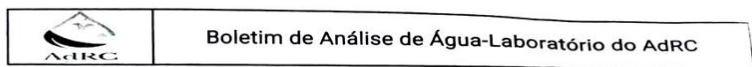
Tabela 4: Níveis de variação de parâmetros químicos (Nitrato, Nitrito e Amónio)

Pontos	Parâmetros Químicos (Análises Laboratoriais)		
	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Amónio (mg/l)
P. 1	2,8	0,027	0
P. 2	2	0,053	0,01
P. 3	2,7	0,049	0,04
P. 4	1,7	0,064	0,22
VMR	50	0,1	0,5
D. Padrão	0,54	0,02	0,10
Media	2,3	0,05	0,07

Fonte: Autora (2023)

Apêndice 3

Boletins de análise de água



Boletim de Análise n.º: 0112 Ano: 2023

Cliente: ZEFERINA VEREDAS

Nome: _____
 Requisição n.º: _____ Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar

Data de Colheita: 06/08/2023 Data da recepção: 11/08/2023
 Proveniência: Quelimane

Tipo de Embalagem: frasco de Plástico
 Descrição da amostra: P1

Análise:

Início da análise: 11/08/2023 Fim da análise: 12/08/2023

Parâmetros	Parâmetros Organolépticos e Físico-químicos				
	Método Aplicado	Resultados	Expressão dos Resultados	VMR	VMA
A. ORGANOLÉPTICOS					
Cor	NMA B 03	Incolor		Incolor	
Sabor	NMA B 06	Insípido		Insípido	
Cheiro	NMA B 01	Inodoro	(Unidades Hazen)	Inodoro	
B. FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura	NMA B 11		(°C)		
PH	NMA B 05			6,5 - 8,5	6,5 - 9,2
Alcalinidade	NMA C 10		(mg/l)		
Condutividade Eléctrica	NMA B 02		(micro-Mho/cm)	50-2000	
Cloro	NMA C 03 ou (DPD)		(mg/l)	>0,20 - 1	
TDS	Potenciométrico/SM (*)		(mg/l)	500	1500
SS	NMA B 10		(mg/l)		
ST	NMA B 07		(mg/l)	1000	
Turvação	NMA B 12		(NTU)	5	
Cloretos	NMA C 17		(mg/l)	250	25
Fosfato	NMA		(mg/l)		600
Sulfatos	NMA C 21		(mg/l)	250	
Cálcio	NMA C 15		(mg/l)	75	200
Magnésio	NMA C 16		(mg/l)	30	400
Alumínio	Standards methods (*)		(mg/l)	0,2	150
Sódio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	200	
Potássio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	10	
Dureza Total	NMA C 13		(mg/l)	100	
Oxigénio Dissolvidos	Potenciométrico/SM (*)		(% saturação)	75	
CO2	NMA C 12		(mg/l)	20	500
Sulfito Hidratado	Standards methods (*)		(mg/l)		
Nitrato	NMA C 07	2,8	(mg/l)	50	
Nitrito	NMA C 06	0,027	(mg/l)	0,10	
Amónio	NMA C 05	0,00	(mg/l)	0,50	
Manganés	Standards methods (*)		(mg/l)	0,10	
Ferro	NMA C 22		(mg/l)	0,30	
Zinco	Standards methods (*)		(mg/l)	3	1,50
Cobre	Standards methods (*)		(mg/l)	0,05	
Fluor	NMA C 23		(µg/l)	1,5	
Chumbo	Standards methods (*)		(mg/l)	0,01	15
Silica	NMA C 25		(mg/l)	50	
Bicarbonato	Cálculo		(mg/l)		
Carbonato de Cálcio	Cálculo		(mg/l)		
Matéria Orgânica	NMA C 09		(mg/l)	2,5	



Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC

Boletim de Análise nº: 0112 Ano: 2023

Cliente: ZEFERINA VEREDAS

Nome: _____
 Requisição nº: 0112 Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar

Data de Colheita: 06/08/2023 Data da recepção: 11/08/2023
 Proveniência: Quelimane
 Tipo de Embalagem: Frasco
 Descrição da amostra: P1

Análises

Início da análise: 07/08/2023 Fim da análise: 08/08/2023

Parâmetros	Método aplicado	Resultados	Expressão dos resultados	Norma Moç/OMS	
				VMR	VMA
Coliformes Totais	PETRIFILLM	5,0	NMP/100 ml	<3	<3
Coliformes Fecais	PETRIFILLM	0,0	NMP/100 ml	<3	<3
E.coli	PETRIFILLM	2,0	NMP/100ml	0	0

VMR - Valor Máximo Recomendável; VMA - Valor Máximo Admissível; NMA - Norma Moçambicana Actualizada; NM - Norma Moçambicana; Standard Methods - 1985 - 16a edição; COLILERT - Método recente de análise microbiológica

Conclusões:


Própria de acordo com os resultados obtidos, a água analisada corresponde aos critérios nacionais de potabilidade recomendados pelo OMS.

O Técnico Analista

Flavio Duda
 Data: 15/08/23



O Chefe do Laboratório
Pompido
 Data: 15/08/23

 **Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC**

Boletim de Análise n.º: 0089 Ano: 2023

Cliente: ZEREFINA VEREDAS

Nome: _____ Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar

Data de Colheita: 06/08/2023 Data da recepção: 11/08/2023

Proveniência Quelimane

Tipo de Embalagem: frasco de Plástico

Descrição da amostra: P2

Análise:

Início da análise: 11/08/2023 Fim da análise: 12/08/2023

Parâmetros Organolépticos e Físico-químicos					
Parâmetros	Método Aplicado	Resultados	Expressão dos Resultados	VMR	VMA
A. ORGANOLÉPTICOS					
Cor	NMA B 03	Incolor	(Unidades Hazen)	Incolor	
Sabor	NMA B 06	Incapado		Incapado	
Cheiro	NMA B 01	Inodoro		Inodoro	
B. FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura	NMA B 11		(°C)		
pH	NMA B 05			6,5 - 8,5	6,5 - 9,2
Alcalinidade	NMA C 10		(mg/l)		
Condutividade Eléctrica	NMA B 02		(micro-Mho/cm)	50-2000	
Cloro	NMA C 03 ou (DPD)		(mg/l)	>0,20 - 1	
TDS	Potenciométrico/SM (*)		(mg/l)	500	1500
SS	NMA B10		(mg/l)		
ST	NMA B07		(mg/l)	1000	
Turvação	NMA B 12		(NTU)	5	
Cloratos	NMA C 17		(mg/l)	250	25
Fosfato	NMA		(mg/l)		600
Sulfatos	NMA C 21		(mg/l)	250	
Calcio	NMA C15		(mg/l)	75	400
Magnésio	NMA C 16		(mg/l)	30	200
Alumínio	Standards methods (*)		(mg/l)	0,2	150
Sódio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	200	
Potássio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	10	
Dureza Total	NMA C 13		(mg/l)	100	
Oxigénio Dissolvidos	Potenciométrico/SM (*)		(% saturação)	75	500
CO2	NMA C 12		(mg/l)	20	
Sulfato Hidratado	Standards methods (*)		(mg/l)		
Nitrato	NMA C 07	2,0	(mg/l)	50	
Nitrato	NMA C 06	0,053	(mg/l)	0,10	
Amónio	NMA C 05	0,01	(mg/l)	0,50	
Manganês	Standards methods (*)		(mg/l)	0,10	
Ferro	NMA C 22		(mg/l)	0,30	
Zinco	Standards methods (*)		(mg/l)	3	1,50
Cobre	Standards methods (*)		(mg/l)	0,05	
Fluor	NMA C 23		(µg/l)	1,5	
Chumbo	Standards methods (*)		(mg/l)	0,01	15
Silica	NMA C 25		(mg/l)	50	
Bicarbonato	Calculo		(mg/l)		
Carbonato de Calcio	Calculo		(mg/l)		
Materia Orgânica	NMA C 09		(mg/l)	2,5	

 **Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC**

Boletim de Análise nº: 0113 Ano: 2023

Cliente: ZEREFINA VEREDAS

Nome: _____
 Requisição nº: 0113 Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar

Data de Colheita: 06/08/2023 Data da recepção: 11/08/2023
 Proveniência: Quelimane
 Tipo de Embalagem: Frasco
 Descrição da amostra: P2

Análises

Início da análise: 11/08/2023 Fim da análise: 12/08/2023

Parâmetros	Método aplicado	Resultados	Expressão dos resultados	Norma Moç/OMS	
				VMR	VMA
Coliformes Totais	PETRIFILLM	4,0	NMP/100 ml	<3	<3
Coliformes Fecais	PETRIFILLM	0,0	NMP/100 ml	<3	<3
E.coli	PETRIFILLM	1,0	NMP/100ml	0	0

VMR – Valor Máximo Recomendável; VMA – Valor Máximo Admissível; NMA – Norma Moçambicana Actualizada; NM – Norma Moçambicana; Standard Methods – 1985 – 16a edição; COLILERT – Método recente de análise microbiológica

Conclusões:

Própria: de acordo com os resultados obtidos, a água analisada corresponde aos critérios nacionais de potabilidade recomendados pelo OMS.

O Técnico Analista

Flávio Raul

Data: 15/08/23




Chefe do Laboratório

Pompido

Data: 15/08/23

Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC					
Boletim de Análise n.º: 0114	Ano: 2023				
Cliente: ZEREFINA VEREDAS					
Requisição n.º: 0114	Contacto: 869315936				
Amostra: Rio Licuar					
Data de Colheita: 06/08/2023	Data da recepção: 11/08/2023				
Proveniência Quelimane					
Tipo de Embalagem: frasco de Plástico					
Descrição da amostra: P3					
Análise:					
Início da análise: 11/08/2023	Fim da análise: 12/08/2023				
Parâmetros Organolépticos e Físico-químicos					
Parâmetros	Método Aplicado	Resultados	Expressão dos Resultados	VMR	VMA
A. ORGANOLÉPTICOS					
Cor	NMA B 03	Incolor	(Unidades Hazen)	Incolor	
Sabor	NMA B 06	Inspido		Inspido	
Cheiro	NMA B 01	Inodoro		Inodoro	
B. FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura	NMA B 11		(°C)		
PH	NMA B 05			6,5 - 8,5	6,5 - 8,2
Alcalinidade	NMA C 10		(mg/l)		
Condutividade Eléctrica	NMA B 02		(micro-Mho/cm)	50-2000	
Cloro	NMA C 03 ou (DPD)		(mg/l)	>0,20 - 1	
TDS	Potenciométrico/SM (*)		(mg/l)	500	1500
SS	NMA B 10		(mg/l)	1000	
ST	NMA B 07		(mg/l)	5	
Turvação	NMA B 12		(NTU)	250	25
Cloretos	NMA C 17		(mg/l)		600
Fosfato	NMA		(mg/l)	250	
Sulfatos	NMA C 21		(mg/l)	75	400
Calcio	NMA C 15		(mg/l)	30	200
Magnésio	NMA C 16		(mg/l)	0,2	150
Alumínio	Standards methods (*)		(mg/l)	200	
Sódio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	10	
Potássio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	100	
Dureza Total	NMA C 13		(mg/l)	75	
Oxigenio Dissolvidos	Potenciométrico/SM (*)		(% saturação)	20	500
CO2	NMA C 12		(mg/l)		
Sulfito Hidratado	Standards methods (*)		(mg/l)	50	
Nitrato	NMA C 07	2,7	(mg/l)	0,10	
Nitrito	NMA C 06	0,049	(mg/l)	0,50	
Amónio	NMA C 05	0,04	(mg/l)	0,10	
Manganês	Standards methods (*)		(mg/l)	3	150
Ferro	NMA C 22		(mg/l)	0,05	
Zinco	Standards methods (*)		(mg/l)	1,5	
Cobre	Standards methods (*)		(mg/l)	0,01	15
Fluor	NMA C 23		(.gr/l)	50	
Chumbo	Standards methods (*)		(mg/l)		
Silica	NMA C 25		(mg/l)		
Bicarbonato	Calculo		(mg/l)		
Carbonato de Cálcio	Calculo		(mg/l)		
Materia Orgânica	NMA C 09		(mg/l)	5	

	Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC
---	---

Boletim de Análise n.º: 0114	Ano: 2023
------------------------------	-----------

Cliente: ZEEFINA VEREDAS

Nome:	
Requisição n.º 0114	Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar

Data de Colheita: 06/08/2023	Data da recepção: 11/08/2023
Proveniência Quelimane	
Tipo de Embalagem: Frasco	
Descrição da amostra: P3	

Análises

Início da análise: 11/08/2023	Fim da análise: 12/08/2023
----------------------------------	-------------------------------


Parâmetros	Método aplicado	Resultados	Expressão dos resultados	Norma Moç/OMS	
				VMR	VMA
Coliformes Totais	PETRIFILLM	12,0	NMP/100 ml	<3	<3
Coliformes Fecais	PETRIFILLM	0,0	NMP/100 ml	<3	<3
E coli	PETRIFILLM	6,0	NMP/100ml	0	0

VMR – Valor Máximo Recomendável, VMA – Valor Máximo Admissível, NMA – Norma Moçambicana Actualizada, NM – Norma Moçambicana, Standard Methods – 1985 – 16a edição, COLILERT – Metodo recente de análise microbiologica

Conclusões:

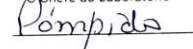
Própria de acordo com os resultados obtidos, a água analisada corresponde aos critérios nacionais de potabilidade recomendados pelo OMS.


O Técnico Analista


Data 15/08/23



O Chefe do Laboratório


Data 15/08/23

 **Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC**


Boletim de Análise n.º: 0115 Ano: 2023

Cliente: ZEFERINA VEREDAS
 Nome: _____
 Requisição n.º: 0115 Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar
 Data de Colheita: 06/08/2023 Data da recepção: 11/08/2023
 Proveniência: Quelimane
 Tipo de Embalagem: frasco de Plástico
 Descrição da amostra: P4

Análise:
 Início da análise: 11/08/2023 Fim da análise: 12/08/2023

Parâmetros Organolépticos e Físico-químicos					
Parâmetros	Método Aplicado	Resultados	Expressão dos Resultados	VMR	VMA
A. ORGANOLÉPTICOS					
Cor	NMA B 03	Incolor	(Unidades Hazen)		
Sabor	NMA B 06	Inspido			
Cheiro	NMA B 01	Inodoro			
B. FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura	NMA B 11		(°C)		
PH	NMA B 05			6,5 - 8,5	6,5 - 9,2
Alcalinidade	NMA C 10		(mg/l)		
Condutividade Eléctrica	NMA B 02		(micro-Mho/cm)	50-2000	
Cloro	NMA C 03 ou (DPD)		(mg/l)	>0,20 - 1	
TDS	Potenciométrico/SM (*)		(mg/l)	500	1500
SS	NMA B10		(mg/l)		
ST	NMA B07		(mg/l)	1000	
Turvação	NMA B 12		(NTU)	5	
Cloretos	NMA C 17		(mg/l)	250	25
Fosfato	NMA		(mg/l)	600	
Sulfatos	NMA C 21		(mg/l)	250	
Calcio	NMA C15		(mg/l)	75	400
Magnésio	NMA C 16		(mg/l)	30	200
Alumínio	Standards methods (*)		(mg/l)	0,2	150
Sódio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	200	
Potássio	Fotometria de chama/SM		(mg/l)	10	
Dureza Total	NMA C 13		(mg/l)	100	
Oxigénio Dissolvidos	Potenciométrico/SM (*)		(% saturação)	75	
CO2	NMA C 12		(mg/l)	20	500
Sulfato Hidratado	Standards methods (*)		(mg/l)	-	
Nitrato	NMA C 07	1,7	(mg/l)	50	
Nitrito	NMA C 06	0,064	(mg/l)	0,10	
Amonio	NMA C 05	0,22	(mg/l)	0,50	
Manganês	Standards methods (*)		(mg/l)	0,10	
Ferro	NMA C 22		(mg/l)	0,30	
Zinco	Standards methods (*)		(mg/l)	3	1,50
Cobre	Standards methods (*)		(mg/l)	0,05	
Fluor	NMA C 23		(µg/l)	1,5	
Chumbo	Standards methods (*)		(mg/l)	0,01	15
Silica	NMA C 25		(mg/l)	50	
Bicarbonato	Cálculo		(mg/l)	-	
Carbonato de Cálcio	Cálculo		(mg/l)	-	
Matéria Orgânica	NMA C 09		(mg/l)	2,5	

 **Boletim de Análise de Água-Laboratório do AdRC**

Boletim de Análise n.º: 0115 Ano: 2023

Cliente: ZEFERINA VEREDAS

Nome: _____
 Requisição n.º 0115 Contacto: 869315936

Amostra: Rio Licuar

Data de Colheita: 06/08/2023 Data da recepção: 11/08/2023
 Proveniência: Quelimane
 Tipo de Embalagem: Frasco
 Descrição da amostra: p4

Análises

Início da análise: 11/08/2023 Fim da análise: 12/08/2023

Parâmetros	Método aplicado	Resultados	Expressão dos resultados	Norma Moç/OMS	
				VMR	VMA
Coliformes Totais	PETRIFILLM	10,0	NMP/100 ml	<3	<3
Coliformes Fecais	PETRIFILLM	0,0	NMP/100 ml	<3	<3
E.coli	PETRIFILLM	3,0	NMP/100ml	0	0

VMR – Valor Máximo Recomendável; VMA – Valor Máximo Admissível; NMA – Norma Moçambicana Actualizada; NM – Norma Moçambicana, Standard Methods – 1985 – 16a edição; COLILERT – Método recente de análise microbiológica

Conclusões:

Própria de acordo com os resultados obtidos, a água analisada corresponde aos critérios nacionais de potabilidade recomendados pelo OMS.

O Técnico Analista

Flávio Raul
 Data: 15/08/23



O Chefe do Laboratório

Rompido
 Data: 15/08/23