



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

**Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em
Química Marinha**

**Tema: Avaliação das Condições de Potabilidade da Água dos
Poços do Bairro 25 de Setembro e Samora Machel, na cidade
Mocuba**

Autora
Vânia Lucas Sidumo

(Quelimane, Outubro de 2017)



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

**Monografia para a Obtenção do Grau de Licenciatura em
Química Marinha**

**Tema: Avaliação das Condições de Potabilidade da Água dos
Poços do Bairro 25 de Setembro e Samora Machel, na cidade
Mocuba**

Autora

Vânia Lucas Sidumo

Supervisor

(Lúcio José Tomás Jasse)

(Quelimane, Outubro de 2017)

Dedicatória

Aos meus avos Jaime Simbine e Delfina Mondlane e meus pais Lucas Sidumo e Yolanda Simbine.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela sabedoria e pelas forcas, por me guiar e proteger para que eu pudesse alcançar o meu objectivo.

Ao Supervisor o dr Lúcio Jasse pela orientação durante a execução deste trabalho.

A minha família pelo suporte e por eles terem sido o meu porto seguro e minha fonte de inspiração.

Ao José Vicente Cossa pelo apoio nos momentos de angústia, desespero.

Aos meus colegas, em especial o Andrisse pelo apoio e contribuição.

A FIPAG por ter permitido a realização das análises químicas e biológicas.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que este trabalho é resultado da minha pesquisa pessoal e das orientações do meu Supervisor, feita segundo os critérios em vigor na Universidade Eduardo Mondlane. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na Bibliografia.

Quelimane, Outubro de 2017

(Vânia Lucas Sidumo)

Resumo

A utilização da água dos poços em alguns bairros do Município de Mocuba tem sido frequente, por falta de abastecimento de água potável. Entretanto a água dos poços não se apresenta em boas condições, facto este que levou ao estudo de análise das condições de potabilidade da água dos poços nos bairros 25 de Setembro e Samora Machel, onde as amostras foram retiradas a partir de três poços comunitários no bairro 25 de Setembro e 1 do bairro Samora Machel cuja comunidade chama esse poço de Água da rede. Foram analisados parâmetros químicos e biológicos no laboratório da FIPAG da cidade de Quelimane. Para a realização das análises químicas foram usados métodos 388N-Amoníaco livre, 361 N-Nitrato HR AV, 375N-Nitrito LR AV do manual do fotómetro DR 900 hach e titulação com indicador para análise do cloreto, para análise biológica foi usado o método da contagem de bactérias através do uso da membrana filtrante. Através das análises dos 4 poços foi possível determinar que alguns parâmetros químicos como o cloreto, amónia, nitrato e nitritos estão dentro dos limites máximos admissíveis para águas de fontes destinadas ao consumo público sem tratamento segundo o que vem preconizado no anexo I da lei 16/91 em vigor no país, com excepção nas análises microbiológicas que demonstraram que os poços de todos os bairros estão contaminados por bactérias do grupo coliformes totais e somente o poço 1 e poço 3 do bairro 25 de Setembro esta contaminado por bactérias do grupo E. coli. O poço 4 do bairro Samora Machel esta fora dos limites admissíveis para o cálcio, pH, todavia os resultados obtidos comprovam que a contaminação por coliformes totais nas águas é elevada. Entretanto a água dos poços dos bairros Samora Machel e 25 de Setembro não estão em conformidade devido a contaminação por bactérias.

Palavras-chaves: Qualidade de água, padrões de potabilidade, parâmetros químicos e biológicos.

Abstract

The use of water from the wells in some districts of the city of Mocuba has been frequent due to a lack of potable water supply. However in samples in good condition, fact taken to the study of analysis of potable water conditions of the wells in the neighborhoods of 25 de Setembro and Samora Machel, where samples were taken from three community wells without neighborhood September 25 and neighborhood 1 Samora Machel well community point calls Water Network. Chemical and biological non-laboratory parameters of the FIPAG of the city of Quelimane were analyzed. In order to perform the chemical analyzes for methods of methods 388N-free Ammonia, 361 N-Nitrate HR AV, 375N-Nitrite LR AV of the manual of the 900 HP photometer and titration with indicator for cloret analysis, for biological analysis was used Method of counting of through the use of the filter membrane. Through the interferences of the 4 wells and as well as of some chemical parameters such as chloride, ammonia, nitrate and nitrites are within the maximum admissible limits for the Water of consumption sources to the public consumption without treatment according to which is recommended not bulletin of the republic 2004 , with exception in the microbiological analyzes, demonstrated that the wells of all neighborhoods are contaminated by bacteria of the total coliforms group and well 1 and well 3 of the neighborhood 25 of September this one contaminated by E. coli group bacteria. Well 4 of the Samora Machel neighborhood is outside the admissible limits for calcium, pH, however the results obtained prove that a contamination by total coliforms in the waters is high. Meanwhile, the water from the wells of Samora Machel and September 25 districts is not in compliance due to contamination by bacteria.

Key words: Water quality, potability standards, chemical and biological parameters.

Lista de Abreviaturas

AB - Ambiente Brasil

ABAS - Associação Brasileira para Águas Subterrâneas

OMS - Organização Mundial da Saúde

MAE - Ministério da Administração Estatal

FIPAG - Fundo de Investimento e Patrimônio do Abastecimento de Água

LMA – Limite Máximo Admissível

E.coli – *Escherichia coli*

pH - Potencial Hidrogénio

NO_3^- - Nitrato

NO_2^- - Nitrito

NH_4^+ - Amónia

Ca^+ - ião Cálcio

CO_3^{2-} - Carbonato

SO_4^{2-} - Sulfato

SiO_4^{4-} - Silicato

Mg^{2+} - ião Magnésio

Na^+ - ião Sódio

K^+ - ião Potássio

HCO_3^- - Bicarbonato

Cl^- - ião Cloreto

CaCO_3 - Carbonato de Cálcio

CaSO_4 - Sulfato de Cálcio

AgNO_3 - Nitrato de Prata

K_2CrO_4 - Solução indicadora de Cromato de potássio

EDTA - Ácido etilenodiamino tetra-acético

Lista de Tabelas

- Tabela 1. Limites máximos admissíveis de parâmetros biológicos e químicos para fontes de água destinadas ao consumo público sem tratamento.....pág. 6
- Tabela 2. Resultados das análises dos parâmetros químicos.....pág. 16
- Tabela 3. Resultados das análises dos parâmetros biológicos.....pág. 17
- Tabela 4. A tabela ilustra os factores de contaminação química e bacteriológica dos poços de acordo com o ambiente em que se encontram.....pág. 18

Índice

CAPÍTULO I.....	1
1. Introdução	1
1.1. Problematização Justificativa	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral.....	3
1.2.2. Específicos	3
CAPÍTULO II	4
2. Revisão da Literatura	4
2.1. Águas dos poços e sua composição.....	4
2.1.1. Fontes de contaminação da água dos poços.....	4
2.1.2. Qualidade de água dos poços	5
2.2. Indicadores da qualidade de água.....	6
2.2.1. Parâmetros químicos	6
2.2.7. Parâmetros biológicos	9
2.3. Métodos usados em análises de água	10
2.4. Riscos associados a ingestão de água de má qualidade.....	10
CAPÍTULO III	11
3. Material e Métodos	11
3.1. Área de estudo	11
3.3. Amostragem.....	12
3.5. Colecta de dados.....	14
3.6. Análises químicas e microbiológicas	14
3.6.1. Análises químicas.....	14
3.6.2. Análise microbiológica	15
Coliformes totais e <i>E. coli</i> - a análise bacteriológica foi feita a partir método de petrifilm, onde	15
CAPÍTULO IV	16

4. Resultados e Discussão	16
4.1. Conclusão	20
4.2. Recomendações	21
CAPÍTULO V	21
5. Referências Bibliográficas	22
5.1. Anexos.....	24

CAPÍTULO I

1. Introdução

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

As águas subterrâneas, na maioria das vezes provenientes de poços, geralmente são menos contaminadas por factores biológicos e químicos do que os mananciais superficiais, pois não ficam expostas aos diversos agentes poluentes. Porém, a diversificada utilização das águas subterrâneas é crescente e, com isso, aumenta a importância da qualidade dessas águas (Pantoja *et al.*, 2012).

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

Muitos são os processos de contaminação das águas subterrâneas, principalmente nas áreas onde o uso de poços é frequente, destacam-se os processos como a presença de fossas, oficinas mecânicas, postos de abastecimento e cemitérios, além da disposição inadequada de resíduos urbanos, efluentes de sistemas de esgoto sanitário (Bastos, 2013).

Em Mocuba a água dos poços é utilizada com muita frequência pela comunidade, grande parte da população desse distrito utiliza-a para vários fins, desde a higiene pessoal, preparo de alimentos e consumo. No acto da captação da água, o instrumento utilizado é manuseado sem cuidados básicos de higiene, factor que possivelmente condiciona a alteração da qualidade da água. Em alguns bairros essa água representa a principal fonte de abastecimento, todavia, não se sabe se está em condições de ser consumida sem por em causa a saúde da comunidade.

Nessa perspectiva o presente trabalho busca avaliar as condições de potabilidade da água captada em poços no bairro 25 de Setembro e Samora Machel, regiões localizadas na cidade de Mocuba, através de análises químicas e bacteriológica.

1.1.Problematização Justificativa

A água constitui um recurso muito importante para a vida humana, porém a cidade de Mocuba vem enfrentado problemas sérios na sua obtenção na forma potável Caldeira (2012) para o consumo humano, daí grande parte da comunidade deste município recorre a fontes alternativas principalmente aos poços. Entretanto, as características organolépticas que compreendem a cor, o cheiro e o sabor devem estar isentas na água para o consumo, porém a origem da cor apresentada pelas águas subterrâneas deve-se, à presença de sólidos em suspensão e de compostos metálicos, principalmente de ferro e de manganês (Souza, 2001).

Na cidade de Mocuba, no bairro 25 de Setembro a água dos poços apresenta um teor de salinidade acima dos padrões ideais para o consumo humano. De acordo com Caldeira (2012) no bairro Samora Machel existe um poço comunitário, comumente designado pelos moradores de "Água da rede" usada somente para o consumo e preparo de alimentos. Entretanto a água apresenta características anormais, uma cor amarelada esbranquiçada, um indicador de contaminação. Ainda neste bairro foram relatados casos de ocorrência de surto de cólera (Caldeira, 2012).

O conhecimento das condições de potabilidade da água dos poços é de extrema importância, uma vez que esta água é extraída do subsolo para o consumo sem nenhum tratamento prévio. Porém, quando se trata de saúde há riscos a correr, devido a intolerância de substâncias prejudiciais contidas na água e que por sua vez podem causar doenças ao ser humano.

A qualidade da água associada aos relatos de ocorrência de surto de cólera registados neste distrito, desencadearam a necessidade de se realizar uma pesquisa. O presente trabalho poderá ser utilizado na formulação de outros estudos da mesma temática, formulação de estratégias de expansão da rede de abastecimento para este e outros distritos a nível nacional, contribuir para a redução de doenças veiculadas pelo consumo de água não tratada. Perante estes factores surge a seguinte pergunta:

Quais os parâmetros que afectam a qualidade de água dos poços do bairro 25 de Setembro e Samora Machel?

1.2.Objectivos

1.2.1. Geral

- Avaliar as condições de potabilidade da água dos poços do bairro 25 de Setembro e Samora Machel, na cidade de Mocuba.

1.2.2. Específicos

- Determinar as concentrações dos parâmetros químicos: amónia, cálcio, cloretos, nitrato, nitrito, pH;
- Quantificar o nível das bactérias do grupo *Escherichia coli* e coliformes totais na água dos poços;
- Identificar os factores de contaminação química e bacteriológica dos poços de acordo com o ambiente em que se encontram.

CAPÍTULO II

2. Revisão da Literatura

2.1. Águas dos poços e sua composição

O poço é considerado uma importante fonte de suprimento de água para consumo humano por populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento, (Araújo *et al.*, 2013). As águas dos poços apresentam características diferentes que variam de zona para zona, dependendo dos materiais geológicos em volta dos aquíferos (Manassés, 2009).

As águas presentes nos aquíferos nunca são puras, contendo substâncias dissolvidas, muito diluídas em virtude do contacto das águas com os materiais geológicos onde ocorre a desmineralização do mesmo provocando a saturação das águas (Manassés, 2009). Na água subterrânea a maioria das substâncias dissolvidas encontram-se em estado iónico. A sílica ocorre sob a forma de partículas coloidais (SiO_4^{4-}). Os iões mais frequentes observados são os catiões Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ e os aniões HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- e SO_4^{2-} . A concentração das espécies naturais dissolvidas nas águas subterrâneas é função, principalmente do intemperismo e da dissolução de minerais como os carbonatos e silicatos durante a interacção da água com as rochas (Manassés, 2009).

2.1.1. Fontes de contaminação da água dos poços

A contaminação ocorre quando alguma substância estranha esta presente, as enxurradas e erosões constituem fontes adicionais para facilitar as contaminações, com maior ocorrência durante as fortes chuvas. Por sua vez, contaminação é em geral entendida como um fenómeno de poluição que apresenta risco à saúde (Brasil, 2007).

Os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água (Araújo *et al.*, 2013).

Para Araújo *et al.* (2013) a contaminação pode ser através do esgoto lançado sem nenhum tratamento, efluentes domésticos contendo sais minerais, matéria orgânica, restos de compostos não biodegradáveis, a elevada porosidade dos solos de uma região, associada à quantidade de chuvas, pode comprometer a qualidade da água de poço, principalmente a acção antropogénica que esta directamente associada a despejos domésticos, industriais e chorume (substância líquida resultante do processo de apodrecimento de matérias orgânicas) que provem de entulhos de lixo e que contaminam os lençóis freáticos.

2.1.2. Qualidade de água dos poços

A qualidade da água é determinada pelos solutos e gases dissolvidos na água, bem como pela matéria orgânica em suspensão (Manassés, 2009). Estas características usadas pretendem classificar a água de acordo com a sua potabilidade, a segurança que apresenta para o ser humano (AB, 2017).

A qualidade da água subterrânea é outro factor a ser considerado, tendo em vista o uso proposto a que a água é destinada. De acordo com as informações do Ambiente Brasil (AB, 2017) a qualidade da água subterrânea é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percoladas, mas ela pode sofrer a influência de outros factores como composição da água de recarga, tempo de contacto, água e o meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas actividades humanas.

Devido ao maior contacto com os materiais geológicos, baixa velocidade de fluxo e maiores pressões e temperaturas, as águas subterrâneas são geralmente mais mineralizadas do que as águas superficiais (AB, 2017). Pelas mesmas razões, possuem menores teores de matérias em suspensão e matéria orgânica. Também, devidas as suas condições de circulação, as águas subterrâneas tendem a possuir menor teor de oxigénio dissolvido do que as águas superficiais (AB, 2017).

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

Parâmetros de qualidade aplicáveis obrigatoriamente a água destinada ao consumo humano estabelecidos no Anexo I do presente Regulamento (Lei n.º 16/91, de 3 de Agosto).

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

Parâmetros		Limite máximo admissível	Unidades
Biológicos	Coliformes totais	Ausente	NMP* / 10.0 ml ou N°. de colónias / 100 ml
	Coliformes fecais	Ausente	NMP* / 10.0 ml ou N°. de colónias / 100 ml
	Vibrio cholerae	Ausente	1000ml
Químicos	Amoníaco	1,5	mg/l
	Nitrato	50	mg/l
	Nitrito	3	mg/l
	pH	6 a 9	
	Cálcio	50	mg/l
	Cloretos	250	mg/l

2.2. Indicadores da qualidade de água

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

2.2.1. Parâmetros químicos

São aqueles que do ponto de vista sanitário servem de controlo as características químicas das águas e são de grande importância, pois a presença de alguns elementos ou compostos químicos em elevadas concentrações pode inviabilizar o uso da água (OMS, 2011). Os parâmetros químicos para o controlo da qualidade de água são alcalinidade, nitrogénio total, dureza, ferro, cálcio, pH, e outros, mas no presente estudo foram analisados os seguintes:

2.2.2. Cálcio

O cálcio está presente em muitos minerais formadores de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, podendo ocorrer também como cimento carbonático em rochas sedimentares. A água em contacto com essas rochas faz com que haja liberação de cálcio que é solubilizado e lixiviado (Manassés, 2009).

Dada a sua ampla distribuição nos diversos tipos de solos e rochas, o cálcio está naturalmente presente em todas as águas, embora em quantidades muito variáveis. Nas águas subterrâneas, sua

concentração é controlada principalmente pelos minerais mais solúveis, como a calcita (CaCO_3), a dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) e a anidrita (CaSO_4) (Santos, 2011).

Segundo Lima (2010) citado por Santos (2011), as águas armazenadas em terrenos cársticos podem atingir concentrações de cálcio superiores a 100 mg/L. Em contrapartida, aquelas naturalmente empobrecidas por esse elemento, são provenientes de aquíferos litologicamente desenvolvidos em granitos ou quartzitos, onde as concentrações podem ser inferiores a 0,7 mg/L (ABAS, 2017).

Nesse sentido, a quantidade de cálcio existente em qualquer suprimento de água para consumo doméstico, tem um papel significativo na nutrição humana, sendo fundamental para a prevenção de complicações em indivíduos com deficiência neste elemento (Santos, 2011). Apesar do cálcio ser fundamental para endurecimento dos ossos e dentes, em excesso esse mineral no sangue favorece a presença de pedras nos rins, osteoporose (OMS, 2011). O cálcio pode ser determinado a partir de método titulométrico (Garcez, 2004).

2.2.3. Cloretos

Os cloretos são aqueles compostos iônicos que contêm o anião Cl^- , os cloretos das águas subterrâneas resultam da lixiviação das rochas e dos solos com as quais as águas contactam, e nas zonas costeiras, da intrusão salina (Souza, 2001). Em águas doces os valores variam entre 10 a 250 mg/L. Em geral, este ião, está associado ao sódio que é muito solúvel e muito estável em solução. O cloreto não sofre oxidação e nem redução em águas subterrâneas (Manassés, 2009).

De acordo com Custódio e Llamas (1983) citado por Manassés (2009) afirmam que o ião cloreto é bastante solúvel, não chegando a saturar normalmente, provindo de terrenos de origem marinha, rochas evaporíticas e mistura com água marinha. Este ião, também, tem sido considerado um bom indicador de poluição para aterros sanitários (espaço destinado à deposição final de resíduos sólidos gerados pela actividade) e lixões que costumam ter altas quantidades de cloretos (Manassés, 2009).

Em águas para consumo humano, os cloretos alteram sabor são, principalmente, os de sódio, potássio e cálcio, e a concentração de cloretos está directamente associada à alteração de sabor da água. Beber água com níveis elevados de cloreto pode causar problemas das artérias. Uma vez que as artérias estão comprometidas, o colesterol LDL pode unir-se as suas paredes, levando à aterosclerose e doenças cardíacas (OMS, 2011).

Os cloretos podem ser determinados a partir da titulação com o Nitrato de Prata: uma solução neutra ou levemente alcalina de cromato de potássio (K_2CrO_4) pode ser usado com indicador do ponto final de uma titulação de Nitrato de prata (AgNO_3) numa amostra contendo cloretos (Garcez, 2004).

2.2.4. Amónia

É um composto químico constituído por um átomo de azoto (N) e por três átomos de hidrogénio (H), no ambiente é originária de processos metabólicos, agrícolas e industriais, na água geralmente está abaixo de 0,2 mg /L. As águas do poço não têm, normalmente, concentrações elevadas de amónia, contudo caso ocorram poderá ser um indício de eventuais processos de contaminação orgânica, de origem humana ou industrial (Bastos, 2013).

As águas do poço podem conter até 3 mg /L, na água a amónia é um indicador de possível poluição por bactérias, esgoto e lixo animal (OMS, 2011). A amónia é um dos principais componentes do metabolismo dos mamíferos, os efeitos toxicológicos são observados apenas em exposições acima de cerca de 200 mg / kg de peso corporal. A determinação do amónio é feita a partir de espectrofotometria (Pedrozo e Kapusta, 2010).

2.2.5. Nitrato e Nitrito

Nitrato (NO_3^-) é encontrado naturalmente no meio ambiente e é um importante nutriente vegetal. Está presente em concentrações variadas em todas as plantas e faz parte do ciclo do nitrogénio. 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).

Altas concentrações de nitratos na água de poço podem resultar da penetração directa da água da superfície ou da infiltração de água poluída no aquífero através do solo, e sua variação nas águas é grande. Em muitas águas subterrâneas é improvável haver relação com as formações geológicas. Águas subterrâneas podem conter quantidades de nitrato sem causar problemas graves a saúde, todavia teores superiores a 5 mg/L representam um indicativo de possíveis contaminações por fertilizantes ou dejectos animais (Manasses, 2009).

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

A ingestão de altas doses de nitratos e nitritos 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 seis meses e causar problemas de saúde como porque causam uma grave doença do sangue a meta-hemoglobinemia que pode ser fatal (OMS, 2011).

A determinação de nitrato é feita através de espectrofotometria, e pelo método do eléctrodo ião-específico: o ião Nitrato é determinado mediante o uso de um eléctrodo de ião-específico; tal eléctrodo responde a actividade iónica do Nitrato numa faixa de 0,14 a 1400mg N-NO₃-/L (Pedrozo e Kapusta, 2010).

O nitrito 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).

2.2.6. pH

O pH das águas poços varia geralmente entre 5,5 e 8,5. Os principais factores que determinam o pH da água são o gás carbónico dissolvido e a alcalinidade. Águas subterrâneas tendem ao neutro solução tampão mas, alto pH deve-se ao CO₃⁻² e baixo pH ao SO₄²⁻, normalmente (Bastos, 2013). Determinação do pH é feita a partir do método colorimétrico e o uso do pHmetro que é pratica e de simples manuseio (Pedrozo e Kapusta, 2010).

2.2.7. Parâmetros biológicos

São aqueles que servem como indicadores de contaminação por bactérias ou vírus em águas, podem ser as bactérias do grupo dos coliformes fecais e coliformes totais.

2.2.8. *Escherichia coli*

A *E 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 (Freitas, 2004). O valor máximo admissível desta bactéria é de 0/mL de amostra de água o que quer dizer que na água esta bactéria deve estar ausente.

2.2.9. Coliformes Totais

São grupos de bactérias gram-negativas, que podem ou não necessitar de oxigénio - aeróbias ou anaeróbias, que não formam esporos, e são associadas à decomposição de matéria orgânica em geral, além de serem encontradas nas fezes de animais de sangue quente. As bactérias do grupo coliformes são utilizadas como indicadores de contaminação bacteriológica da água

(Freitas, 2004). O valor máximo admissível desta bactéria é de 0/mL de amostra de água o que quer dizer que na água esta bactéria deve estar ausente.

2.3.Métodos usados em análises de água

Os métodos para avaliação de qualidade de água são ferramentas importantes de prevenção, caracterização e controle da poluição, e a estratégia mais eficiente é o uso integrado de análises físicas, químicas e biológicas, que respondem como, quais e em que níveis os poluentes podem prejudicar a saúde humana e ecossistemas.

Os métodos usados na em análises químicas podem ser **convencionais** - utiliza-se apenas vidrarias e reagentes e geralmente são baseados na volumetria e gravimetria e **instrumentais** - exigem o emprego de um instrumento (por exemplo, espectrofotómetro, condutivímetro, pHmetro, fotómetro, etc.) e, por isso são denominados métodos instrumentais. Os sistemas instrumentais aplicados à análise e controle químicos, são amplamente aceites como métodos rápidos, requerem menos separações químicas e são seguros (Denadai, 2011).

Para análises biológicas existem várias metodologias para a detecção de coliformes, como o uso da membrana filtrante, para determinação de coliformes totais e E.coli (Pedrozo e Kapusta, 2010).

2.4.Riscos associados a ingestão de água de má qualidade

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

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

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

CAPÍTULO III

3. Material e Métodos

3.1. Área de estudo

A Cidade de Mocuba localiza-se geograficamente nas coordenadas 16°51'0" S e 36°59'0". É uma das 23 cidades do território moçambicano que localiza-se no centro do País, na Província da Zambézia e é a segunda maior cidade da província. A norte é limitada pelo rio Matebe, a sul pelo rio Muanaco, a Este pelo rio Matebe e a Oeste o distrito de Milange. Os principais rios que atravessam a cidade são o Licungo e Lugela (Ministério da Administração Estatal, 2005).



Figura 1. Localização dos pontos de colecta

Fonte: Adaptado (Google Earth, 2016)

3.2.Método de pesquisa

Foram utilizadas várias abordagens e métodos de investigação. Estes incluem revisão e análise de literatura, trabalho e pesquisas. Tendo sido feitas observações directas de modo a identificar as possíveis fontes de contaminação da água dos poços.

3.3.Amostragem

A amostragem foi realizada nos bairros 25 de Setembro e Samora Machel, tendo sido escolhidos com base na sua densidade populacional, onde constatou-se que o bairro Samora Machel possui maior número de habitantes em relação ao 25 de Setembro. As saídas de campo foram realizadas nos dias 19 para a 1ª amostragem e 28 de Junho para a 2ª amostragem, período em que se tem maior concentração da água nos poços.

No bairro 25 de Setembro existem cerca de 21 poços registados, dos quais 5 já não estão em uso, onde foram colectadas amostras de água de 3 poços comunitários e num poço comunitário no bairro Samora Machel, com base na aderência dos mesmos pela população dos dois bairros e pela facilidade de obtenção da água em termos de taxas de pagamentos.

3.4.Materiais

3.4.1. Material usado no campo

- GPS
- Balde de 5L
- Garrafas plásticas 500mL
- pHmetro
- Papel de alumínio
- Coleman
- Pedra de gelo
- Sabão líquido
- Água destilada
- Etiquetas
- Caneta

3.4.2. Material usado no laboratório

- Proveta 100mL
- Balão volumétrico 250mL
- Pipeta volumétrica 10mL
- Fotómetro multiparametro Hach DR 900

- Cuvete de 25 ml e 10mL
- Placa de petrifilm.
- Estufa
- Espátula
- Membrana filtrante
- Solução de EDTA a 0.005N
- Amónio cyanurate em pó
- Nitrato em pó
- Nitrito em pó
- Solução indicadora de Cromato de potássio (K_2CrO_4) a 0.05N
- Solução padrão de Nitrato de prata ($AgNO_3$) 0,1N

3.5. Colecta de dados

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

3.6. Análises químicas e microbiológicas

As análises químicas e microbiológicas foram realizadas no laboratório da FIPAG da cidade de Quelimane. Para análise dos parâmetros químicos foram utilizados métodos instrumentais e titulométricos, fotómetro multiparametro HACH DR 900, pHmetro e titulométricos com indicador respectivamente. Os parâmetros biológicos foram analisados a partir do método petrifilm, com o uso da membrana filtrante.

3.6.1. Análises químicas

Amónia, Nitrato e Nitrito - para analisar estes parâmetros, utilizou-se o fotómetro Hach DR 900 cujo item para a análise foi o 388N-Amoniacó livre, 361 N-Nitrato HR AV e 375 N Nitrito LR respectivamente. Numa cuvete de 25 mL foram medidos 10mL da amostra e essa mesma amostra 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. Numa cuvete de 10mL contendo amostra adicionou-se o reagente em pó directamente na cuvete contendo amostra, fechada bem a cuvete com a tampa misturou-se o conteúdo agitando para homogeneizar, após a homogeneização colocou-se a cuvete no orifício de medição e premiu-se o botão ENTER. A medição realizou-se automaticamente durante 3 min de leitura no máximo, após a leitura o resultado foi exibido no visor do aparelho em mg/L de NH₃.

Cálcio - para análise do cálcio usou-se o fotómetro e o item para o cálcio foi Dureza e cálcio. A análise do cálcio procedeu-se da seguinte forma: numa cuvete de 25 mL mediu-se 20mL da amostra e pipetou-se 1mL da solução de EDTA a uma concentração de 0.005N, em seguida colocou-se a cuvete no orifício de medição do fotómetro e premiu-se botão ZERO para a calibração do aparelho. Após a calibração transferiu-se 10mL da amostra para uma cuvete de capacidade 10mL e colocou-se no orifício de medição do aparelho e premiu-se o botão ENTER para a leitura. A medição realizou-se automaticamente, após a leitura o resultado no visor do aparelho foi expresso em mg/L CaCO₃ e após a medição foram efectuados os cálculos para se obter o valor do cálcio.

Cloretos - com uma proveta mediu-se 100mL de amostra e foi transferida para um balão volumétrico de 250mL, após isso pipetou-se 1mL do indicador cromato de potássio (K₂CrO₄) agitou-se o balão para a homogeneização, e depois titulou-se com AgNO₃ com uma concentração de 0.1N até a viragem da cor: aparecimento do precipitado vermelho-tijolo.

3.6.2. Análise microbiológica

Coliformes totais e *E. coli* - a análise bacteriológica foi feita a partir método de petrifilm, onde

Pipetou-se 1ml de amostra na membrana filtrante e colocou-se na estufa durante 24h a uma temperatura de 37°C. Após 24h retirou-se da estufa e fez-se a contagem das colónias manualmente, onde o *E.coli* apresentou a cor azul e os coliformes totais cor vermelha, os resultados foram expressos em N° de colónias/100mL.

3.7.Tratamento de dados

Após a obtenção dos dados, foram organizados, processados e produzidas tabelas no programa informático *Microsoft Excel versão 2010*.

CAPÍTULO IV

4. Resultados e Discussão

Os resultados das análises dos parâmetros químicos e biológicos são ilustrados na tabela 2 e 3 respectivamente, e a seguir são os desc bem como os factores de contaminação da água dos poços.

Tabela 2. Resultados das análises dos parâmetros químicos da 1ª amostragem realizada no dia 19 e 2ª realizada no dia 28 de Junho.

Parâmetros químicos	Concentração dos parâmetros em cada poço																L.M.A
	Bairro 25 de Setembro												Poço 4 do bairro Samora Machel				
	Poço 1				Poço 2				Poço 3								
	1ª	2ª	M	D	1ª	2ª	M	D	1ª	2ª	M	D	1ª	2ª	M	D	
Amónia	0,4	0,5	0,4	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,1	0,4	0,2	0,3	0,1	1.5 mg/L
Nitrato	11,9	20,8	16,4	4,4	18,2	23,9	21,1	2,9	17,7	7,2	12,5	5,3	18,3	20,7	19,5	1,2	50mg/L
Nitrito	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.0mg/L
Cálcio	21,1	19,3	20,2	0,9	23,6	14,1	18,8	4,7	12,3	13,3	12,8	0,5	42,1	52,0	47,0	5,0	50mg/L
Cloretos	100,5	85,1	92,8	7,7	83,6	86,6	85,1	1,5	77,9	60,3	69,1	8,8	67,4	53,2	60,3	7,1	250mg/L
pH	6,3	7,0	6,6	0,3	6,1	6,2	6,2	0,0	6,7	6,8	6,7	0,0	5,5	6,0	5,7	0,3	6-9

Nota: O M significa as médias dos resultados encontrados a partir da 1ª e 2ª amostragem e o D significa o desvio padrão, e o L.M.A significa Limites Máximo Admissível, todos os parâmetros são dados em mg/L excepto o pH.

A tabela 2 ilustra os valores obtidos nas análises químicas da primeira e segunda amostragem, onde verifica-se que em média os valores da amónia, nitrato, nitrito, cálcio, cloretos e pH para todos os poços variam de 0.2-0.4 mg/L, 12-21 mg/L, 0-0.1 mg/L, 12.8-47 mg/L, 60-92.8 mg/L e 5.7-6.7 respectivamente.

Os valores acima observados de acordo com os limites máximos admissíveis desses parâmetros na água para o consumo humano segundo o anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), estão dentro dos padrões.

Os valores do nitrato e nitrito nos poços analisados estão em conformidade segundo os limites máximos admissíveis descritos no anexo I da lei 16/91 para águas não tratadas de fontes destinadas ao consumo humano. Embora os valores encontrados estejam em conformidade, salientar que a ocorrência de nitrato em águas subterrâneas pode ser associada a oxidação de resíduos de produtos nitrogenados em excretas humanos e animal, incluindo as fossas sépticas (Bastos, 2013). Segundo a Organização Mundial da Saúde (2011) os valores do nitrato acima dos 10mg/L tornam-se preocupantes, porque a presença destes causa doença como metahemoglobina.

Porém no poço 4 os resultados de pH indicaram uma acidez da água fora dos limites, com teores variando na faixa de 5.5 a 6, isto pode estar associado as características do solo por este ser constituído maioritariamente por areia vermelha. Segundo MAE (2005) este facto pode estar associado as características geológicas do terreno onde se constrói o poço, influencia na coloração e no pH da água. O facto de o poço ser aberto num terreno desenvolvido nas rochas ácidas também tem influência para acidez na água.

Importa referir que, o consumo de água com valores de pH muito abaixo de 7 (neutro) não é recomendado devido a característica de acidez da água (OMS, 2011).

Tabela 3. Resultados das análises dos parâmetros biológicos 1ª amostragem realizada no dia 19 e 2ª realizada no dia 28 de Junho respectivamente.

Parâmetros biológicos	Nº de colónias por mL de amostra														L.M.A (Nº. de colónias / 100 ml)
	Bairro 25 de Setembro												Poço 4 do bairro Samora Machel		
	Poço 1				Poço 2				Poço 3						
	1ª	2ª	M	D	1ª	2ª	M	D	1ª	2ª	M	D	1ª	2ª	
Coliformes totais	131	146	139	8	19	16	18	2	58	93	76	18	INC	INC	Ausente
<i>E.coli</i>	0	4	2	2	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	Ausente

Nota: A unidade dos parâmetros biológicos é expressa em Nº de colónias por 100 mL, o número de colónias das bactérias foi feita em 1mL de amostra por cada poço, o M significam as médias dos resultados encontrados, D significa o desvio padrão e INC significa incontáveis, o L.M.A significa Limites Máximo Admissível.

A tabela 3 ilustra os valores dos parâmetros bacteriológicos da primeira e segunda amostragem, onde, em média variam de 18-139 Nº. de colónias /ml para os coliformes totais e 0-2 Nº. de colónias /ml para o *E.coli*.

Segundo o anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004) estes resultados estão fora dos limites máximos admissíveis para o consumo humano. De acordo Manassés (2009) a presença de fossas próximas dos poços contribuem para a contaminação devido a quantidade e persistência dos poluentes, que por sua vez atravessam a zona não saturada através da sua infiltração no solo, atingindo assim a zona freática dispersando se na coluna de água.

A falta de higiene durante a captação das águas é considerada um outro factor de contaminação bacteriológica porque as bactérias ocorrem nas fezes de animais de sangue quente, principalmente

nas fezes humanas, e no acto da retirada da água do dificilmente existe um controle de higiene (OMS, 2011).

A não observância da presença das bactérias *E. coli* nos poços 2 e 4, não expressa a não confiabilidade dos resultados, segundo Freitas (2004) deve-se ao facto do crescimento e sobrevivência das mesmas na água, uma vez que as bactérias *E. coli* desenvolvem-se e sobrevivem a temperaturas elevadas, na faixa óptima de 35° a 50° C.

Em resumo, no que se refere às características químicas da água, embora quase todos os parâmetros atendam aos padrões estabelecido no anexo I da Lei n.º 16/91, o pH do poço 4 esta fora dos limites recomendados. Entretanto, a maior preocupação está relacionada aos resultados dos exames bacteriológicos, pois apenas o poço 2 e 4 estão em conformidade para o grupo das bactérias *E.coli*.

Tabela 4. A tabela ilustra os factores de contaminação química e bacteriológica dos poços de acordo com o ambiente em que se encontram.

Nº de poços	Factores de contaminação da água dos poços	
	Química	Bacteriológica
Poço 1	Proximidade entre as fossas	Proximidade entre as fossas
		Falta de higiene durante a captação água
Poço 2	Proximidade entre as fossas	Falta de higiene durante a captação água
		Proximidade entre as fossas
Poço 3	Proximidade entre as fossas	Falta de higiene durante a captação água
		Proximidade entre as fossas
Poço 4	Tipo de solo	Baixos de nível freático
	Proximidade entre as fossas	Construção precária;
		Protecção inadequada
		Altura acima da superfície do solo abaixo do recomendado
		Proximidade entre as fossas
Ausência dum recipiente único para retirar água		

A tabela 4 é referente aos factores de contaminação da água dos poços, onde observa-se que a proximidade dos mesmos em relação as fossas constitui um factor comum para a contaminação. Porém o poço 4 apresenta mais factores de contaminação biológica em relação aos outros, e com baixo nível freático.

Este facto pode estar relacionado ao material usado para protecção do poço (recipiente de 20L cortado) contra agentes externos de poluição. Segundo Associação Brasileira para Águas Subterrâneas (2017) a altura do poço deve ser igual ou acima de 80cm.

A ausência de um recipiente (como balde) único para retirar a água, constitui um factor de contaminação, visto que cada pessoa usa o seu próprio recipiente desconhecendo-se as condições de higiene.

A escavação de um poço com valores baixos de nível freático é um factor que pode vir a contaminar a água subterrânea, através da influência da água proveniente do escoamento superficial e futura infiltração no solo (Bastos 2013).

ABAS (2017) afirma que a distância entre o poço e a fossa deve ser de 15 metros no mínimo, visto que poderá ocorrer o contacto da água dos poços e das fossas devido a infiltração a partir do solo dada a sua proximidade.

4.1. Conclusão

Com base nos resultados obtidos foi possível determinar a concentração dos parâmetros químicos na água dos poços. De acordo com as concentrações dos mesmos os poços estão em conformidade com os padrões de potabilidade em relação aos parâmetros químicos.

As condições de potabilidade de todos os poços analisados não estão em conformidade em relação aos padrões de potabilidade para os parâmetros biológicos, sendo afectado pela presença de coliformes totais em todos poços e o *E. coli* em alguns poços. Entretanto, desconhece-se as fontes de contaminação que mais contribuem para a predominância destas na água dos poços.

De acordo com o ambiente em que os poços se encontram, foi possível identificar os seguintes factores de contaminação química: proximidade entre as fossas e o tipo de solo.

Os factores de contaminação bacteriológica identificados foram os seguintes: proximidade entre as fossas, falta de higiene durante a captação da água, construção precária, ausência dum recipiente único para retirar água, altura acima da superfície do solo abaixo do recomendado.

4.2.Recomendações

Pelo facto de se ter verificado a avaria dos aparelhos de medição como o oxímetro e falta de reagentes no laboratório para análise dos outros parâmetros, para os próximos estudos relacionados a potabilidade de água recomenda-se que seja feita a análise dos parâmetros como, Temperatura, oxigénio, Magnésio, Fluoretos, Ferro, para que se possa ter uma análise absoluta de potabilidade das águas.

Recomenda se a consciencialização da população dos bairros de modo que construam os seus poços respeitando uma distância mínima de 15 metros entre as fossas sanitárias, antes da ingestão da água a população deve optar por um tratamento básico como a fervura e o uso de certeza.

Recomenda se ainda que se façam análise nos outros bairros de modo que se possa obter uma informação mais abrangente e representativa.

Capítulo V

5. Referências Bibliográficas

- AB - Ambiente Brasil. Disponível em <ambientes.ambientebrasil.com.br> Acessado em 20 de Agosto de 2017. 13h:40min.
- ABAS (2013) - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em <www.abas.gov.br> Acessado em 20 de Agosto de 2017.14:10min.
- Araújo, C. F., Hipólito, J. R. & Waichman, A. V. (2013). *Avaliação da qualidade da água de poço*. Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, p.54.
- Brasil. (2007). *Manual de Saneamento* (3ª ed ed.). Brasília.
- Bastos, M. L. *Caracterização da qualidade da água subterrânea – Estudo de caso no Município de Cruz das Almas – Bahia*. Tese de Licenciatura. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, pp. 14-26.
- Boletim da República, (2004). I Série -Número 37. Quarta-feira, 15 de Setembro.
- Caldeira, A. (11 de Outubro de 2012). *Mocuba: Um município ambicioso*. Mocambique.
- Costa, C. L., Lima, R. F., Paixão, G. C., & Pantoja, L. D. (2012). *Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil*. Ceará.
- Denadai, J. (2011). *Análise Instrumental: ANÁLISE QUÍMICA*, pp. 4-5.
- Freitas, M. P. (2004). *Sobrevivência de Pseudomonas aeruginosa, Coliformes totais, Escherichia coli e Isolamento e Identificação de Fungos em águas de rio in natura*. Tese de Bacharel, p.4 p.31. Curitiba, Paraná.
- Garcez, L. N. (2004). *Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltadas para análises de águas e esgotos sanitários e industrial*. Departamento de engenharia hidráulica e sanitária laboratório de saneamento: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. pp. 20-24 e pp. 64-72.
- Ministério da Administração Estatal, (2005). *Perfil do distrito de Mocuba província da Zambézia*. P. 2.
- Manassés, F. (2009). *Caracterização hidroquímica da água subterrânea da formação Serra Geral na região Sudoeste do estado do Paraná*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.38 e p.48.

- Organização Mundial da Saúde. (2011). *Directrizes para a Qualidade da Água Potável*. (4ª ed.). 1 Geneva 27, Switzerland, p. 313 e p. 398.
- Pedrozo, C. S & Kapusta, S. C. (2010). *Indicadores Ambientais em Ecossistemas Aquáticos*. Porto Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. pp. 57-63.
- Santos, R. A. (2011). Tese de Mestrado. *Hidrogeoquímica das Águas Subterrâneas do Município de Iraquara, Bahia*, p. 71. Salvador.
- Silva, B. T., & Gomes, C. C. (s.d.). Intrusão Marinha em Pocos de Exploração Água Subterrânea, na Beira-Mar de Fortaleza – Ceará. *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, (p. p.3).
- Souza, E. R. (Setembro de 2001). Noções sobre a qualidade da água. *Parâmetros de caracterização de uma massa de água*, 1. Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Lisboa.

5.1.Anexos

Anexo I. Fórmula para o cálculo de cálcio e cloretos

Cloretos

$$\text{mgCl}^- / \text{L} = \frac{N_{\text{AgNO}_3} * V_{\text{AgNO}_3 \text{ gastos}} * 35450}{V_{\text{amostra}}}$$

Onde:

N_{AgNO_3} – concentração do nitrato de prata na solução

V_{Ag} – volume do nitrato de prata gasto

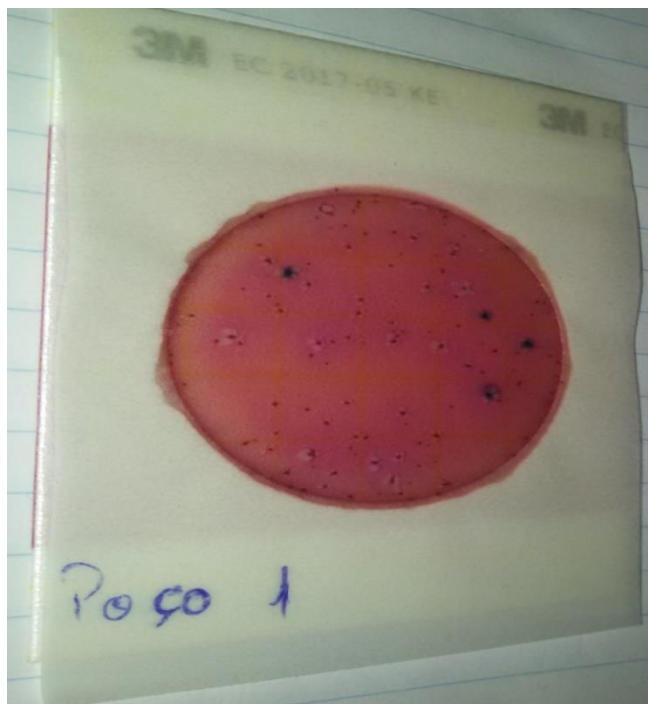
V_{amostra} – volume da amostra usada

Cálcio

$$\text{Ca} = \frac{\text{resultado da leitura do cálcio no fotômetro} * 400,8}{50}$$

Ca - cálcio

Anexo II. Fotografias das análises bacteriológicas e químicas



Fotografia 1. A presença de coliformes totais foi indicada pela formação dos pontos vermelhos e a presença do E. coli indicada pela formação dos pontos azuis na membrana.



Fotografia 2. Solução com o indicador Cromato de Potássio para análise do cloreto.



Fotografia 3. Solução com o titulante Nitrato de Prata, viragem da cor.

Anexo III. Fotografias dos poços



Fotografia 1. POCO 2 do bairro 25 de Setembro.



Fotografia2. Poço 1 do bairro 25 de Setembro.



Fotografia 3. Poço 3 do bairro 25 de Setembro.



Fotografia 4. Poço 4 do bairro Samora Machel.

