



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DA AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

**Avaliação de riscos no controlo da qualidade da água em redes de
distribuição na Cidade de Chókwè**

Relatório de Estágio Académico Apresentado e Defendido como Requisito para a
Obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água
Rural

Autor: Armando Raimundo Novela

Tutor: dr. José Chiure

Co-tutor: dr. Eleutério Mapsanganhe (MSc)

Chókwè, Maio de 2017



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Relatório de Estágio Académico sobre a **Avaliação de riscos no controlo da qualidade de água em redes de distribuição na cidade de Chókwè (FIPAG)**, apresentado ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Tutor: dr. José Chiúre

Co-tutor: dr. Eleutério Mapsanganhe (MSc)

Lionde, Maio de 2017



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

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

Chókwè, 29 de Junho de 2017

Armando Raimundo Novela

Armando Raimundo Novela

ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABELAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
DEDICATÓRIA.....	xii
AGRADECIMENTOS	xiii
RESUMO	xiv
I. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objectivos	2
1.1.1 Objectivo Geral.....	2
1.1.2 Objectivos Específicos	2
1.2 Fases do Estágio Académico	3
1.3.Relevância da Área do Estágio	3
II.DESCRICÃO DA ENTIDADE CONCEDENTE	4
2.1 Localização	4
2.2 Apresentação da Empresa.....	4
2.3. Funcionamento da Área do Departamento Técnico.....	4
2.3.1.Manutenção	5
2.3.2.Estudos e Projectos.....	5
2.3.3.Operção e Qualidade de Água.....	5
2.4.Estrutura e Rotinas	5
2.5. Organigrama da Empresa.....	6
III. DESCRICÃO TÉCNICA DE ÁREA DE ESTÁGIO	7
3.1.Descrição Técnica.....	8
3.2.Procedimento da Colecta de Água	8
IV.REFERÊNCIAS TEÓRICAS	10
4.1.Padrões de Potabilidade	10
4.2.Parâmetros Físico e Organolepticos	10

4.2.1.pH.....	10
4.2.2.Turbidez	10
4.2.3.Cor Aparente	11
4.2.4.Temperatura	11
4.2.5.Sabor e Odor.....	11
4.3.Parâmetros Químicos	12
4.3.1.Cloro Residual Livre	12
4.3.2.Dureza	13
4.3.3.Ferro e Manganês	13
4.3.4.Nitratos	14
4.4. Parâmetros Microbiológicos Usados no Controle da Qualidade da Água.....	14
4.4.1. Coliformes Totais.....	14
4.4.2.Coliformes Termotolerantes.....	14
4.5.Conceito de Risco	15
4.5.1.Conceito Risco no Sistema de Abastecimento de Água	15
4.5.2.Gestão e Monitoria de Avaliação de Riscos no Sistema de Abastecimento de Água	16
4.5.3. Análise e Gestão de Riscos em Sistemas de Abastecimento de Água.....	16
4.5.4. Avaliação de Risco no Sistema de Abastecimento de Água.....	16
4.6. Os Riscos Associados do Sistema de Abastecimento de Água, ao Consumo Humano	17
4.6. 1.Riscos de Curto Prazo	17
4.6.2. Riscos de Médio e de Longo Prazo.....	17
4.6.3.Priorização de Riscos para Controle	17
4.6.4.Risco Microbiológico.....	18
4.6.5.Risco Químico.....	18
4.7.Estrutura de Segurança da Água para o Consumo Humano	19
4.8.Sistema de Distribuição de Água.....	19
4.8.1.Integridade do Sistema de Abastecimento de Água.....	19
4.9.Redes de Distribuição de Água (RDA)	20

4.9.1.Características das Redes de Distribuição de Água	20
4.10.Variabilidade da Qualidade da Água	21
4.10.1.Capacidade Excessiva	21
4.10.2.Baixa Vazão, Zonas Mortas e Curtos - Circuitos.....	21
4.10.3.Pressões Negativas	22
4.10.4.Pressões Apropriadas	22
4.11.Abastecimento Intermitente	22
4.11.1.Problemas de Qualidade da Água em Sistema de Distribuição	23
4.11.2.Intrusão de Contaminantes	23
4.11.3.Infiltração	24
4.11.4.Localização da Rede de Distribuição de Água em Ralação a Fontes de Contaminação.....	24
4.12.Determinação das Medidas de Controlo	24
4.12.1.Medidas de Controlo	25
4.12.2.Monitoria das Medidas de Controlo.....	26
4.12.3.Determinação de Medidas de Controlo do Sistema	26
4.12.4.Limites Operacionais.....	26
4.12.5.Princípio Multi – Barreiras.....	27
4.12.6.Verificação	27
V. CONSTATAÇÕES.....	28
5.1. Colecta das Amostras.....	28
O mapa abaixo demonstra os pontos onde foram colectadas as amostras de água.....	28
Figura 3: Pontos de colecta de amostras de água.....	28
5.2.Métodos Analíticos	29
5.3.Avaliação da Qualidade de Água.....	30
5.4.Determinação dos Parâmetros Físicos	30
5.4.1.Avaliação do Nível de Turbidez.....	30
5.4.2.Determinação do pH.....	31
5.5.Determinação dos Parâmetros Químicos	32

5.5.1.Determinação do Nível de Cloro Residual, Ferro, Nitrato e Manganês	32
5.5.2.Determinação da Dureza	34
5.6. Determinação dos Parâmetros Microbiológicos	35
VI. DISCUSSÃO.....	38
VII.CONCLUSÃO	42
VIII. RECOMENDAÇÕES.....	43
IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
IX. APÊNDICES	47
X. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros Físico e Organolépticos.....	12
Tabela 2: Parâmetros Microbiológicos.....	15
Tabela 3: Quantificação de Coliformes Totais.....	35
Tabela 4: Riscos Associados ao consumo de Água do SATA do FIPAG, nos 7 Bairros da Cidade.....	36
Tabela 5: Factores de riscos e suas medidas de prevenção.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama Funcional do FIPAG – Chókwè.....	6
Figura 2: Rede de Abastecimento de Agua da Cidade de Chókwè.....	7
Figura 3: Pontos de colecta de amostras de água.....	28
Figura 4: A Água foi Colectada em Garrafas de Polietileno e de Vidro de 500 ml.....	29
Figura 5: Verificação da Condutividade Eléctrica e da Temperatura no Local da Colecta.....	30
Figura 6: Aparelhos Usados para Fazer as Análises de Turbidez, Cloro, Ferro, Nitrato e Manganês (A), e Avaliação do Nível de Cloro (B)	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1: Nível do Turbidez para os 7 Bairros.....	31
Grafico2: Nível de pH para os 7 Bairros.....	31
Gráfico 3: Nível de Cloro Residual para os 7 Bairros.....	32
Gráfico 4: Nível de Ferro para os 7 Bairros.....	33
Gráfico 5: Nível de Nitrato para os 7 Bairros.....	33
Gráfico 6: Nível de Manganês para os 7 Bairros.....	34
Gráfico 7: Nível da Dureza para os 7 Bairros.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

FIPAG – Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água

LNHAA - Laboratório Nacional de Higiene de Alimentos e Águas

mg – Miligramas

MISAU – Ministério de Saúde

mL – Mililitro

NMP – Número Máximo Permitido

OMS - Organização Mundial da Saúde

OQA - Operação e Qualidade de Água

pH – Potencial Hidrogénico

PSAA – Pequenos Sistemas de Abastecimento de Água

RDA – Redes de Distribuição de Água

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

uC – Unidade de Cor

uH – Unidade Hazen

UNT – Unidade de Turbidez

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Raimundo Salomão Novela e Roda Tivane, pelo incentivo e determinação em tornar possíveis meus ideais.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e colocar em meu caminho pessoas especiais;

A todos os meus familiares por todo o carinho, compreensão e por toda a instrução que me deram;

Os meus colegas de curso, Melito Avalihno, Fernando Bernardino, Jaime Moche, Geraldo Cebola, Raquel Maposse, Eliote Cavele, Rene Gavião, Muidini Ahamada, Edson Guambe, Nelson Chissano, Higino Madeba, Noémio Cossa, Edilio Mafanela, pelo compromisso e apoio que foram de grande importância na realização das análises e conclusão deste trabalho;

Aos decentes e amigos do curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural pela convivência, alegrias e estudos vivenciados durante o curso;

Ao dr. José Chiure e o dr. Eleutério Mapsanganhe, pela orientação, dedicação, disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos e pelos inúmeros esclarecimentos de dúvidas;

À empresa FIPAG – Chókwè, por disponibilizar o espaço e os meios para a realização da pesquisa;

Aos técnicos da empresa FIPAG – Chókwè, Leonilde Massuque, Teresa Muchanga, Constantino Ofisso, Nelson Mabunda, Arlete, pela disponibilidade e pelos conhecimentos e conselhos que me transmitiu ao longo deste estágio;

Aos meus irmãos, Isaida Raimundo Novela, Carla Raimundo Novela, Salomão Raimundo Novela, Alice Cidra Raimundo Novela e Robson Malaque Raimundo Novela, pelo amor, o apoio em todos os momentos e a cumplicidade em meus projectos.

A Marta Jaime Cuamba, pelo carinho, constante incentivo e apoio.

A Quitéria Cossa, pela ajuda na escolha do curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural;

Por fim, quero fazer um agradecimento especial ao Pedro João Maibaze, Agostinho Balane, Simão Tivane, Andre Aleixo Tivane, Orlando Simbine, Sebastião Nhantumbo, Ivo Marino, Amísio Sérgio, Celesio Uamusse, Raimundo Armando Novela, Angelica Muchanga, Celso Mugadui, Jamal Narcy, Malaque Tivane, Olímpio A. Novela, Sebastião Marceta, Jaime Maunde, Abílio Nhumaio, Defton Manjate, Armilo Manjate, Helder Baloi, Stelio Taelane, que a cada dia destes anos me davam a certeza de que todo o sacrifício era largamente recompensado pelo prazeroso convívio diário e pela amizade duradoura que se formou.

RESUMO

O presente trabalho é resultado de um estágio académico realizado na empresa FIPAG – Chókwè com o objectivo de avaliar os riscos no controlo da qualidade de água em redes de distribuição ao nível da cidade. Foi feita a colecta e análise laboratorial de amostras de água colectadas num período de quatro meses em sete bairros da cidade de Chókwè. Durante trabalho, foram analisados parâmetros físicos e químicos da água, no Laboratório da FIPAG, inerentes a concentração dos iões de Cloro, Ferro, Nitratos e Manganês, e no Laboratório Nacional de Higiene de Alimentos e Água, que são: (Dureza, pH e Coliformes Totais). Dos resultados obtidos constatou - se que, 364 amostras das quais 82 amostras em condições não aceitáveis o que equivale a 22,52% e 282 amostras em condições aceitáveis o que equivale a 77,48%. Dos resultados obtidos, verificou-se diferença de amostras nos dois primeiros meses e que em termos percentual, houve um decréscimo das análises das amostras não aceitáveis referentes a parâmetro de coliformes totais. Estes dados revelam a existência de pontos de contaminação na rede de distribuição. Em alguns setores, a tubulação da rede de distribuição pode estar sofrendo problemas de corrosão devido ao pH ácido, bem como a água não está sendo desinfetada satisfatoriamente, devido à ausência do cloro residual livre, o que pode oferecer riscos à população devido à possibilidade de doenças por veiculação hídrica.

Palavras – chave: Risco, qualidade, controlo, água, rede de distribuição.

I. INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento essencial a vida animal e vegetal. O homem tem necessidade de água de qualidade e em quantidade suficiente para todas suas necessidades, não só para proteção de saúde, como também para seu desenvolvimento económico (*DI BERNARDO, 1993*).

A manutenção das infra-estruturas de abastecimento de água constitui actualmente uma das principais preocupações das autoridades, sobretudo para garantir a continuidade do abastecimento de água assim como para garantir que a mesma seja consumida com qualidade preconizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), (*ABNT, 2001*).

Actualmente, não é apenas suficiente disponibilizar água em quantidade e pressão adequada, mas também a sua qualidade de modo a prevenir doenças de origem hídrica, principalmente em crianças e mulheres grávidas que são mais vulneráveis. (*ABNT, 2001*).

Segundo BRASIL, (2004,) a qualidade necessária da água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana.

Os sistemas de abastecimento de água, compostos por unidades de captação, tratamento, reservação e distribuição até ao consumidor são importantes no fornecimento de água potável. No entanto, a água está sujeita a ameaças desde o seu ponto de captação até o ponto de consumo, que podem comprometer a qualidade da água fornecida ao consumidor e originar riscos para a saúde pública. As ameaças podem estar associadas à deterioração da qualidade da água, seja no manancial, por acção antrópica ou natural, ou no interior do sistema por pressão negativa na rede, vazamentos nas tubagens, penetração de contaminantes, problemas operacionais na estação de tratamento e ausência ou negligência de manutenção (*CETESB, 2001*).

Na preactiva de avaliar os riscos no controlo da qualidade de água em redes de distribuição na FIPAG-Chókwè, realizou-se uma serie de actividades, tais como: colecta de amostras de água, análises de amostras no laboratório local que são: (Cloro, Ferro, Nitratos e Manganês) e externo (pH, Dureza e Coliformes Totais); e a compilação e discussão dos dados analisados

1.1 Objectivos

1.1.1 Objectivo Geral

- Avaliar riscos no controlo da qualidade de água em redes de distribuição do FIPAG.

1.1.2 Objectivos Específicos

- Analisar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água distribuída.
- Identificar os riscos na rede de distribuição de água.
- Evidenciar as medidas de controlo de riscos na rede de distribuição.

1.2 Fases do Estágio Académico

O estágio realizou-se na empresa FIPAG de Chòkwé, no período de 4 meses (Maio a Agosto), obedeceu as seguintes fases:

1. Recolha de amostras de água – foi feita desde a fonte de captação até ao consumidor final.
2. Análise laboratorial das amostras de água – este processo foi feito segundo os padrões laboratoriais, de modo que atendam os parâmetros físicos – químico e microbiológica da potabilidade da água estabelecidos pela OMS.
3. Elaboração do relatório final – consistiu na compilação e discussão das amostras analisadas;

1.3.Relevância da Área do Estágio

A escolha da área do estágio deve se ao interesse em compreender na prática o funcionamento de um sistema de abastecimento de água, sendo a empresa FIPAG que gere os grandes sistemas de abastecimento de água no país e em particular a Cidade de Chókwè, e possui uma vasta gama de actividades relacionadas com a água e saneamento que constitui como um instrumento para a recolha das informações relevantes para a sustentabilidade do tema em abordagem, além de possuir boas condições para aprendizagem.

Com a avaliação dos riscos no sistema de abastecimento de água da Cidade de Chókwè, os resultados da pesquisa terão impacto nos consumidores, na medida em que a empresa provedora de serviços irá melhorar o seu desempenho, disponibilizando deste modo água qualidade e quantidade suficiente para o consumo humano.

II. DESCRIÇÃO DA ENTIDADE CONCEDENTE

A Empresa FIPAG, possui dois sistemas principais que abastece a cidade de Chókwè, um PSAA que abastece a vila Sede de Caniçado (Guijá) e outros seis que abastecem as localidades de Chilebene, Lionde, Mapapa, Conhane, Massavasse, Nwachicoloane.

O tipo de fonte de captação predominante em todos os subsistemas é subterrâneo, excepto o de Chilebene cuja fonte é superficial (Rio Limpopo).

Nos subsistemas de captação subterrânea o tratamento de água é com base na desinfecção, usando para o efeito o Hipoclorito de Cálcio, vulgarmente conhecido por HTH. No sistema onde a fonte é superficial (Chilebene), o tratamento de água é feito através de uma estação de tratamento de construída no local. (FIPAG, 2016).

2.1 Localização

FIPAG – Área Operacional de Chókwè, localizada na Cidade de Chókwè, Sede do Governo Distrital. FIPAG Área Operacional de Chókwè, sita na Avenida Eduardo Mondlane 2º bairro da cidade de Chókwè.

2.2 Apresentação da Empresa

O Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água (FIPAG), foi criado pelo Decreto-Lei nº.73/98, de 23 de Dezembro, com objectivo de gerir o património e o programa de investimento público nos Sistemas de Abastecimento de Água que lhe for entregue pelo Governo. O sistema da cidade de Chókwè, entrou para o quadro da gestão delegada em 2004, neste momento conta com cerca de 16.000 consumidores de água, entre domésticos, fontanários, instituições públicas e instituições comerciais actualmente com cerca de 19299 clientes. (FIPAG, 2016).

2.3. Funcionamento da Área do Departamento Técnico

O Departamento técnico é constituído por três secções:

- Manutenção,
- Estudos e Projectos, e
- Operação e qualidade de água.

2.3.1. Manutenção

O sector responsável pela manutenção dos equipamentos, rede, reservatórios e outras componentes do sistema de abastecimento de água.

A principal função deste sector é planear, acompanhar e monitorar todas as intervenções de manutenção, executadas por uma equipa de técnicos internos e esta secção tem enfoque das suas actividades em que o sistema tenha se danificado. todas as áreas, desde as infra-estruturas até os equipamentos do sistema. (*FIPAG, 2016*).

2.3.2. Estudos e Projectos

É responsável por realizar estudos para novas zonas de expansão dos serviços, redimensionamentos das zonas já abrangidas, estudo da demanda futura e outras actividades de natureza similar. (*FIPAG, 2016*).

2.3.3. Operação e Qualidade de Água

É responsável pela operação do sistema, a partir dos equipamentos de produção, adução, armazenamento e distribuição. É responsável ainda pelo controlo da qualidade de água através de um pequeno laboratório que faz análises de alguns parâmetros de potabilidade (*FIPAG, 2016*).

2.4. Estrutura e Rotinas

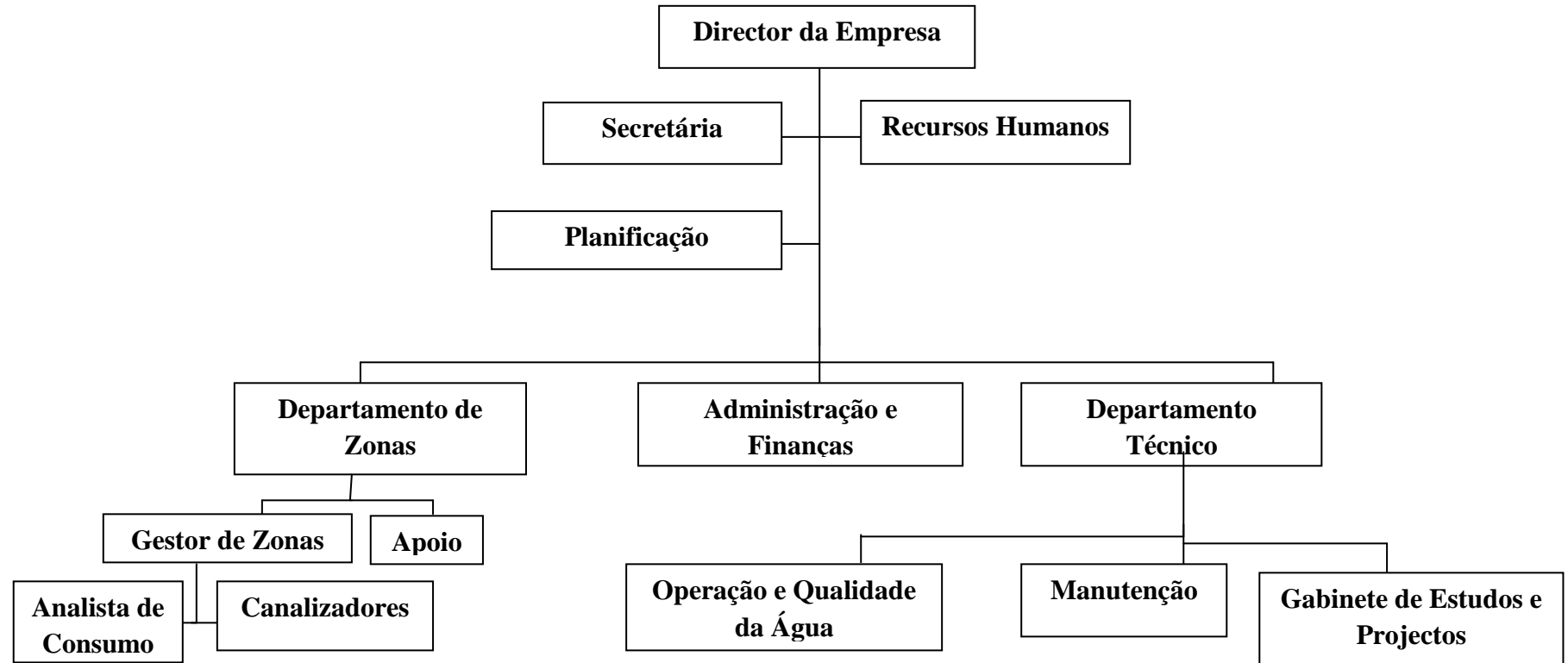
As rotinas da empresa no departamento técnico na secção de operação e qualidade de água, diariamente o operador recolhe informação que diz respeito a nível de água nas fontes de captações, energia, verificação da disponibilidade do cloro no doseador, a leitura da água captada, produzida, consumida e por fim relatar qualquer anomalia que pode acontecer nessa secção.

Para fazer avante o monitoramento a empresa dispõe de manuais que suportam, com informações relevantes aos parâmetros de potabilidades de água, para melhor informação da rede a empresa tem equipamentos para fácil controlo de qualidade de água. (*FIPAG, 2016*).

2.5. Organigrama da Empresa

O organograma funcional do FIPAG-Chókwè, é constituído por uma Direcção Operacional, três áreas de apoio (secretaria, Sector de Recursos Humanos e sector de Planificação e Monitoramento), três departamentos (o de técnico, o de Administração e Finanças e o de Zonas de Fornecimentos).

Figura 1: organigrama funcional do FIPAG-Chókwè.

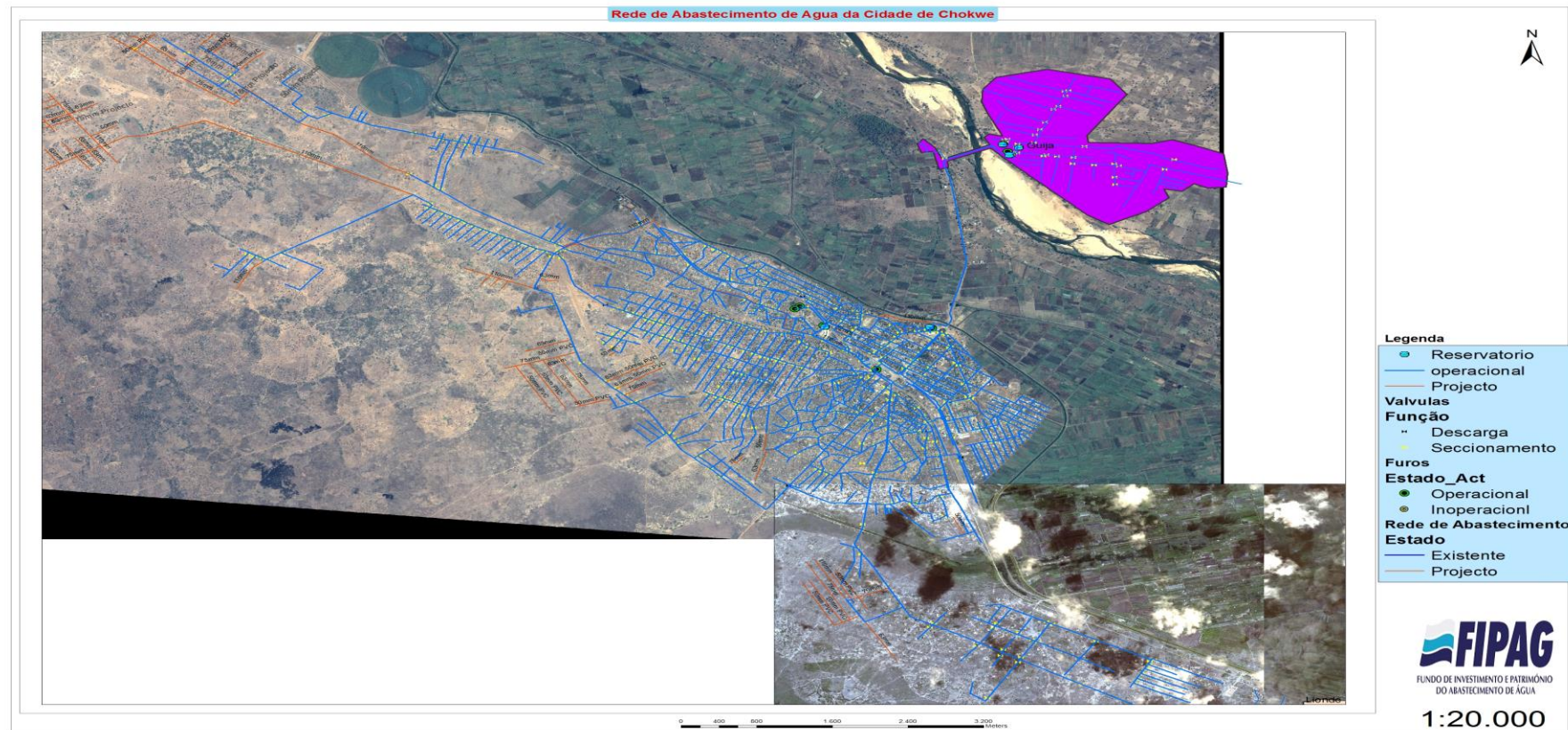


Fonte: (FIPAG, 2016).

III. DESCRIÇÃO TÉCNICA DE ÁREA DE ESTÁGIO

Foi abordado neste capítulo, aspectos ligadas as actividades técnicas da área do estágio, sua organização assim como distribuição pelos subsectores.

Figura 2: Rede de Abastecimento de Agua da Cidade de Chókwè.



Fonte: (FIPAG, 2016)

3.1.Descrição Técnica

O estágio académico foi focalizado no Departamento Técnico, no sector de Operação e Qualidade de água (OQA). Este sector é responsável pela produção, tratamento e distribuição da água assim como pela gestão dos equipamentos.

Nesta secção foram feitas as análises dos parâmetros para monitorar o controlo da qualidade de água distribuída para consumo humano em diversos pontos da rede de distribuição. É importante salientar que, devido às constantes alterações ambientais, as amostras não são iguais, dessa forma, o planeamento da colecta deve ser criterioso só para fornecer quantidade de amostras suficiente para realização de todos os testes requeridos. Por tanto nesta secção foram realizadas actividades de colheita e identificação de amostras, para análise laboratorial, de modo a adquirir a potabilidade da água distribuída em concordância com os parâmetros instituídos legalmente pela MISAU. A recolha de amostras para análise no laboratório local da empresa, eram feitas diariamente, com objetivo de controlar as características Físicas – Organoléptico e Químicas, e para as características Microbiológicas as amostra de água eram colectado uma vez por mês, e as amostras eram analisadas no Laboratório Nacional de Higiene de Alimentos e Águas (LNHAA) - MISAU, em Maputo .

Segundo Silva, R.A. & Araújo, T.M. (2003), água para consumo humano deve atender aos parâmetros definidos pela OMS, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

3.2.Procedimento da Colecta de Água

- a) Lavar as mãos com água e sabão;
- b) Limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool;
- c) Abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 1 ou 2 minutos;
- d) Fechar e flambar a torneira;
- e) Abrir novamente a torneira e deixar escorrer por mais 2 ou 3 minutos;
- f) Coletar a amostra de água;
- g) Encher com pelo menos 3/4 de seu volume;
- h) Tampar o frasco, Identificá-lo, anotando endereço, a hora e a data da coleta, o estado do tempo, o nome do coletor, etc.;
- i) Marcar o frasco com o número da amostra, correspondente ao ponto de coleta;

- j) Preencher a ficha de identificação da amostra de água;
- k) Colocar o frasco da amostra na caixa de isopor;
- l) Lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não devem exceder 24 horas;

IV.REFERÊNCIAS TEÓRICAS

4.1.Padrões de Potabilidade

Os padrões de potabilidade correspondem aos valores limites de determinados indicadores de natureza física, química, microbiológica ou radioativa, que venham oferecer algum tipo de risco à saúde da população que utiliza determinada água para seu consumo (ARAÚJO, 2010).

4.2.Parâmetros Físico e Organolépticos

4.2.1.pH

Segundo o GALDINO, (2009), o potencial hidrogénio (pH) é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. È atribuída ao valor sete à neutralidade e aos valores abaixo de sete a acidez e acima de sete a alcalinidade. A determinação do pH é uma das mais comuns e importantes no contexto da química da água

No campo do abastecimento de água o pH intervém nas etapas de coagulação, filtração, desinfecção e controle da corrosão. O pH determina a eficiência da desinfecção ao determinar o composto de cloro dominante, sendo mais ou menos efetivo no controle dos microorganismos. (GALDINO, 2009).

Nos sistemas de abastecimento, águas com valores baixos de pH tendem a ser corrosivas a certos metais e paredes de concreto; no entanto, as águas alcalinas tendem a formar incrustações. Nas águas naturais, o pH geralmente varia de 6,5 a 8,5 (BERNARDO e PAZ, 2008). Em casos de contaminação grave, o pH da água pode ficar abaixo de 4,0 ou superior a 11,0, podendo afetar a saúde do consumidor, causando irritação nos olhos, na pele e nas mucosas.

Este é um dos indicativos mais importantes de monitoria de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza (BAIRD, 2004)

4.2.2.Turbidez

Segundo o RICHTTER e NETTO, (2002), a turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides, dependendo do grau de turbulência. A presença dessas partículas provoca a

dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, e que o valor máximo de turbidez para água de abastecimento público é de 5 unidade de turvação.

Sabe-se que a turbidez pode aumentar durante o processo de tratamento da água (em função da adição de produtos químicos pós filtração) ou na rede de distribuição (devido a interferências como infiltração de águas de chuva ou formação de biofilmes). Nesses casos, deve ser respeitado o valor máximo de 5,0 NTU em qualquer ponto da rede (*BATTALHA E PARLATORE 1993*).

4.2.3. Cor Aparente

Segundo RICHTTER e NETTO (2002), a água limpa é aquela que não apresenta nenhuma cor e que a presença das substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo da quantidade e da natureza do material presente. Em alguns casos é que temos a cor extremamente elevada, a remoção pode ser auxiliada ou realizada integralmente através do processo de oxidação química, utilizando-se permanganato de potássio, cloro, ozônio, ou qualquer outro oxidante poderoso.

4.2.4. Temperatura

Para BRASIL, (2004), a temperatura duma água potável deverá ser, no inverno, superior à temperatura do ar, e inferior no verão. Além de ter um efeito tóxico directo, a temperatura afecta a solubilidade e a toxicidade de muitos outros parâmetros. Geralmente, os sólidos dissolvem-se melhor a quente, enquanto os gases preferem águas mais frias para se dissolverem. O sol é a principal fonte de aquecimento das águas naturais. Temperaturas demasiado altas limitam a disponibilidade de oxigénio podendo levar à morte da fauna.

4.2.5. Sabor e Odor

Resultam da presença, na água, de alguns compostos químicos ou de matéria orgânica em decomposição. Assim, estas características estão, quase sempre, associadas às impurezas químicas ou biológicas da água (*ARAÚJO, 2001*).

Tabela 1: Parâmetros Físico e Organolépticos

Parâmetros	Limite Máximo Admissível	Unidades	Riscos para a Saúde Pública
Cor	15	TCU	Aparência
Cheiro	Inodor	—	Sabor
Condutividade	50 – 2000	µhmo/cm	—
pH	6,5 – 8,5	—	Sabor, corrosão, irritação da pele
Sabor e Odor	Insipido	—	—
Sólidos totais	1000	mg/l	Sabor, corrosão
Turvação	5	NTU	Aparência dificulta a desinfecção

Fonte: MISAU – DNS – Departamento de Saúde Ambiental, 2004.

4.3. Parâmetros Químicos

4.3.1. Cloro Residual Livre

O cloro é um agente bactericida, adicionado durante o tratamento da água com o objectivo de eliminar bactérias e outros microrganismos patogénicos que podem estar presentes na água (CSBE, 2010).

O cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes. Em geral, a reactividade do cloro diminui com o aumento do pH, e sua velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura. As reações do cloro com compostos inorgânicos redutores, como sulfitos, sulfetos, ião ferroso e nitrito, são geralmente muito rápidas. Alguns compostos orgânicos dissolvidos também reagem rapidamente com o cloro, mas, em geral, são necessárias algumas horas para que a maioria das reações do cloro com compostos orgânicos se complete (MEYER, 1994).

Segundo AZEVEDO NETO, (1991) a água quando submetida a um tratamento, no caso, a desinfecção, há um padrão obrigatório a ser fornecido na manutenção ao processo de distribuição de rede um valor mínimo entre 0,2mg/L a 0,5 mg/L, recomendando-se assim que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo a 30 minutos, recomenda-se ainda, que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema

de abastecimento seja de 2,0mg/L”, nesse sentido, objetiva-se analisar o teor de cloro residual para assegurar a qualidade da água de consumo.

4.3.2.Dureza

De acordo com RICHTTER e NETTO (2002), a dureza dum água é causada pela presença de sais minerais dissolvidos, primariamente catiões bivalentes incluindo cálcio, magnésio, ferro, estrôncio, zinco e manganês. Os iões de cálcio e magnésio são normalmente os únicos presentes em quantidades significativas; portanto, a dureza é geralmente considerada como uma medida do teor em cálcio e magnésio na água. A dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO₃) e pode ser classificada em mole ou branda: <50 mg/L de CaCO₃; dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO₃; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO₃; e muito dura:> 300 mg/L de CaCO₃.

Águas de elevada dureza reduzem a formação de espuma, o que implica em um maior consumo de sabões e xampus, além de provocar incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à precipitação dos catiões em altas temperaturas. Existem evidências de que a ingestão de águas duras contribui para uma menor incidência de doenças cardiovasculares. Em corpos de água de reduzida dureza, a biota é mais sensível à presença de substâncias tóxicas, já que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água. Para águas de abastecimento, o padrão de potabilidade estabelece o limite de 500 mg/L CaCO₃. (MENDES *et al*, 2004).

4.3.3.Ferro e Manganês

Segundo CARVALHO, (1994), os elementos ferro e manganês, apresentam um comportamento químico semelhante, e tem os seus efeitos na qualidade da água abordados conjuntamente. Pois embora estes elementos não apresentem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas, vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais da água.

Desta forma, o padrão de potabilidade das águas determina valores máximos de 0,3 mg/L para o ferro e 0,1 mg/L para o manganês. Altas concentrações destes elementos são também encontradas em situações de ausência de oxigênio dissolvido, como, por exemplo, em águas subterrâneas ou nas camadas mais profundas dos lagos (CARVALHO, 1994).

4.3.4.Nitratos

Segundo BRASIL, (2005), Os nitratos geralmente ocorrem em quantidades traços em águas superficiais, mas pode atingir a concentrações elevadas algumas águas subterrâneas (até 5 mg/L⁻¹), a água potável não deve ter mais do que 10mg/L⁻¹ de NO₃. A sua presença indica o grau de poluição do aquífero ocasionado por despejo de esgotos, restos de animais ou águas de escoamento agrícola rica em fertilizantes nitrogenados. Em teores elevados, na preparação de alimentos para crianças, pode causar a cianose, doença que atinge crianças, e que se caracteriza pela cor azulada da pele (*BENILDE, 2004*).

4.4. Parâmetros Microbiológicos Usados no Controle da Qualidade da Água

4.4.1. Coliformes Totais

Segundo o ZULPO *et al.* (2006), os coliformes totais são um grupo de bactérias constituído por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C em 24-48 horas.

Sua presença indica que essa água possivelmente recebeu algum tipo de dejecto animal (incluindo aí dejectos humanos). Por esse motivo, aliado a outras vantagens, como baixo custo e relativa simplicidade do método de análise, adotam-se os coliformes como um parâmetro internacional de avaliação da potabilidade da água (*ROSEANE, 2008*).

A presença de bactérias coliformes numa água não significa necessariamente que, se essa água for ingerida por uma pessoa, ela irá ficar doente, pois elas em si não são patogênicas. O que ocorre é que, se elas estão presentes, deve-se contar com a hipótese de estarem presentes também bactérias ou vírus patogênicos (causadores de doenças como gastroenterites, hepatite, febre, cólera, etc.). Por esse motivo, uma água só é considerada segura se o exame bacteriológico indicar ausência de coliformes e o padrão: ausentes em pelo menos 95% das amostras. (*NOGUEIRA, 2003*).

4.4.2.Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes são um subgrupo dos coliformes. Sua presença na água indica que essa água com certeza esteve em contato com dejectos animais, o que aumenta a probabilidade de estarem presentes bactérias ou vírus patogênicos. Em outras palavras, a

presença de coliformes fecais na água, embora também não implique obrigatoriamente que uma pessoa irá desenvolver alguma doença se ingerir essa água, representa um risco maior para a saúde do que a presença de coliformes sem identificação (coliformes totais), e o padrão: ausentes em pelo menos 95% das amostras. (ROSEANE, 2008).

Tabela 2: Parâmetros Microbiológicos

Parâmetros	Limite Máximo Admissível	Unidade	Risco para a saúde Pública
Coliformes totais	Ausente	NMP*/100ml Nº colonias/ 100ml	Doenças gastrointestinais
Coliformes fecais	Ausente	NMP*/100ml Nº colonias/ 100ml	Doenças gastrointestinais
Vibrio cholerae	Ausente	1000ml	Doenças gastrointestinais

Fonte: MISAU – DNS – Departamento de Saúde Ambiental, 2004.

4.5. Conceito de Risco

Para o CARMO LUIZ e COHN, (2006), o risco é um termo recente, essencialmente moderno; é o reflexo da reorientação das relações das pessoas com eventos futuros, em uma espécie de "domesticação dos eventos vindouros". Se antes da era moderna o perigo implicava em fatalidade, agora ele é entendido como o controle possível ou provável.

Existem muitos tipos de riscos que variam desde definições amplas como risco é a probabilidade de danos, doenças, ou morte sob condições específicas (RAMAN,1990). Até definições mais específicas como risco é a probabilidade que um efeito adverso ocorra em um individuo ou grupo que esta exposta a uma dose particular ou concentração de um agente perigoso (LANGLEY e VAN ALPHEN).

4.5.1. Conceito Risco no Sistema de Abastecimento de Água

O risco é o potencial avaliado das consequências prejudiciais que podem resultar de um perigo, expressa em termos de probabilidade e severidade, tomando como referência a pior condição possível (CETESB, 2001).

O conceito de risco está relacionado com a probabilidade de algo não desejável acontecer em um dado instante. “Estar sob ameaça de algo perigoso ” vem associado a 3 componentes:

Acontecimento de algo perigoso; Chance de que isso ocorra; Consequências se o facto ocorrer (AZEVEDO, 1987).

4.5.2. Gestão e Monitoria de Avaliação de Riscos no Sistema de Abastecimento de Água

Segundo ALMEIDA, (2008), a aplicação de princípios de avaliação e de gestão de riscos na produção e distribuição de água para consumo humano, baseado em análise e controle de riscos, em pontos críticos do sistema de abastecimento, surge como uma alternativa saudável e viável do ponto de vista técnico e económico.

A avaliação do sistema de abastecimento de água é um processo de análise e avaliação de riscos, compreendendo todo o sistema de abastecimento, desde a captação até à torneira do consumidor. Na mesma linhagem, a monitoria operacional seria a identificação e a monitoria dos pontos de controlo críticos, de modo a reduzir os riscos identificados e ao passo que o plano de gestão é o desenvolvimento de esquemas efectivos para a gestão do controle dos sistemas, assim como de planos operacionais para atenderem a condições de operação de rotina e excepcionais (ROSEANE, 2008).

4.5.3. Análise e Gestão de Riscos em Sistemas de Abastecimento de Água

A OMS, através do primeiro volume da terceira edição das GDWQ (WHO, 2004), publicado em Setembro de 2004, recomenda que as entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água desenvolvam planos de segurança para garantir a qualidade da água, incorporando metodologias de avaliação e gestão de riscos, bem como práticas de boa operação dos sistemas. Deve, entretanto, referir-se que a avaliação de riscos não é um objectivo em si próprio mas antes uma forma de estruturar o processo de decisão, constituindo o ponto de partida para o estabelecimento de procedimentos que enfatizam o papel fundamental que o consumo de água em segurança assume na protecção da saúde pública

4.5.4. Avaliação de Risco no Sistema de Abastecimento de Água

A avaliação de risco supõe considerar tanto a probabilidade como a gravidade de toda consequência prejudicial, em outras palavras, determina-se o potencial de perdas.

A avaliação dos riscos a saúde humana, representada pela água utilizada para o consumo humano também constitui uma premissa da vigilância da qualidade da mesma. As actividades da vigilância devem ser rotineiras e preventivas, sobre os sistemas e soluções alternativas de

abastecimento, a fim de garantir a redução das enfermidades transmitidas pela água de consumo humano (BRASIL, 2004).

4.6. Os Riscos Associados do Sistema de Abastecimento de Água, ao Consumo Humano

Na gestão de um Sistema de Abastecimento de Água - SAA devem ser considerados os riscos associados ao consumo da água, os quais podem ser colectivos ou individuais, de curto, médio e de longo prazo (ROSEANE, 2008).

4.6.1. Riscos de Curto Prazo

Os riscos de curto prazo resultam da contaminação da água causada por elementos químicos ou microbiológicos com efeitos manifestado em poucas horas ou em algumas semanas após a ingestão. A quantidade, o período, a concentração e as características do agente contaminante e a vulnerabilidade do consumidor variará o nível de gravidade. Crianças, gestantes, idosos e pessoas debilitadas são as mais expostas (ROSEANE, 2008).

4.6.2. Riscos de Médio e de Longo Prazo

Os riscos de médio e longo prazo são geralmente de origem química e resultam de uma exposição ao longo de meses, anos ou até décadas. A quantidade, o período, a concentração e as características do agente contaminante e a vulnerabilidade do consumidor variará o nível de gravidade. Em determinar os diferentes níveis de risco não é bastante, uma vez que é necessário uma metodologia cientificamente aceita para incluir os diversos riscos que estão associados em um sistema de abastecimento de água. Os meios mais eficazes consistentemente de assegurar a qualidade segura de um sistema de abastecimento de água, é através de uma gestão de avaliação de risco e de risco que abrange todas as etapas desde a fonte de captação até a torneira do consumidor (ROSEANE, 2008).

4.6.3. Priorização de Riscos para Controle

De acordo com NRC, (2006), uma vez que tenham sido identificados os riscos em potencial e suas fontes é interessante comparar o risco associado a cada perigo ou evento perigoso, para ser possível estabelecer e documentar as prioridades da gestão dos riscos. Embora existam numerosos contaminantes que podem comprometer a qualidade da água para consumo humano, nem todos os perigos necessitam o mesmo grau de atenção.

Os riscos associados a cada perigo ou evento perigoso podem ser descritos ou identificados pela probabilidade de sua ocorrência (certo, possível, raro) e avaliados pela severidade das consequências do perigo (insignificante, maior, catastrófico). O objectivo é distinguir e, de certa forma, classificar os perigos ou eventos perigosos importantes e menos importantes. Neste caso, normalmente é empregada uma matriz semi – quantitativa. (*GODFREY et al., 2005a*).

4.6.4.Risco Microbiológico

Segundo NRC, (2006), o risco microbiológico é o risco ou a probabilidade de doenças associadas a contaminação da água devido a bactérias, vírus, protozoários e outros microrganismos. Os sintomas das doenças causadas por agentes microbiológicos podem ser agudos ou crónicos e também podem provocar sequelas posteriores.

Contudo, a avaliação e gestão de risco microbiológico tem por base doenças com origem nas exposições agudas devido ao consumo de água contaminada que podem levar à infecções (*DEERE, et al., 2001*).

4.6.5.Risco Químico

Para *DEERE et al., (2001)*, risco químico é o risco de doença originada de poluição química da água para consumo humano, ou proveniente de substâncias químicas, tais como subprodutos da desinfecção que são formados no sistema de abastecimento de água. Os efeitos à saúde atribuídos aos produtos químicos na água para consumo humano podem ser agudos (geralmente resultado de uma exposição de curto prazo a altas concentrações de substâncias químicas) ou crónicos (resultantes de exposições de longo prazo a níveis baixos de contaminantes químicos). Entretanto, devido ao seu enorme factor de diluição, poucas substâncias químicas alcançam concentrações na água que resultem em efeitos perceptíveis à saúde devido a curto período de exposição; em locais em que elas atingem altas concentrações, geralmente a água não é consumida devido ao sabor desagradável. Portanto, na avaliação e gestão de risco, os riscos químicos tenham a ser considerados como de longo prazo.

4.7. Estrutura de Segurança da Água para o Consumo Humano

Todo sistema de abastecimento de água deve ter como objetivo distribuir água com o mínimo nível de risco possível para que pessoa razoavelmente informada sinta segurança em bebê-la (O CONNOR, 2002b).

Segundo a OMS (WHO, 2004a) a estrutura de gestão da segurança da água para consumo humano deve compreender cinco componentes:

1. Metas baseadas na avaliação de riscos a saúde humana;
2. Sistema de avaliação para determinar se o sistema de abastecimento de água como um todo (do manancial, através do tratamento até o ponto de consumo) distribui água que atenda aos padrões de potabilidade;
3. Monitoramento operacional das medidas de controlo no sistema que são importantes para garantir água segura para beber;
4. Planos de gestão que documentem o sistema de avaliação, os planos de monitoramento e a descrição de ações a serem adaptados na operação normal e em condições de incidentes, incluindo ampliações e melhorias e;
5. Um sistema de vigilância independente que verifique se os componentes do sistema de abastecimento de água têm operação satisfatória.

4.8. Sistema de Distribuição de Água

Para o ABNT, (1977), o sistema de distribuição de água é a barreira sanitária final de proteção da água contra a degradação de sua qualidade; portanto, manter a integridade deste sistema é vital para garantir água segura para consumo humano. Nada vale o uso de mananciais protegidos, estações de tratamento bem protegidas e operadas se os sistemas de distribuição possuírem nível de segurança inadequado, que permita a contaminação da água durante o seu escoamento através de suas unidades até o consumidor final.

4.8.1. Integridade do Sistema de Abastecimento de Água

Segundo NRC, (2006), muitos factores afectam a qualidade e a quantidade da água nos sistemas de distribuição. Eventos internos e externos ao sistema de distribuição podem degradar a qualidade da água com possíveis riscos a saúde pública. A corrosão e a lixiviação das matérias da tubagem, o crescimento de biofilmes e microrganismos nitrificantes e a

formação de subprodutos da desinfecção são eventos internos, potencialmente negativos, ao sistema de distribuição e deveriam ser minimizados.

O aumento da idade da água dentro do sistema de distribuição potencializa a maioria desses problemas. A contaminação do sistema de distribuição por fontes externas – que podem penetrar no sistema através de rupturas na infra – estrutura, de esvaziamentos e de conexões cruzadas pode resultar de falhas de construção, de retrossifonagem, e de transientes hidráulicos. As actividades de reparo e substituição, bem como as características físicas e químicas da tubagem, também podem ser importantes rotas para expor o sistema de distribuição a contaminação externa. Todos esses eventos actuam para comprometer a integridade do sistema de distribuição (*NRC, 2006 e CHEUNG e RIBEIRO REIS, 2007*).

4.9. Rede de Distribuição de Água (RDA)

RDA é definida como o conjunto de tubagem e órgãos de acessórios destinados a atender a demanda de água segura para consumo humano de uma forma contínua, em quantidade, qualidade e pressão adequadas. Apesar de ser o componente de maior custo de implantação do sistema de abastecimento de água, normalmente a RDA contem menos de 2% do volume total de água do sistema. (*ABNT, 1977*).

Segundo o PRINCE, (2006), a importância sanitária de rede de distribuição – elo entre o tratamento da água e o consumidor – esta na garantia que a água produzida chegara ate o consumidor sem perda significativa de sua qualidade e que serão atendidos os requisitos de qualidade, pressão e continuidade estabelecidos pela legislação vigente.

4.9.1. Características das Redes de Distribuição de Água

Diferente das demais unidades do sistema, como a captação e o tratamento, as redes de distribuição de água, constituem unidades descentralizadas e dispersas, geralmente, em toda a área de abrangência do sistema. São unidades pouco visíveis, de difícil acesso, inspeção e manutenção, porque geralmente estão enterradas sob as vias públicas. (*ABNT, 1994*).

De acordo com ABNT, (1994). As redes de distribuição de água são constituídas por tubos e peças, tais como, curvas, tês, reduções, registros, válvulas, hidrantes etc. Todos os componentes precisam ter resistência suficiente para suportar as pressões internas estáticas e

dinâmicas, capacidade para resistir aos esforços externos e, também, as variações de pressões e transitórios hidráulicos causados pela abertura ou fechamento rápido de uma válvula, hidrante ou parada de uma bomba.

4.10. Variabilidade da Qualidade da Água

Para o GELDREICH, (1996), a qualidade da água pode ser degradada no sistema distribuidor pois, em seu caminho entre a unidade de tratamento e a torneira do consumidor ocorrem reações químicas e biológicas que estão relacionadas:

- Ao contacto íntimo da água com os materiais do sistema de distribuição,
- À contaminação do sistemas de distribuidor por fontes externas que ocorre por causa de rompimento das tubulações,
- A vazamentos relacionados com transientes hidráulicos,
- À manutenção inadequada de reservatórios de distribuição, entre outras coisas,

Alem desses problemas, outros podem ocorrer nas instalações prediais dos consumidores os quais, se não controlados, podem afectar a qualidade da água da rede de distribuição.

4.10.1. Capacidade Excessiva

Para o AZEVEDO, *et al*, (1998), o sistema de distribuição não deve ter capacidade excessiva, pois resultarão longos tempos de trânsito da água entre a unidade de tratamento e o consumidor. A capacidade excessiva somente é justificada quando ela for necessária para atender o aumento da demanda futura já conhecida. A construção de unidades em etapas é uma solução técnica e económica, por permitir o aperfeiçoamento da utilização de recursos financeiros e evitar a ociosidade de instalações.

4.10.2. Baixa Vazão, Zonas Mortas e Curtos - Circuitos

Sempre que possível deveriam ser evitados: situações de baixa vazão, presença de zonas mortas e curtos – circuitos no sistema de distribuição. Sectores com baixa vazão de zonas mortas devem ser restringidos tanto quanto possível. As zonas mortas e curtos circuitos no sistema podem causar problemas pela criação de tempos longos de residência e de sectores nos quais podem ser acumulados sedimentos. Mudanças na direção do fluxo (fluxo em duplo sentido) em anéis da rede podem provocar distúrbios nos depósitos nas tubulações. (AZEVEDO, *et al*, 1998).

4.10.3.Pressões Negativas

Segundo LeCHEVALLIER, (2003), as situações que levem as pressões negativas sempre devem ser evitadas. Os organismos fecais e vírus humanos podem estar presentes na água subterrânea próxima à tubulação e durante transientes de baixa ou negativa pressão poderão ser arrastados para dentro das tubulações

A modelagem matemática pode ser usada para identificar onde, quando e como ocorrem pressões negativas. As medidas preventivas, como reforço no sistema, podem então ser identificados e implementadas. Até que tais medidas sejam efetivadas, o serviço de abastecimento de água através de seu corpo técnico, responsável por diariamente operar a rede, diria ser informado onde, quando e como ocorrer a contaminação da rede. Tais situações podem ocorrer onde houver:

- Residências em áreas de elevada topografia;
- Propriedades remotas no fim de longos trechos de tubulação;
- Demandas que sejam inadequadas (diâmetro muito pequeno);
- Tubulações rugosas (por exemplo, tubulações de ferro corroídas ou tubulações com excesso de sedimentos);
- Falhas em equipamentos (por exemplo, bombas e válvulas), (LeCHEVALLIER.,2003).

4.10.4.Pressões Apropriadas

Devem ser mantidas pressões em todos os pontos do sistema dentro de uma faixa em que a pressão máxima possa evitar rompimentos na tubulação, com garantia mínima que a água seja distribuída com vazão adequada para todas demandas esperadas. (ABNT, 1989)

4.11.Abastecimento Intermitente

Segundo AZEVEDO, *et al*, (1998), em algumas situações, a distribuição de água esta restrita a um numero de horas por dia ou dias por semana. O controle da qualidade da água em sistemas intermitentes representa um grande desafio para os operadores de sistema porque, com reduzida pressão, o risco de retransfusão aumenta significativamente. O risco pode ser elevado em épocas do ano com chuvas intensas, quando as condições de mistura do solo aumentam a probabilidade de gradiente de pressão que se desenvolva do solo para a tubulação.

No abastecimento, os mais significativos pontos de riscos são áreas nas quais a tubulação passa através de estruturas de drenagem ou outros locais onde haja formação de reservatórios de água estagnada. A qualidade de água também pode ser deteriorada no retorno do

abastecimento de água (após um período de falta de água na rede), quando as oscilações podem desalojar o biofilme aderido à superfície das tubulações, com consequentes problemas estéticos de qualidade de água. (AZEVEDO, *et al*, 1998).

4.11.1. Problemas de Qualidade da Água em Sistema de Distribuição

A distribuição de água é um componente crítico de todo sistema de abastecimento de água. Sua principal função é fornecer água em quantidade, qualidade e com pressão adequadas – falhas em atender a estes objetivos se constituem em séria deficiência no sistema (NRC, 2005).

Segundo ABNT, (1989), a qualidade pode ser degradada no trajeto entre a unidade de tratamento e a torneira do consumidor devido, entre outros fatores: às reações químicas e biológicas entre a água e os materiais constituintes do sistema de distribuição, há contaminações externas que ocorrem por causa de quebra da tubagem, vazamentos associados a transientes hidráulicos, à inadequada manutenção reservatórios.

4.11.2. Intrusão de Contaminantes

De acordo com NRC, (2005), a garantia da distribuição segura da água tratada para as torneiras dos consumidores requer, entre outras medidas, a proteção contra a intrusão de contaminantes dentro do sistema de distribuição durante baixas pressões transientes.

A intrusão se refere ao fluxo de água não potável dentro da rede de distribuição após vazamentos, rupturas, ventosas submersas, falha nas juntas e outras aberturas resultantes de pressões baixas ou negativas. Os regimes de pressão transitórios são inevitáveis; todos os sistemas têm sua operação temporariamente interrompida ou ocorrem rápidas mudanças de caudal, como aquelas causadas pela descarga de hidrantes; todos os sistemas provavelmente irão experimentar os efeitos de erros humanos, paralisação de equipamentos, ou outros distúrbios que gerem riscos (NRC, 2005).

4.11.3. Infiltração

Em sistemas de distribuição de água, a infiltração ocorre quando contaminantes externos penetram através das tubagens e juntas. A infiltração geralmente está associada a tubagem de materiais não metálicas. Os contaminantes que mais comumente se infiltram em tubos plásticos são compostos orgânicos lipofílicos e não – polares, tais como hidrocarbonetos altamente voláteis e solventes orgânicos. Os exemplos mais comuns de infiltração em tubos de água e acessórios estão associados à contaminação do solo da área na qual o tubo foi assentado. (NRC, 2006).

4.11.4. Localização da Rede de Distribuição de Água em Relação a Fontes de Contaminação

Para o KIERMEYER et al., (2001), as tubagens devem ser instaladas respeitando uma adequada separação de fontes potenciais de contaminação tais como esgotos, galerias de águas pluviais, tubagem de águas servidas em geral, fossas sépticas e galerias de infiltração ou filtração de esgotos, tubagem de esgoto tratado etc. a adequada separação dependerá do material da tubagem, tipo de junta, condições do solo e espaço necessário para eventuais reparos.

4.12. Determinação das Medidas de Controlo

Segundo GODFREY e HOWARD, (2005), as medidas de controlo são ações ou actividades aplicadas para prevenir, eliminar ou reduzir riscos a nível aceitável, portanto a própria actividade de gestão de risco é uma medida de controlo. Exemplos de outras medidas de controlo em sistemas de distribuição:

- Manutenção do sistema de distribuição;
- Disponibilidade de sistema de reserva – por exemplo, geradores a diesel quando da falta de energia eléctrica;
- Manutenção de adequado residual de desinfetante;
- Presença de dispositivos para prevenir conexões cruzadas ou retrossifonagem;
- Uso de sistemas de distribuição de água totalmente fechados;
- Apropriados procedimentos de reparo, incluindo desinfecção das redes após sua conclusão;
- Manutenção da pressão em níveis aceitáveis;
- Manutenção da segurança para prevenir sabotagem, acesso ilegal ou vandalismo.

Segundo MEYER, (1994), as medidas de controlo estão intimamente relacionadas com eventos perigosos e, portanto, elas precisam ser compostas por ações que visem prevenir a ocorrência desses eventos. Na identificação das medidas de controlo é necessário estabelecer critérios para diferenciar o desempenho das unidades em aceitável ou inaceitável, determinado pelo menos uma medida de controlo para cada evento perigoso e, também, estabelecer limites críticos que descreverão se a medida de controlo esta funcionando em conformidade ou se há falta de controlo – não conformidade com os limites operacionais prescritos. Exemplos de variáveis mensuráveis incluem valores mínimos e máximos para pH, cloro residual ou pressão hidráulica em locais estratégicos do sistema de distribuição – um exemplo de um factor que pode ser observado é a integridade física das telas de proteção instaladas nas aberturas de ventilação dos reservatórios.

4.12.1. Medidas de Controlo

Para BARTRAM *et al.*, (2009), as medidas de controlo devem assegurar que os padrões de potabilidade sejam alcançados e que eles estejam baseados na identificação e avaliação de riscos. O nível de controlo aplicado aos perigos deve ser proporcional ao encontrado na classificação. A avaliação das medidas de controlo envolve:

- Identificar as medidas e controle existentes para cada perigo ou evento perigoso, desde o manancial até o consumidor;
- Avaliar se, consideradas em conjunto, as medidas de controlo são efectivas para o controle dos riscos e;
- Verificar se caso seja necessária alguma melhoria, quais medidas adicionais de controlo devem ser aplicadas.

Todas as medidas de controlo são importantes e devem ser objecto de contínua atenção. A identificação e a implementação das medidas de controlo devem ser baseadas no Princípio Multi- Barreiras. Essas medidas estão sujeitas ao controle e monitoramento operacional, que depende: do tipo de monitoramento a ser adoptado, da frequência de coletas de dados e da velocidade em que as variações dos parâmetros ocorrem.

4.12.2.Monitoria das Medidas de Controlo

A monitoria avalia o desempenho das medidas de controlo em determinado período de tempo. Os intervalos podem variar largamente; por exemplo, desde o controlo contínuo de cloro residual, até a verificação quinzenal da integrada do cavalete de um poço profundo.

Para o operador, são dois os objectivos da monitoria: verificar se cada medida de controlo permite uma gestão eficaz do sistema durante um determinado período de tempo e assegurar que as metas baseadas na saúde estão sendo atendidas. (*BARTRAM et al., 2009*).

4.12.3.Determinação de Medidas de Controlo do Sistema

Para *BARTRAM et al., (2009)* a identificação e o número de medidas de controlo são específicos de cada sistema e serão determinados em função: do número e natureza dos perigos e magnitude associada aos riscos. As medidas de controlo refletem a probabilidade e as consequências da perda de controlo e devem atender os seguintes requisitos:

- As metas de monitoramento operacional devem ser qualificadas, além de permitirem a fixação de limites para ser avaliada a sua eficácia operacional;
- As metas de monitoramento operacional devem ser controladas com frequência suficiente para revelar falhas no menor espaço de tempo possível; e
- Permitir o procedimento de ações corretivas em resposta aos desvios dos limites fixados e no menor período possível.

4.12.4.Limites Operacionais

As medidas de controlo necessitam ter limites definidos de aceitabilidade operacional – denominados limites operacionais – que podem ser aplicados para a monitoria de parâmetros operacionais. Se a monitoria indicar que um limite operacional foi excedido, então devem ser aplicadas ações corretivas pré-determinadas. A detecção do desvio e a implementação de medidas corretivas precisam ser realizadas em período de tempo apropriado o suficiente para manter o desempenho e a segurança do sistema de abastecimento de água. Para algumas medidas de controlo, também de ser definida uma segunda série de limites, denominados “limites críticos” com o objectivo de evitar a perda da segurança na água. (*BARTRAM et al., 2009*).

4.12.5.Principio Multi – Barreiras

Segundo o O'CONNOR, (2002), citado por Moreno, (2009), a melhor maneira de garantir a segurança de um sistema de abastecimento de água é implantar múltiplas barreiras que mantenham os contaminantes da água fora do alcance das pessoas. Na saúde pública e principalmente nos sistemas de abastecimento de água é comum e importante, para prevenção contra falha de alguma barreira, certo grau de redundância e duplicidade nas unidades e processos. A finalidade dessas barreiras é minimizar a probabilidade de entrada de contaminantes no sistema de abastecimento de água ou, então, reduzir ou eliminar os contaminantes nela presentes.

4.12.6.Verificação

Segundo a WHO, (2004), a verificação permite efectuar um exame final de todo o sistema de abastecimento de água. Deve ser feita por um órgão de vigilância ou, então, por um componente de controlo da qualidade do operador. Além da monitoria operacional do desempenho para a certificação que o sistema, como um todo, esta operando com segurança. A verificação deve ser pelos operadores, por uma autoridade independente ou por uma combinação deles, dependendo do regime administrativo de cada país.

A verificação microbiológica em água tratada e distribuída é feita com o indicador fecal bacteriano. Para verificação da segurança química, devem ser feitas análises químicas no final do tratamento, na rede de distribuição e em pontos consumo, se as concentrações do parâmetro variarem durante a distribuição (*WHO, 2004*).

V. CONSTATAÇÕES

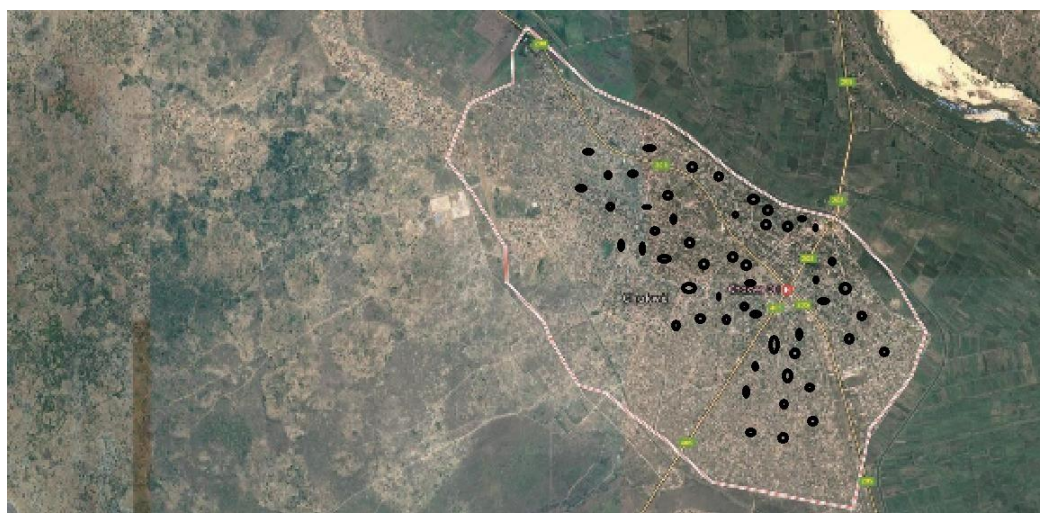
Neste capítulo reflete-se as actividades feitas durante a realização do estágio académico, na empresa FIPAG - Chókwè, que são:

- Colecta das Amostras
- Análises das Amostras
- Avaliação da Qualidade de Água

5.1. Colecta das Amostras

O mapa abaixo demonstra os pontos onde foram colectadas as amostras de água.

Figura 3: Pontos de colecta de amostras de água



Fonte: Autor.

Foram colectadas 364 amostras de água nos seguintes bairros: 1^o, 2^o, 3^o, 4^o, 5^o, 6^o e 7^o. As amostras foram coletadas em frasco de polietileno e frasco de vidro (Figura4) e devidamente identificadas, com data, nome da escola ou hospital, identificação do domicílio, horário e temperatura. As amostras de água para o consumo humano foram tomadas aleatoriamente em residências e em locais de maior fluxo público, mais obedecendo uma distância no mínimo de 100 metros de um ponto de colecta e outro. No momento da coleta, foram necessários alguns cuidados, como deixar a água da torneira escorrer por três minutos, depois rinsar a garrafa três vezes, para depois coletar a amostra. A temperatura foi verificada no local da colecta, com o termómetro digital da Thermo, conforme Figura 5. As demais análises foram realizadas em laboratório, não ultrapassando duas horas do tempo da colecta.

Para análise microbiológica da água foram colectados em frascos de vidro esterilizados de 500 ml. E para a colecta de análise físico-química usou – se garrafas plásticas (polietileno) de 500 ml.



Figura 4- Garrafas usadas para colecta de água.

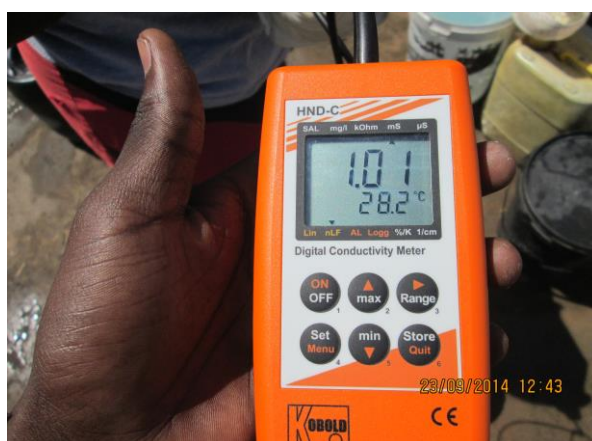


Figura 5: Verificação da condutividade eléctrica e da temperatura no local da colecta.

5.2.Métodos Analíticos

Os métodos analíticos utilizados nesta pesquisa para a determinação dos indicadores foram os métodos padrões descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WPCF, 2012).

5.3. Avaliação da Qualidade de Água

Avaliação da qualidade de água foi feita por meio de análise de amostras recolhidas. Neste caso foram determinados as análises dos parâmetros de pH, cloro residual, turbidez, cor aparente, condutividade eléctrica, nitrato, ferro e manganês. As análises referentes a coliformes totais e coliformes fecais essas análises foram feitas no laboratório externo, LNHAA.



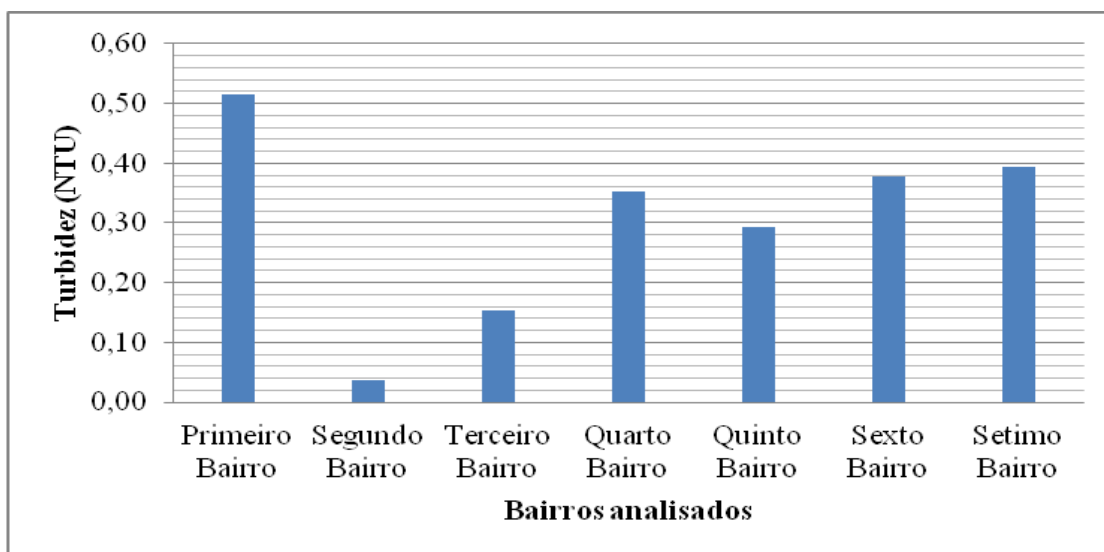
Figuras 6: Aparelhos Usados para Fazer as Análises de Turbidez, Cloro, Ferro, Nitrato e Manganês (A), e Avaliação do Nível de Cloro (B).

5.4. Determinação dos Parâmetros Físicos

5.4.1. Avaliação do Nível de Turbidez

Para determinação de turbidez foi utilizado o método Nefelométrico através do turbidímetro microprocessado (HACH 2100Q).

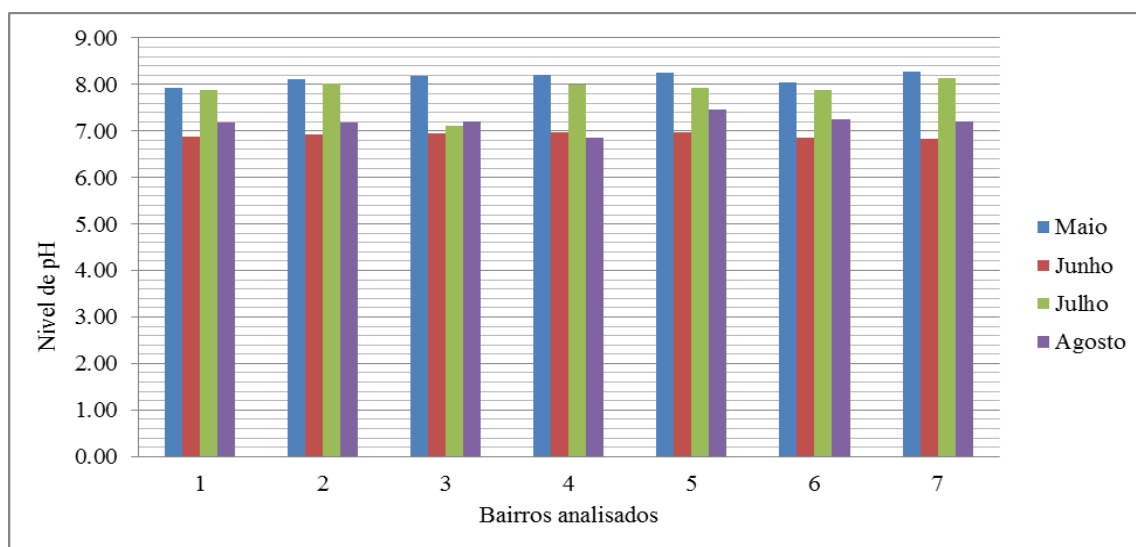
A amostra de água foi colocada no tubo de ensaio apropriada, introduzida e posicionada de acordo com as indicações do aparelho. A leitura forneceu os resultados em unidade nefelométrica de turbidez (NTU).

Gráfico 1: Nível de Turbidez para os 7 Bairros

De acordo com os resultados do gráfico 1, a turvação apresentou em média maior valor no primeiro bairro, sendo que o menor valor foi verificado no segundo bairro. Para os que partilham o mesmo depósito a diferença nos valores da turvação, deve – se geralmente a presença de fugas na rede ou avançado estado oxidação da tubagem.

5.4.2.Determinação do pH

O pH das amostras foi determinado por leitura direta no pHmetro Qualxtrom 8010, devidamente calibrado. A água foi colocada num recipiente de aproximadamente 100mL onde foi introduzido o electrodo para obtenção do valor do pH da amostra.

Gráfico 2: Nível do pH para os 7 Bairros

O gráfico 2, apresenta a variação do nível do pH, sendo que o primeiro bairro apresentou o menor valor e sétimo bairro apresentou o maior valor. Os valores determinados de pH, para

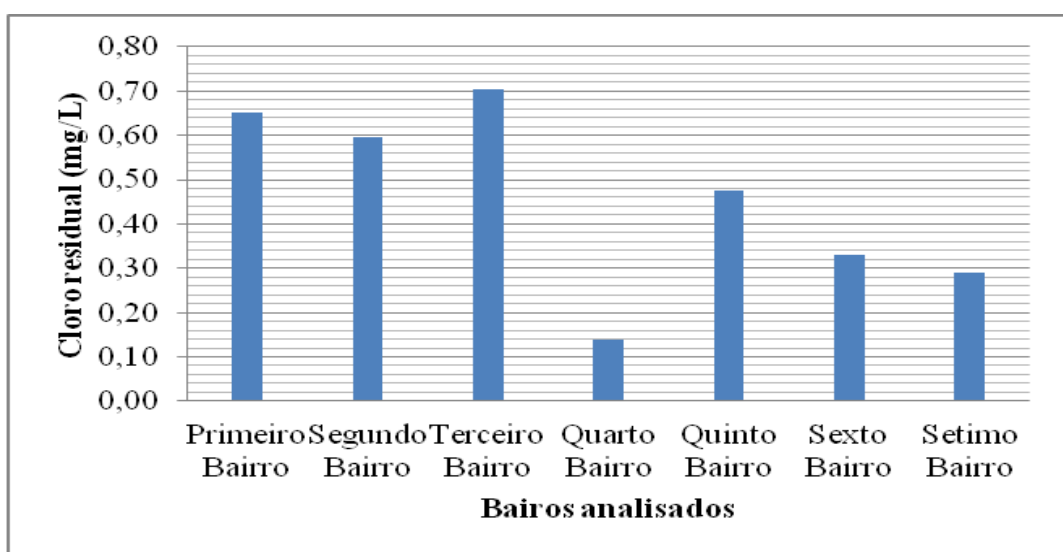
cada amostra estão dentro da faixa recomendada pela OMS, que são de 6.5 – 8.5, não interferindo dessa forma no tratamento e consumo da água.

5.5.Determinação dos Parâmetros Químicos

5.5.1.Determinação do Nível de Cloro Residual, Ferro, Nitrato e Manganês

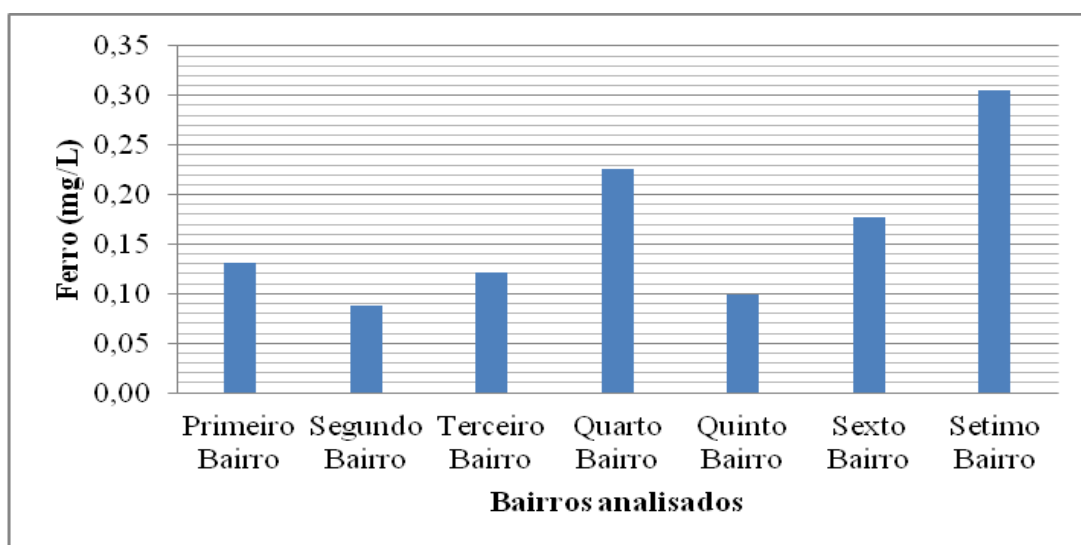
Para determinação do cloro residual livre foi utilizado o método DPD, através do espectrofotômetro HACH, DR/890. A amostra foi colocada no tubo de ensaio apropriada e adicionado o reagente para cloro livre, em seguida agitou-se a solução de uma forma suave ate se dissolver o reagente e depois introduziu - se a amostra no aparelho. A leitura foi feita diretamente em mg/L, no aparelho (HACH, DR/890). Para a medição do nível de Ferro, Nitrato e Manganês seguiu-se o mesmo procedimento com recurso ao mesmo aparelho, tendo - se adequado os respectivos reagentes. O gráfico 3, 4, 5 e 6 apresentam respectivamente os níveis de Cloro, Ferro, Nitratos e Manganês.

Gráfico3: Nível do Cloro residual para os 7 Bairros

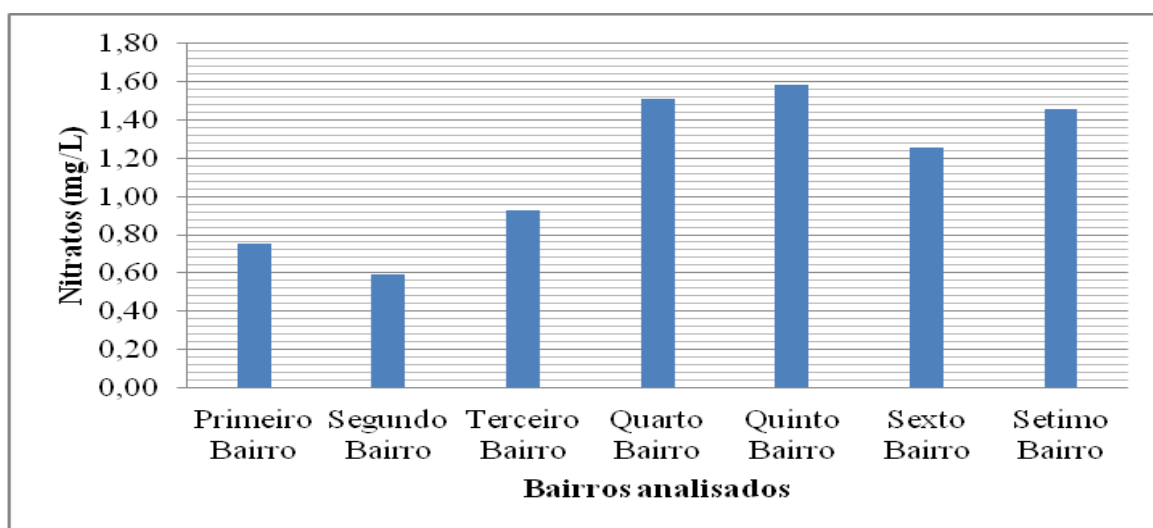


Como se pode observar no gráfico 3, o nível do cloro residual apresentou – se alto no terceiro bairro e baixo no quarto bairro. Essa diferença deve – se à **paralisação da bomba doseadora devido** avaria do misturador do cloro.

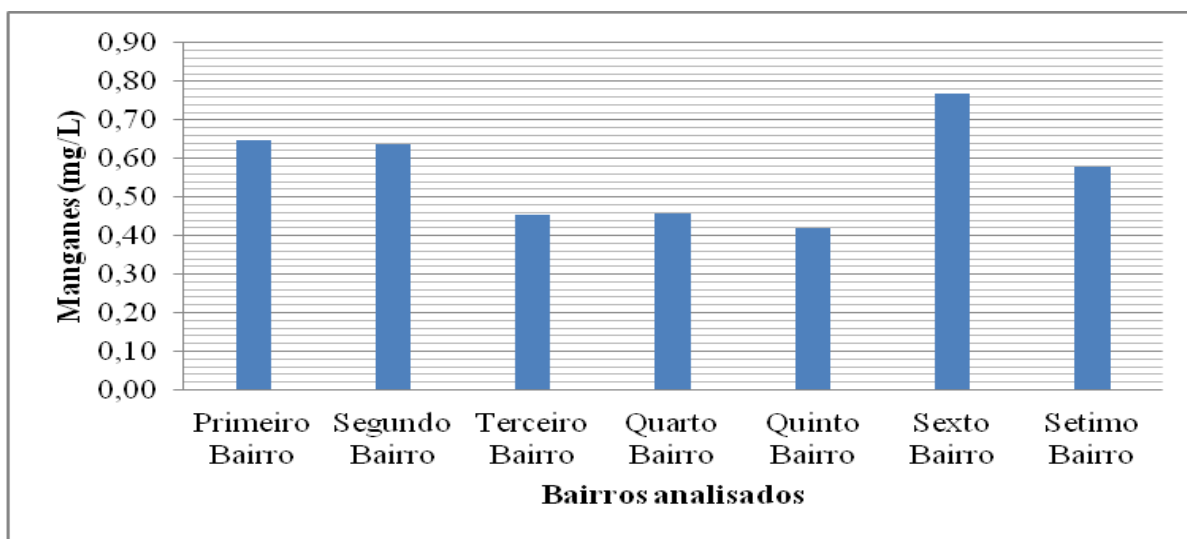
Conforme o gráfico 3, pode – se verificar que os valores do cloro encontrados apresentam – se muito variados, sendo que mais de 39,28% das amostras estão fora dos limites mínimos estabelecidos de 0,2 – 0,5 mg/L (vide a tabela 1 dos apêndices).

Gráfico4: Nível de Ferro para os 7 Bairros

De acordo com os valores do gráfico 4, o ferro apresentou 21.42% de amostras fora do limite estabelecido, sendo que o valor máximo è de 0.1mg/L (vide a tabela 2 dos apêndices).

Gráfico 5: Nível de Nitratos para os 7 Bairros

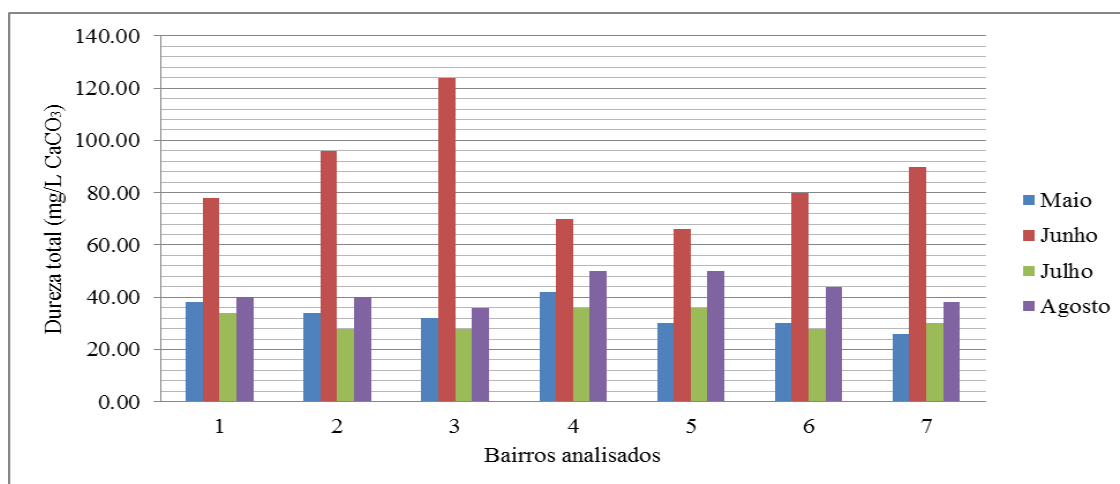
Os nitratos apresentaram valores muito abaixo do limite máximo permitido. O gráfico 5, mostra a variação desses valores para os vários pontos das amostras. O valor máximo encontrado foi de 5.20 mg/L no 4º Bairro.

Gráfico 6: Nível de Manganês para os 7 Bairros

O manganês, cujo valor máximo permitido é de 0,1 mg/L, apresentou 85,17% dos pontos amostrais valores acima do limite máximo permitido. Como se pode observar no gráfico 6, o maior valor obtido é de 2,4 mg/L. portanto, em apenas 14,83% dos pontos amostrais foram encontrados valores dentro do limite admissível (vide a tabela 4 dos apêndices).

5.5.2. Determinação da Dureza

A dureza foi determinada pelo método volumétrico MIC14. Os valores obtidos são os apresentados no gráfico 5, onde se pode observar que em todos os bairros, os valores encontram-se dentro dos limites estabelecidos, sendo que no terceiro bairro observou-se o valor mais alto.

Gráfico 7: Nível da Dureza para os 7 Bairros.

5.6. Determinação dos Parâmetros Microbiológicos

Durante o período de vigência do estágio, foram encontrados nas amostras de água analisadas valores de indicadores microbiológicos acima do nível máximo permitido nos meses de Maio e Julho, cerca de 57,14% estiveram fora dos parâmetros aceitáveis e cerca de 42,86% estiveram dentro dos parâmetros aceitáveis. Todas as amostras cujos valores são de coliformes são maiores que uma unidade constituem um risco eminente à saúde dos consumidores. De contrário, as amostras cujos valores de coliformes totais situam – se abaixo de uma unidade, são livres de contaminantes e não perigam a saúde humana. Ou seja, valores abaixo de uma unidade condizem com os padrões de potabilidade. Para os casos em que as amostras se mostraram fora dos padrões, os riscos de contaminação são mais agravados para o caso de doenças de origem hídrica tais como a diarreia e a cólera.

Tabela 3: Quantificação de Coliformes Totais.

Meses	Número de coliformes totais por Bairro (ufc/100mL)						
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Quinto	Sexto	Sétimo
Maio	<1	<1	> 100	<1	> 100	7	22
Junho	<1	<1	39	> 100	> 100	<1	15
Julho	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Agosto	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Para os casos em que a amostra se mostrou fora dos padrões, os riscos de contaminação são mais agravados para o caso de doenças de origem hídrica como a diarreia e a cólera.

Tabela 4: Riscos Associados ao Consumo de Água do SATA do FIPAG, nos 7 Bairros da Cidade

Parâmetros	Número de amostras analisadas	Risco		Descrição dos riscos
		Com risco	Sem risco	
Turbidez	56	0	56	Aparência e dificulta a desinfecção do cloro
pH	28	0	28	Provoca doenças como irritação nos olhos, na pele e mucosas
Cloro	56	22	34	Provoca doenças bacterianas
Ferro	56	12	44	Causa necrosa hemorrágica
Nitrato	56	0	56	Prejudica o sistema respiratório, principalmente nas crianças e reduz o oxigénio no sangue
Manganês	56	48	8	Afecta a cor e o sabor da água, provoca anemia e afecta o sistema nervoso
Dureza	28	0	28	Provoca incrustações e o aumento de consumo de sabão
Coliformes totais	28	8	20	Provocam doenças gastrointestinais, hepatite, febre, cólera, etc,

Tabela 5: Factores de riscos e suas medidas de prevenção

Risco	Efeitos	Causa	Medidas de controlo
Baixa concentração de cloro	Aumento da probabilidade de presença de organismos patogénicos	Deficiência na manutenção dos reservatórios, presença de substâncias redutoras ou ausência de manutenção na rede de distribuição	Manutenção da rede de distribuição e dos reservatórios
Alta concentração do cloro	Intoxicação (diarreia, alteração da flora intestinal), bronquite, asma, irritação das membranas mucosas, eczemas	Falha na desinfecção	Utilização de doses óptimas de desinfetantes
Alta turbidez	Aspecto desagradável e interferência na desinfecção	Aumento de sólidos suspensos na fonte de captação ou na rede	Melhorias no processo de remoção de turbidez
Baixo pH	Corrosão da tubagem	Falha nos processos e operação unitária de tratamento de água	Utilização de substâncias tampão (cal)
Alto pH	Incrustações da tubagem	Falha nos processos e operação unitária de tratamento de água	Utilização de substâncias tampão (cal)
Presença de coliformes totais	Aumento da probabilidade de presença de organismos patogénicos	Falha na desinfecção, falta de manutenção na rede, grande quantidade de matéria orgânica na água, estagnação na distribuição	Manutenção da rede e dos reservatórios; continuidade da distribuição

VI. DISCUSSÃO

No que refere aos resultados das análises dos parâmetros da qualidade de água e seu tratamento no FIPAG, foram feitas as análises dos parâmetros para monitorar o controlo da qualidade de água distribuída para consumo humano em diversos pontos da Cidade. Importa realçar que de acordo com Costa & Mondlane, (2003), no SATA faz-se o tratamento da água com vista a eliminar as impurezas que a tornam imprópria para os fins a que se destina, toda a água destinada ao consumo humano deve ter uma boa qualidade, pois se ela não apresentar pode ter implicações sanitárias graves, razão pela qual existem padrões internacionais de qualidade de água estabelecidos pela O.M.S. (Vide a tabela 1 dos anexos).

De acordo LeChevallier, Welch e Smith (1996) quando 0,2 mg/L de cloro ou valores acima do normal são mantidos, a ocorrência de coliformes é reduzida em cerca de 50%. Verificou - se que cerca de 39.28% das amostras de água colectadas da rede apresentaram valores de cloro residual livre fora da faixa de aceitação da legislação. Os resultados obtidos mostraram que poucos valores estiveram abaixo do valor mínimo permitido pela legislação, situação que pode estar relacionada com ocorrência de fugas nas operações de manutenção da tubagem, as quais dão origem a contaminações que reduzem o teor de cloro na rede. Segundo Queiroga e Vieira (2007) a presença de cloro residual livre na água assegura a sua qualidade bacteriológica.

A concentração mínima de cloro foi de 0,00 mg/L, a máxima de 2.90 mg/L e a média foi de 0,45 mg/L. Ressaltar que a ausência de cloro residual nas amostras pode acarretar um potencial risco à saúde da população, devido à inexistência de uma acção bactericida eficaz. No entanto, foram observados duas amostras com uma concentração de cloro residual livre superior a 2,0 mg/L, o que indica uma supercloração na área de tratamento de água, com o objetivo de garantir a concentração mínima de cloro residual livre nos pontos mais distantes da rede de distribuição. De acordo com Salgado (2008) e Heller (2006), a concentração elevada de cloro pode causar sabor e odor desagradáveis, bem como problemas à saúde devido à possibilidade de geração de subprodutos com potencial carcinogênico.

Os valores abaixo do limite permitido pela MISAU (2004), também podem advir de problemas relacionados com deficiências nas técnicas de medição do cloro residual livre, tanto por falha do operador quanto do equipamento de medida. Ainda, os valores fora dos

padrões, podem se relacionar com deficiências associadas aos processos de dosagem do produto de cloro na própria estação de tratamento de água.

De acordo com, CARVALHO (1994), o ferro e manganês, apesar de não apresentarem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas em águas naturais, podem limitar o uso da água quando os valores forem superiores a (0,3 e 0,1 mg/L).

Para o caso da cidade de Chókwè em estudo, os valores destes elementos apresentaram seus extremos mínimos e máximos de 0 (zero), em todos os Bairros e 2,90 no terceiro Bairro para o caso do Ferro.

Em termos da presença de Ferro, de acordo com este autor, o uso da água desses furos da FIPAG localizado no terceiro Bairro, devia ser restringido para unidades fabris (como por exemplo o Complexo Agro – Industrial de Chókwè). No consumo doméstico, apesar de água se encontrar livre para a ingestão, esses valores (acima de 0,3mg/L) são indicativos de que a água constitui um risco na conservação estética de roupas e sanitários.

No caso do manganês, cujo limite máximo permitido para a potabilidade de acordo com CARVALHO, (1994), é de 0,1 mg/L, foram encontrados valores até 2,4 mg/L no segundo Bairro da cidade. De acordo com CARVALHO, (1994), esta água possui as mesmas restrições e aceitações que a água com elevado teor de ferro.

Em termos de turbidez, de acordo com MISAU (2004), o seu valor máximo permitido é de 5 NTU. Para o caso das análises feitas, para a cidade de Chókwè, o valor máximo foi verificado no primeiro Bairro e corresponde á 2 NTU, o que significa que a água encontra – se dentro dos padrões de potabilidade no concernente à presença de sólidos em suspensão. De acordo com o enunciado de Richtter e Neto (2002), esta água possui uma aparência estética desejável para o consumo e não constitui perigo para a saúde humana.

Segundo Battalha e Parlato (1993), a turbidez acima de 5,0 NTU pode causar rejeição dos consumidores pela sua aparência turva, mas não necessariamente a água provocará danos à saúde, principalmente se a água atende aos outros parâmetros, a exemplo dos microbiológicos (ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli*).

Para cor aparente todas as amostras atenderam ao padrão vigente, apresentando valores de cor abaixo de 15 uH. Este parâmetro tem importância estética e, quando alterado, provoca rejeição para o consumidor.

Os resultados desta pesquisa demonstram a necessidade de maior atenção dos responsáveis com a conservação, limpeza, manutenção de reservatórios e da rede de distribuição para preservar a qualidade da água de consumo.

Os valores obtidos de pH, para todos os pontos de coleta, estão de acordo com a OMS e dessa forma não afecta o tratamento e o consumo dessa água. A faixa de prevalência dos valores encontrados para esse parâmetro, segundo MISAU (2004), indica que é influenciado pela presença do gás carbônico, fato verificado pelas análises realizadas. O valor mínimo obtido foi de 6.83 e máximo 8.27, ambos no Sétimo Bairro.

Os valores de pH encontrados, dentro dos parâmetros (um mínimo de 6.83 e um máximo de 8.27), de acordo com os limites máximos e mínimo estabelecido de 6.5 e 8.5 respectivamente, indicaram que a água não constitui perigo para corrosão, nem para incrustação da tubagem metálica (GOLDINO, 2009), e para Bernardo e Paz (2008), acrescentam que os valores de pH dentro da faixa estabelecida indicam que a água está livre de contaminantes e não é susceptível de colocar em perigo a saúde humana (doenças como irritação nos olhos, na pele e mucosas).

A dureza da água apresentou valores que condizem com os limites estabelecidos. De acordo com MISAU (2004), o valor máximo de dureza para que uma água se considere doce/macia e potável é de 500 mg/L.

Das amostras analisadas foi verificado para o terceiro bairro um valor máximo de 124.08 mg/L, o que significa que a água da cidade não é susceptível de utilização de grandes quantidades de sabão ou outros detergentes, e nem causar sabor desagradável ou causar depósito de cálcio nas canalizações como refere Benilde Mendes *et al*, (2004).

De acordo com Roseane (2008), 95% das amostras analisadas devem – se isentas de coliformes totais para que a água seja considerada sem riscos para a saúde do consumidor contudo, para cidade de Chókwè, estes parâmetros apresentam cerca de 71,43% de amostras com uma quantidade de coliformes condizentes com os padrões, e cerca de 38,57% das amostras encontram – se fora dos padrões. A ocorrência de bactérias coliformes surge tanto nos esgotos como nas águas naturais, algumas são excretadas pelas fezes de animais e humanos, capazes de se multiplicar na água e solo.

Segundo Nogueira 2008, é de grande importância fazer as análises de coliformes totais e fecais pois origina a presença de bactérias que podem incluir febre tifóide, gastroenterites,

bacteriana, hepatite A, e ainda mais perigosos nas crianças com idade inferior a 5 anos, idosos e pessoas com doenças crónicas.

De acordo com, Zulpo et al. (2006) afirmam que os coliformes totais são encontrados no solo e nos vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água com relativa facilidade. A detecção desses organismos pode revelar crescimento microbiano e possivelmente a formação de biofilmes, assim como intrusão de material externo no sistema de abastecimento de água, e deve haver ausência desse grupo em 100 ml das amostras na saída do tratamento e no sistema de distribuição (reservatório e rede).

VII.CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos com este trabalho averiguou-se a existência de problemas relacionados com a operação e manutenção da rede de distribuição de água. Durante a análise, do cloro residual livre esteve ausente em 37.28%. Estes dados revelam que, em alguns setores, a tubagem da rede de distribuição pode estar sofrendo problemas de corrosão. A ausência de cloro residual em algumas amostras de água pode acarretar a transmissão de algumas doenças de veiculação hídrica. Verificou – se duas amostras analisadas com valores elevados, sendo um no terceiro bairro e no sexto bairro, cujo os valores não são compatíveis com os parâmetros recomendados pela legislação, algo preocupante devido aos problemas de saúde que o excesso de cloro pode causar e também pelo facto de o cloro modificar o cheiro e gosto da água de consumo.

Quanto aos valores da turbidez, pH, dureza e nitratos, é possível perceber que em nenhum dos pontos o padrão estabelecido pela OMS não foi violado, isto è, estiveram dentro dos parâmetros recomendados, e dessa forma não afectam o tratamento e o consumo dessa água.

Conclui – se que a contaminação microbiologia da água surge através do mau assentamento das condutas, e que a mesma causa rupturas na rede, onde por sua vez há penetração de matéria orgânica na água e por falha na desinfecção do cloro.

VIII. RECOMENDAÇÕES

- É recomendável que se verifique e se cumpra com as normas no assentamento da tubagem em relação a profundidade.
- Um controlo efectivo em locais com maior afluxo de população, isto é, nas escolas, hospitais, mercados, salientar que a contaminação da água em sistemas de abastecimento em locais à cima citados é muito comum. Muitas das bactérias, fungos e protozoários na água nestes sistemas podem ser patogénicas e devem ser motivo de preocupação clínica.
- Sensibilizar a população (consumidores), que no caso de uma anomalia ou avaria na rede de distribuição contacte a entidade competente.
- A avaliação de risco por si só não é suficiente, é preciso acrescentar a ela uma adequada gestão para ser possível controlar os riscos em sistemas de abastecimento de água. Para tanto, deve haver um detalhamento de medidas de controlo, definição de um monitoramento adequado e a comunicação de riscos.
- Em virtude da avaliação de risco não se tratar de um produto acabado, é recomendável, sua contínua atualização e aperfeiçoamento, com inserção de novos conhecimentos e novas formas dos riscos serem avaliados e gerenciados ou, mesmo o uso de outros parâmetros para avaliação de risco.
- A montagem de bombas doseadoras nos clorinadores que se encontram instalados nos depósitos, ou a aquisição de novos clorinadores com seus respectivos acessórios.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, (1977). *Elaboração de projectos hidráulicos de redes de distribuição de água potável para o abastecimento público.*
- ABNT, (1989). *Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.*
- ABNT, (1994). *Projecto de rede de distribuição de água para o abastecimento público.*
- ABNT, (2001). *Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, 20p.*
- ALMEIDA, A.B (2008). Avaliação de riscos, segurança e fiabilidade – aula n° 3: risco e sociedade.
- ARAÚJO, J. M. A;(2001), Química dos alimentos. 2ª Ed. Viçosa: UFV.
- AZEVEDO NETO, J. M.; RICHTER, C. A.1991. Tratamento de água. Tecnologia atualizada. Editora Edgard Blucher LTDA. São Paulo.
- AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R.; ITO,A,E. (1998). Manual de Hidráulica. 8.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 670p
- BAIRD, C;(2004), Química Ambiental. Porto Alegre: Bookman, 622p.
- BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A.C. 1993. Controle da Qualidade da água para consumo humano. 2 ed. São Paulo.
- BENILDE MENDES; J.F. Santos Oliveira (2004). Qualidade da água para consumo humano. Lidel – edições técnicas, lda: Lisboa – Porto – Coimbra.
- BERNARDO, L.D.; PAZ, L.P.S. Seleção de tecnologias de tratamento de água. Vol1. São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008, 878p.
- BRASIL. 2004. Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada a qualidade da água para consumo humano. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Publica, 43p.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A; HEMERLY, A. S. (1996). Anatomia de sistemas de informação geográfica. Artigo conjunto da INPE, IBM, Telebrás e Unicamp.
- CARVALHO, J. R. Fluoretação de águas de abastecimento público: utilização do Fluossilicato de Sódio. Passos, MG: Coordenação Regional de Minas Gerais da Fundação Nacional de Saúde, 1994.
- CETESB, Guia para Avaliação de Laboratórios Bacteriológicos de Análises de Água - Transferência de tecnologia - São Paulo, 2001

- DEERE, D.; STEVENS, DAVISON, A.; HELM, G; DUFOUR, A. (2001). Management Strategies. In: BARTRAM, J.; FEWTREL, L. (Eds) (2001). Water quality: guidelines, standards and health – assessment of risk and risk management for water - related infectious disease. London: World Health Organization.
- GALDINO, F.A. 2009. Indicadores sentinelas para a formulação de um plano de amostragem de vigilância da qualidade da água de abastecimento de Campina Grande (PB). Dissertação. (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande.
- GUARACI Loureiro Sarzedas, 2009. Aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo.
- HELLER, L; PÁDUA, V.L. (2006) Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG, 859p.
- LECHEVALLIER, M. W.; WELCH, N. J.; SMITH, D. B. 1996. Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. Appl. Environm. Microbiol., v.62, n.7, p.2201-2211.
- MACEDO, Jorge António Barros, 2001. - Água & Águas – Belo Horizonte – Editora CRQ-MG.
- MANUAL de Procedimentos para a Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, CGVAM, 2004.
- MEDEIROS, J S. DE. (2003). Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.
 - a. MEYER, S. T; (1994). O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Cad. Saúde Pública.
- NETTO, José M. de Azevedo et.all (1987). Técnica de abastecimento e tratamento de água. 2ª ed. São Paulo.
- NETTO, José Martiniano de Azevedo, FERNANDEZ, Miguel fernandez y, ARAUJO, Roberto, ITO, Acácio Eiji; 2003. Manual de Hidráulica; Editora Edgard Blucher Ltda, 8ª edição.
- Nogueira G, Nakamura CV, Tognim, MCB, Filho, BAA Filho BPD, 2003. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil. Rev Saúde Publica.
- NRC (2006). Drinking water Distribution Systems: Assessing and Reducing Risk. Washington, D.C. The National Academies Press. 404p

- PEREIRA, Benedito E. e Barbosa, 1987. Técnica de abastecimento e tratamento de água; São Paulo.
- POLETTI, C.R.B.; G.T. BATISTA., (2006). Metodologia para o georreferenciamento de ilhas costeiras como subsídio ao monitoramento ambiental. Artigo apresentado no primeiro seminário de sensoriamento remoto e geoprocessamento para estudos ambientais no vale do Paraíba - geovap 2006, 07 de dezembro, universidade de taubaté, taubaté, são paulo, brasil.
- POLITICA Nacional de Águas, disponível em:www.cra.org.mz/regulacaodaagua.html
- QUEIROGA, Irene; SANTOS, Carlos; CARNEIRO, Lílian. 2007. Ocorrência de Coliformes Totais na Presença de Cloro Residual Mínimo no e Distribuição Público de Água Potável da Cidade de Abadia Goiás. New Lab, Goiás, 83 pág. 148 – 154. Maio.
- RICHTER, C. A., NETTO J. M. A, 2002. Tratamento de água; São Paulo: Edgard Blucher.
- ROSEANE Maria Garcia Lopes De Souza, 2008. Princípios e Métodos Utilizados em Segurança da Água para Consumo Humano. São Paulo.
- SALGADO, S.R.T. (2008) Estudo dos parâmetros de decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento. 161f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, 2008.
- SILVA, R.A. & Araújo, T.M. (2003), Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana.
- VIEIRA, Paula; COELHO, Sérgio; PRAÇA, Paulo, 2008. Controle de Cloro em Sistemas de transporte e distribuição de Água. NACE et al (1997). Disponível em: [http// WWW.provitec.com.br](http://WWW.provitec.com.br)> acesso em 17 de jul.

IX. APÊNDICES

Tabela 1: Valores de nível do Cloro das amostras colectadas.

Bairro	Cloro								Media
Primeiro Bairro	0,10	0,00*	1,00	0,00*	0,00*	0,97	1,90	1,24	0,65
Segundo Bairro	0,00*	0,00*	1,24	0,00*	0,00*	0,49	1,02	2,01	0,60
Terceiro Bairro	0,20	0,40	0,98	0,00*	0,00*	1,00	0,14	2,90*	0,70
Quarto Bairro	0,20	0,09	0,00*	0,04	0,04	0,50	0,00*	0,23	0,14
Quinto Bairro	0,20	0,00*	2,00	0,09	0,24	0,03	1,24	0,00*	0,48
Sexto Bairro	0,10	0,00*	2,40*	0,00*	0,01	0,00*	0,11	0,03	0,33
Sétimo Bairro	0,10	0,00*	1,90	0,00*	0,00*	0,00*	0,18	0,15	0,29

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

(*) – Valores não permitidos na rede de distribuição

Tabela 2: Valores de nível do Ferro das amostras colectadas.

Bairro	Ferro								Media
Primeiro Bairro	0,05	0,50*	0,00	0,42*	0,00	0,01	0,05	0,02	0,13
Segundo Bairro	0,07	0,01	0,00	0,30	0,00	0,19	0,09	0,04	0,09
Terceiro Bairro	0,07	0,23	0,50*	0,01	0,00	0,04	0,01	0,11	0,12
Quarto Bairro	0,07	0,79*	0,30	0,15	0,00	0,50*	0,00	0,00	0,23
Quinto Bairro	0,11	0,34*	0,03	0,00	0,14	0,03	0,14	0,00	0,10
Sexto Bairro	0,03	0,76*	0,43*	0,13	0,00	0,02	0,02	0,03	0,18
Sétimo Bairro	0,05	0,39*	1,20*	0,03	0,02	0,64*	0,06	0,05	0,31

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

(*) – Valores não permitido na rede distribuição

Tabela 3: Valores de nível de Nitrato das amostras colectadas.

Bairro	Nitratos								Media
Primeiro Bairro	2,10	0,50	0,29	0,01	1,30	0,01	0,50	1,30	0,75
Segundo Bairro	1,60	0,01	0,41	0,06	0,97	0,08	0,10	1,50	0,59
Terceiro Bairro	2,90	0,23	1,20	0,23	0,87	0,16	0,03	1,80	0,93
Quarto Bairro	2,00	0,79	0,93	0,05	5,20	0,11	0,92	2,10	1,51
Quinto Bairro	4,10	1,20	2,34	0,09	3,20	0,03	0,00	1,70	1,58
Sexto Bairro	3,00	1,03	0,84	0,32	2,90	0,40	0,07	1,50	1,26
Sétimo Bairro	2,00	2,00	4,50	0,09	0,74	0,23	0,01	2,10	1,46

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

Tabela 4: Valores de nível de Manganês das amostras colectadas.

Bairro	Manganês								Media
Primeiro Bairro	1,8*	0,01	1,67*	0,20*	0,03	0,68*	0,00	0,80*	0,65
Segundo Bairro	0,90*	0,90*	2,40*	0,19*	0,07	0,14*	0,00	0,50*	0,64
Terceiro Bairro	1,10*	1,10*	0,10	0,03	0,10	0,21*	0,60*	0,40*	0,46
Quarto Bairro	0,90*	0,07	0,36*	0,14*	0,00	0,98*	0,90*	0,30*	0,46
Quinto Bairro	1,10*	0,05	0,70*	0,10	0,63*	0,17*	0,40*	0,20*	0,42
Sexto Bairro	0,60*	2,00*	0,20*	0,12*	2,00*	0,33*	0,00	0,90*	0,77
Sétimo Bairro	0,70*	1,97*	0,19*	0,11*	0,45*	0,01	0,10	1,10*	0,58

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

(*) - Valores não permitidos na rede distribuição

Tabela 5: Valores de nível de Turbidez das amostras colectadas.

Bairro	Turbidez								Media
Primeiro Bairro	0,18	0,98	0,20	0,00	0,23	2,00	0,30	0,24	0,52
Segundo Bairro	0,14	0,24	0,18	0,00	0,00	0,08	0,01	0,03	0,04
Terceiro Bairro	0,18	0,42	0,00	0,01	0,13	0,25	0,07	0,17	0,15
Quarto Bairro	0,16	0,72	0,10	0,03	0,02	0,89	0,89	0,01	0,35
Quinto Bairro	0,20	0,36	0,00	0,14	0,52	0,67	0,42	0,04	0,29
Sexto Bairro	0,98	0,40	0,00	0,23	0,05	0,90	0,24	0,23	0,38
Sétimo Bairro	1,68	0,80	0,00	0,07	0,19	0,19	0,17	0,05	0,39

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

Tabela 6: Valores de nível do pH das amostras colectadas

Bairro	pH				Media
	Maio	Junho	Julho	Agosto	
Primeiro Bairro	7,92	6,88	7,87	7,19	7,47
Segundo Bairro	8,11	6,92	8,02	7,17	7,56
Terceiro Bairro	8,19	6,95	7,12	7,21	7,37
Quarto Bairro	8,20	6,96	8,00	6,85	7,50
Quinto Bairro	8,25	6,98	7,92	7,47	7,66
Sexto Bairro	8,05	6,85	7,87	7,24	7,50
Sétimo Bairro	8,27	6,83	8,14	7,21	7,61

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

Tabela 7: Valores de nível da Dureza das amostras colectadas

Bairro	Dureza				Media
	Maio	Junho	Julho	Agosto	
Primeiro Bairro	38,00	78,00	34,00	40,00	47,50
Segundo Bairro	34,00	96,00	28,00	40,00	49,50
Terceiro Bairro	32,00	124,08	28,00	36,00	55,02
Quarto Bairro	42,00	70,00	36,00	50,00	49,50
Quinto Bairro	30,00	66,00	36,00	50,00	45,50
Sexto Bairro	30,00	80,00	28,00	44,00	45,50
Sétimo Bairro	26,00	90,00	30,00	38,00	46,00

Nota: Valores permitidos na rede de distribuição

Tabela 8: Quantificação de Coliformes Totais.

Meses	Número de coliformes totais por Bairro (ufc/100mL)						
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Quinto	Sexto	Sétimo
Maio	<1	<1	> 100*	<1	> 100*	7*	22*
Junho	<1	<1	39*	> 100*	> 100*	<1	15*
Julho	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Agosto	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Nota: (Valores permitidos na rede de distribuição

(*) - Valores não permitidos na rede distribuição

X. ANEXOS

Tabela 1: Parâmetros de Potabilidade de Água e seus Riscos



Compostos adicionados à água		
Composto	Padrão	Efeitos sobre a saúde
Flúor	0,6 a 0,8 mg/L	Proteção dos dentes das crianças contra a cárie .
Cloro	Mínimo de 0,2mg/L	Agente bactericida.

Compostos que afetam as qualidades organolépticas da água		
Composto	Padrão	Efeitos maléficos
Agentes tensoativos	0,2 mg/L	Provocam formação de espumas e gosto ruim. Não são nocivos à saúde.
Cobre	1,0 mg/L	Irritações gastrointestinais.
Alumínio	0,2 mg/L	Adicionado à água durante o tratamento. Prejudicial à aparência da água.
Cloretos	250 mg/L	Indica eventual contato com esgoto doméstico.
Ferro total	0,3 mg/L	Aparecimento de cor. Mancha a roupa e utensílios domésticos.
Dureza	500 mg/L de CaCO ₃	Aumento do consumo de sabões e provoca incrustações.
Manganês	0,1 mg/L	Afeta a cor e o sabor da água.
Sulfatos	400 mg/L	Em concentrações elevadas tem efeito laxativo.
Sólidos totais dissolvidos	1000 mg/L	Prejudicial ao paladar e pode eventualmente ter efeito laxativo.

Significado dos parâmetros incluídos no monitoramento da qualidade da água		
Composto	Padrão	Efeitos sobre a saúde
Características físicas e organolépticas		
Cor	5,0 U.C.	Deve ser ausente. Pode causar manchas. Indicação de eventual contaminação.
Gosto e Odor	Não Objetável	Sabor característico. Indicação de eventual contaminação.
Turbidez	1,0 NTU	Material em suspensão. Reduz a ação do cloro.
pH	Min. 6,5 – Máx.8,5	Muito baixo – corrosivo. Muito alto provoca incrustações.
Características bacteriológicas		
Coliformes totais	Ausentes em 95% das amostras	Indicação de contaminação. Provável contato com dejetos animais.
Coliformes fecais	Ausentes	Contato com dejetos animais. Indicação de provável presença de agentes patogênicos.
Metais		
Arsênio	0,05 mg/L	Intoxicação ao sistema nervoso. Possivelmente cancerígeno
Cádmio	0,005mg/L	Efeito cumulativo no sistema renal. Câibras, vômitos e diarréias.
Bário	1,0 mg/L	Prejudicial ao sistema circulatório. Aumento da pressão sanguínea.
Chumbo	0,05 mg/L	Toxicidade aguda e efeito cumulativo. Danos ao sistema renal e sistema nervoso.
Cromo	0,05 mg/L	Distúrbios ao sistema circulatório e renal. Danos também ao fígado e ulcerações intestinais.
Selênio	0,01 mg/L	Em teores elevados pode provocar danos ao fígado.
Mercúrio	0,001 mg/L	Elevada toxicidade e efeito cumulativo. Danos ao sistema nervoso e renal.
Prata	0,05 mg/L	Em concentrações elevadas provoca danos à pele.
Não metais		
Cianetos	0,1 mg/L	Em doses elevadas danos ao sistema nervoso e à glândula tireóide.
Nitratos	10 mg/L	Prejudicial ao sistema respiratório , principalmente em crianças.

Fonte: MISAU – DNS – Departamento de Saúde Ambiental, 2004.

Tabela 1: Resultado das amostras feitas no LNHA

Boletim de Análise de Água
F/LNHAA/DQ/017
Revisão/Edição: 01/A

Nº da Ficha: 02 Código: 999 SubCódigo: 999 Nº de Registo: 2746/16

Proveniência da Amostra: FIPAG Chokwe - 7 Bairro, Bairro: , Av./Rua: , Nº

Tipo de Amostra: Água da Rede para o Consumo Humano Volume da Amostra: 0.5L
 Data de Colheita da Amostra: 13-07-2016 Data de Início da Análise: 14-07-2016
 Motivo: Controlo de Qualidade Data de Fim da Análise: 22-07-2016
 Entidade Requisitante: FIPAG Chokwe Resp. pela Colheita: Teresa Muchanga

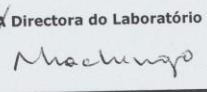
Parâmetro Analisado	Método	AC	Resul- tado	Limite Admissível		Unidade
				Mínimo	Máximo	
pH	Potenciométrico MI BO5	n	8.14	6,5	8,5	-
Condutividade	Condutimétrico MI BO2	n	694	50	2000	µs/cm
Depósito	Visual	n	Ausente	-	Ausente	-
Cor	Visual MI BO4	n	Incolor	-	Incolor	-
Turvação	Turbidimétrico MI B12	n	<5LQ	-	5	NTU
Nitratos	Absorção Molecular MI CO7	n	<0,5LQ	-	50	mg/L NO3
Nitritos	Absorção Molecular MI CO6	n	<0,03LQ	-	3	mg/L NO2
Cloretos	Volumétrico MI C17	n	106.35	-	250	mg/L Cl
Amoníaco	Absorção Molecular MI CO5	n	<0,04LQ	-	1,5	mg/L NH4
Dureza total	Volumétrico MI C14	n	30	-	500	mg/L CaCO3
Quantificação de Coliformes totais	MI P/LNHAA/ML/102 2014-05-13	s	<1	-	<1	ufc/100mL

JUÍZO

A amostra de água analisada corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Água para o Consumo Humano, Diploma Ministerial nº 180/2004, de 15 de Setembro.

Taxa: 250.00 (Duzentos e Cinquenta Meticals)

Observações: AC - Acreditado s - Parâmetro acreditado n - Parâmetro não acreditado MI - Método Interno
 Os resultados referem-se apenas a amostra analisada.
 Reprodução parcial proibida, excepto quando autorizada pelo Director do Laboratório.
 A amostragem não esta no âmbito da acreditação
 LQ: Limite de quantificação



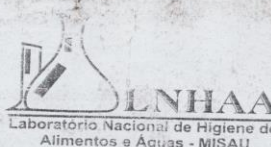

 Dra. Maria Nivalda Lázaro
 (Especialista)
 Data: 26/07/2016

Endereço: Avenida das FPLM nº 2260 - Atrás do Hospital Geral de Mavalane (nas instalações do Centro de Saúde de Mavalane)
 Fax: +258 21 462714 - Telefone: +258 21 462715 - Telemóvel: +258 82 3069249 - Email: lnhaa@misa.gov.mz Maputo - Moçambique

Pag. 1 de 1

Fonte: FIPAG, (2016).

Tabela 2: Resultado das amostras feitas no LNHAA

Boletim de Análise de Água
F/LNHAA/DQ/017
 Revisão/Edição: 01/A

Nº da Ficha: 03 Código: 999 SubCódigo: 999 Nº de Registo: 1532/16

Proveniência da Amostra: FIPAG- Chókwe, Bairro: 3º Bairro, Av./Rua: , Nº



Tipo de Amostra: Água da Rede para o Consumo Humano Volume da Amostra: 0,5L
 Data de Colheita da Amostra: 27-04-2016 Data de Início da Análise: 28-04-2016
 Motivo: Controlo de Qualidade Data de Fim da Análise: 20-05-2016
 Entidade Requisitante: FIPAG- Chókwe Resp. pela Colheita: Teresa Xavier Muchanga

parâmetro Analisado	Método	AC	Resul- tado	Limite Admissível		Unidade
				Mínimo	Máximo	
pH	Potenciométrico MI BO5	n	6,95	6,5	8,5	-
Condutividade	Condutimétrico MI BO2	n	726	50	2000	µs/cm
Depósito	Visual	n	Ausente	-	Ausente	-
Cor	Visual MI BO4	n	Incolor	-	Incolor	-
Turvação	Turbidimétrico MI B12	n	< 5LQ	-	5	NTU
Nitratos	Absorção Molecular MI CO7	n	0,5LQ	-	50	mg/L NO3
Nitritos	Absorção Molecular MI CO6	n	<0,03LQ	-	3	mg/L NO2
Cloretos	Volumétrico MI C17	n	124	-	250	mg/L Cl
Amoniaco	Absorção Molecular MI CO5	n	<0,04LQ	-	1,5	mg/L NH4
Dureza total	Volumétrico MI C14	n	124,08	-	500	mg/L CaCO3
Determinação de microorganismos viáveis 22°C	Método de Incorporação MI P/LNHAA/ML/101 2011-08-10	n	>300	-	<1	ufc/mL
Determinação de microorganismos viáveis 37°C	Método de Incorporação MI P/LNHAA/ML 101 2011-08-10	s	<1	-	<1	ufc/mL
Quantificação de Coliformes totais	Membrana Filtrante MI P/LNHAA/ML/102 2014-05-13	s	>100	-	<1	ufc/100mL

Email: lnhaa@misaugov.mz Fax: 21462714 Telefone: 21462715
 Pág. 1 de 2

Fonte: FIPAG, (2016).

Tabela 3: Resultado das amostras feitas no LNHA

Boletim de Análise de Água

F/LNHAA/DQ/017
Revisão/Edição: 01/A

Nº da Ficha: 04 Código: 999 SubCódigo: 999 Nº de Registo: 3143/16

Proveniência da Amostra: FIPAG Chokwe, Bairro: 4º, Av./Rua: , Nº

Tipo de Amostra: Água da Rede para o Consumo Humano Volume da Amostra: 0.5L
 Data de Colheita da Amostra: 15-08-2016 Data de Início da Análise: 16-08-2016
 Motivo: Controlo de Qualidade Data de Fim da Análise: 26-08-2016
 Entidade Requisitante: FIPAG Chokwe Resp. pela Colheita: Teresa Xavier

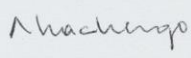
Parâmetro Analisado	Método	AC	Resul-tado	Limite Admissível		Unidade
				Mínimo	Máximo	
pH	Potenciométrico MI B05	n	6.85	6,5	8,5	-
Condutividade	Condutimétrico MI B02	n	816	50	2000	µs/cm
Depósito	Visual	n	Ausente	-	Ausente	-
Cor	Visual MI B04	n	Incolor	-	Incolor	-
Turvação	Turbidimétrico MI B12	n	<5LQ	-	5	NTU
Nitratos	Absorção Molecular MI C07	n	<0,5LQ	-	50	mg/L NO3
Nitritos	Absorção Molecular MI C06	n	<0.03LQ	-	3	mg/L NO2
Cloretos	Volumétrico MI C17	n	109.89	-	250	mg/L Cl
Amoníaco	Absorção Molecular MI C05	n	<0.04LQ	-	1,5	mg/L NH4
Dureza total	Volumétrico MI C14	n	50	-	500	mg/L CaCO3
Quantificação de Coliformes totais	MI P/LNHAA/ML/102 2014-05-13	s	<1	-	<1	ufc/100mL

JUÍZO

A amostra de água analisada corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Água para o Consumo Humano, Diploma Ministerial nº 180/2004, de 15 de Setembro.

Taxa: 250.00 (Duzentos e Cinquenta Meticais)

Observações: AC - Acreditado s - Parâmetro acreditado n - Parâmetro não acreditado MI - Método Interno
 Os resultados referem-se apenas a amostra analisada.
 Reprodução parcial proibida, excepto quando autorizada pelo Director do Laboratório.
 A amostragem não esta no âmbito da acreditação
 LQ- Limite de quantificação

A Directora do Laboratório


 Dra. Maria Nivalda Lázaro
 (Especialista)
 Data: 26/09/2016

Endereço: Avenida das FPLM nº 2260 - Atrás do Hospital Geral de Mavalane (nas instalações do Centro de Saúde de Mavalane)
 Fax: +258 21 462714 - Telefone: +258 21 462715 - Telemóvel: +258 82 3069249 - Email: lnhaa@misa.gov.mz Maputo - Moçambique

Pag. 1 de 1

Fonte: FIPAG, (2016).