



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

Monografia Científica

Avaliação da qualidade da água e pressão nas extremidades da rede de distribuição de água no FIPAG do Chókwè

Trabalho apresentado e defendido como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural

Autor: Filipe Sipriano Nhampossa Júnior

Tutor Académico: Mario Tauzene Afonso Matangue

Lionde, 2022



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia Científica de Avaliação de Qualidade e Pressão nas Extremidades da Rede de Distribuição de Água no FIPAG do Chókwè, na Província de Gaza apresentado ao curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Mário Tauzene Afonso Matangue', is written over a horizontal line.

Tutor: Mário Tauzene Afonso Matangue (PhD)

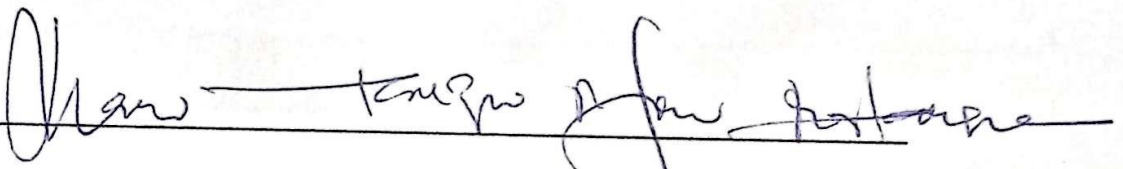


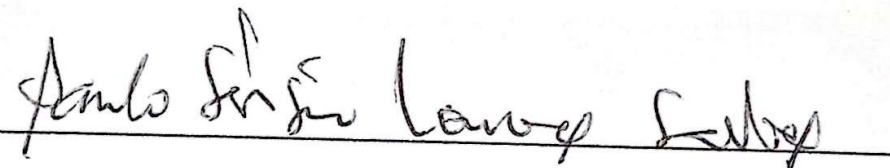
Júnior, Filipe Sipriano Nhampossa

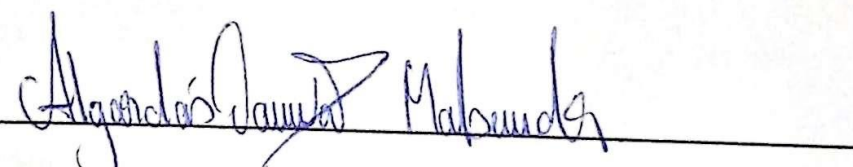
Avaliação da qualidade da água e pressão nas extremidades da rede de distribuição de água no FIPAG do Chókwè

Projecto de Licenciatura apresentado ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de agricultura do Instituto Superior Politecnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Lionde, 2022

Supervisor: 
(Prof. Doutor Mario Tazene Matangue, PhD)

Avaliador 1: 
(Eng.º Paulo Saveca, MSc)

Avaliador 2: 
(Eng.º Algardaz Mabunda)

ÍNDICE

ÍNDICE FIGURAS E GRÁFICOS.....	i
ABREVIATURAS.....	ii
DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vi
CAPÍTULO I	1
1.0. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objectivos	3
1.1.1. Geral:.....	3
1.1.2. Específicos:	3
1.2. Problema e Justificativa	4
1.2.1. Problema	4
1.2.2. Justificativa	4
CAPÍTULO II.....	5
2.0. REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS	5
2.1. Rede de distribuição.....	5
2.2. Pressão de água na rede de distribuição.....	7
2.3. Qualidade da água.....	8
CAPÍTULO III.....	12
3.0.METODOLOGIA	12
3.1. Localização	12
3.1.1. Descrição da área em estudo	13
3.2. Procedimentos experimentais	13
3.2.1. Determinação dos pontos críticos nas extremidades da rede de distribuição	13
3.2.2. Determinação da pressão nas extremidades da rede de distribuição	14
3.2.3. Determinação do cloro nas extremidades da rede de distribuição	15

3.2.4. Comparação da pressão e o cloro com os valores de referências nacionais e internacionais com os valores obtidos	18
CAPITULO IV.....	19
4.0.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1.Determinação da pressão nas extremidades da rede de distribuição	19
4.2.Determinação do cloro nas extremidades da rede de distribuição.....	22
4.3.Comparação da pressão e o cloro com os valores de referências nacionais e internacionais com os valores obtidos.....	25
4.3.1. Comparação da pressão.....	25
4.3.2. Comparação do cloro residual	26
4.3.3.Variação do cloro em função da pressão nas extremidades.....	27
5.0. CONCLUSÃO	28
6.0. RECOMENDAÇÕES	29
7.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	30
8.0. ANEXOS	33

ÍNDICE FIGURAS E GRÁFICOS

Figuras

Figura 1: Esquema de uma rede ramificada.....	6
Figura 2: Esquema de uma rede malhada..	6
Figura 3: Curva de demanda de cloro..	10
Figura 4: Colorímetro; Figura 5: Kit de cloro.....	11
Figura 6: Mapa da localização do distrito em estudo.	12
Figura 7: Mapa da localização da área de coleta de dados.	13
Figura 8: Manômetro de pressão de água (em bar).....	14
Figura 9: Colorímetro.	16
Figura 10: Colorímetro em funcionamento; Figura 11: Cubetas com amostras.....	18
Figura 12: Representação da análise da variância das medias dos bairros 1 e 2.	21
Figura 13: Representação da análise da variância das medias dos bairros 1 e 2.	24

Gráficos

Gráfico 1: Comportamento gráfico da pressão no 1 bairro.....	19
Gráfico 2: Comportamento gráfico da pressão no 6 bairro.....	20
Gráfico 3: Comportamento gráfico do cloro residual do 1 bairro.	22
Gráfico 4: Comportamento gráfico do cloro residual do 6 bairro.	23
Gráfico 5: Gráfico de variação de cloro em função da pressão, 1 bairro.....	27
Gráfico 6: Gráfico de variação de cloro em função da pressão, 6 bairro.....	27

ABREVIATURAS

AOC- Área Operacional de Chókwe.

FIPAG- Fundo de Investimento e Patrimônio de Abastecimento de Água.

FUNASA- Fundação Nacional da Saúde.

HCLO- Acido Hipocloroso.

KI- Iodeto de Potássio.

KPA- Quilo pascais.

LNHAA- Laboratório Nacional de Higiene de Água e Alimentos.

mca- Metros colona de água.

mg/l- Miligramas por Litros.

ml- mililitros.

NBR- Norma Brasileira.

OMS- Organização Mundial da Saúde.

ZMC- Zona de Medição e Controle.



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau acadêmico.

Chókwè, 29 de Novembro de 2022

Filipe Sipriano Nhampossa Júnior

(Filipe Sipriano Nhampossa Júnior)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus pela força, saúde e sabedoria, aos meus Pais, Filipe Cipriano Nhampossa e Celeste Manaula Nhacula, pelo suporte, educação e pelo acompanhamento durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus por tudo.

Agradecer ao meus pais Filipe Cipriano Nhampossa e Celeste Manaula Nhacula por ter me cedido toda educação e estarem presentes durante a minha jornada.

Agradecer aos meus irmãos, Carla Nhampossa, Zeca Nhampossa, Ana Nhampossa, Martina Nhampossa, Celso Nhampossa, Jeremias Nhampossa.

Agradecer ao meu tutor Dr. Mario Tauzene Afonso Matangue pela paciência, apoio, incentivo, ajuda nos momentos difíceis que acreditou no nosso trabalho e serviu de referência para sua conclusão.

Agradecer aos meus amigos, Felomeno Saboia e Paulo Chissico por todo o apoio dado durante a realização do trabalho.

Agradecer aos colegas da turma de hidráulica 2017, por tudo que vivemos durante a vigência do curso.

Agradecer ao FIPAG do Chókwè, por ter me ajudado na realização do trabalho, no âmbito da coleta dos dados.

RESUMO

A água é um elemento imprescindível às várias formas de vida presentes no planeta, pois é necessária e fundamental, direta e indiretamente a todas as vidas presentes no planeta. É o que se pode chamar de essencialidade, por ser a água um elemento essencial e insubstituível. Neste contexto, o presente trabalho tem como objectivo avaliar a qualidade de água nas extremidades da rede de distribuição de abastecimento no FIPAG de Chókwè visando controlar a qualidade consumida pela população para evitar problemas de saúde públicas causadas pela água e também analisar a pressão, verificando se há uma pressão satisfatória ou adequada nas extremidades da rede. Os métodos usados são a coleta de amostras e a análise laboratorial para a obtenção da quantidade de cloro residual e a leitura da pressão usando o manómetro de pressão para obter os valores mínimos e máximos da pressão existente nas extremidades da rede para o alcance dos objectivos. Os resultados obtidos depois dos estudos, verificou-se que na pressão obteve-se os valores mínimos de 20 Kpa e valores máximos de 140 Kpa para o primeiro bairro, e valores mínimos de 20 Kpa e valores máximos de 130 Kpa para o sexto bairro, com estes valores obtidos nestes bairros constatou-se que a pressão não cumpre na sua totalidade com a norma usada para a comparação, também verificou-se que o cloro trouxe os seguintes resultados: no primeiro bairro os valores mínimos e máximos foram de 0.1 mg/l, 0.7 mg/l e no sexto bairro os valores mínimos e máximos foram de 0.1 mg/l, 0.8 mg/l, sendo assim constatou-se que o cloro está dentro da norma mas os valores no limite mínimo do cloro residual livre. Conclui-se que, com os resultados do cloro obtidos de forma experimental e das análises estatísticas verificou-se que os pontos amostrados atendem a Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial n^o 180/2004 dentro dos parâmetros de concentração de cloro livre, mas com algum défice porque em todos os pontos o cloro residual está nos valores mínimos, isso não estabelece uma boa segurança, com os resultados da pressão obtidos de forma experimental e das análises estatísticas verificou-se que os pontos amostrados atendem a NBR 12218/1994 os seus valores não ultrapassam os limites e com uma pequena variação de valores mínimos em alguns pontos.

Palavra Chave: água para consumo humano, qualidade de água, rede de abastecimento, pressão de água.

ABSTRACT

Water is an essential element for the various forms of life present on the Planet, as it is necessary and fundamental, directly and indirectly to all of them. It is what can be called essentiality, as water is an essential and irreplaceable element. In this context, the present work aims to evaluate the water quality at the ends of the supply distribution network at FIPAG in Chókwè in order to control the quality consumed by the population to avoid public health problems caused by water and also to analyze the pressure, verifying if there is satisfactory or adequate pressure at the ends of the net. The methods used are the collection of samples and laboratory analysis to obtain the amount of residual chlorine and the pressure reading using the pressure gauge to obtain the minimum and maximum values of the pressure existing at the ends of the network to achieve the objectives. The results obtained after the studies, it was found that the pressure obtained the minimum values of 20 Kpa and maximum values of 140 Kpa for the first neighborhood, and minimum values of 20 Kpa and maximum values of 130 Kpa for the sixth neighborhood, with these values obtained in these neighborhoods, it was found that the pressure does not fully comply with the standard used for the comparison, it was also verified that the chlorine brought the following results: in the first neighborhood the minimum and maximum values were 0.1 mg/ l, 0.7 mg/l and in the sixth district the minimum and maximum values were 0.1 mg/l, 0.8 mg/l, so it was found that chlorine is within the norm but the values in the minimum limit of free residual chlorine. It is concluded that, with the results of chlorine obtained in an experimental way and the statistical analysis, it was found that the points sampled meet the Ministry of Health of Mozambique, which establishes in its ministerial diploma 180/2004 within the parameters of chlorine concentration free, but with some deficit because in all points the residual chlorine is in the minimum values, this does not establish a good security, with the pressure results obtained in an experimental way and the statistical analyzes it was verified that the sampled points comply with NBR 12218 /1994 their values do not exceed the limits and with a small variation of minimum values in some points.

Keywords: water for human consumption, water quality, supply network, water pressure.

CAPÍTULO I

1.0. INTRODUÇÃO

A água é um recurso para sobrevivência do equilíbrio de toda a natureza do planeta. Ao mesmo tempo, deve constituir alvo de atenção e controles constantes, face as ameaças de poluição e contaminação a que está sujeita (GOMES, 2004). Portanto é relevante que num sistema de tratamento e abastecimento de água, façam-se controles constantes da água durante o seu tratamento e durante a sua distribuição para um bem-estar da população.

Os sistemas de abastecimento de água no país apresentam algumas irregularidades como a falta de qualidade de água e a pressão nas extremidades da rede de distribuição, como, neste caso isso tem como consequência o fator saúde, é necessário fazer um monitoramento para que este problema seja mitigado.

A presença de patógenos na água e ou a forma como ocorre a coleta, o transporte, o armazenamento e o uso em geral, são fatores que comprometem a qualidade no consumo de água (RAZZOLINI; GUNTHER, 2008). Deste modo para ter uma boa garantia de água com qualidade deve se fazer uma monitoria do cloro residual nas extremidades das redes de distribuição para que haja uma boa garantia que a população está tendo uma água adequada para o seu consumo.

Conforme Ferreira e Pádua (2010), uma importante característica de um desinfetante é manter um residual estável após a desinfecção. Desta forma, o cloro residual livre é um indicador da eficiência do processo além de prevenir a contaminação da água na rede de distribuição. A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde de Brasil estabelece um mínimo de 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado em todo o sistema de distribuição, e um valor máximo de 5 mg/L de cloro residual livre. Por tanto é de extrema importância fazer o monitoramento nas extremidades da rede para que se tenha certeza que o cloro residual segue os parâmetros mínimos e máximos para não haver contaminação da água na rede ou intoxicação no caso de excesso.

Um programa de monitoramento inclui colectas frequentes nos mesmos pontos de amostragem e análise em laboratório de grande número de parâmetros, resultando em matriz de grandes dimensões e complexa interpretação. Muitas vezes, pequeno número desses parâmetros contém as informações químicas mais relevantes, enquanto a maioria das variáveis adiciona pouco ou nada à interpretação dos resultados em termos de qualidade (SIMEONOV *et al.*, 2003; TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

De acordo com PALO (2010), a pressão é um dos principais factores que influencia o número de vazamentos e o caudal de saída do sistema de abastecimento. O controle da pressão é de fundamental importância para a redução de perdas reais (físicas) em sistemas urbanos de distribuição de água tratada (BEZERRA, 2009). Não há solução padrão quando se trata da gestão da pressão.

O controle da pressão refere-se aos valores mínimos, máximos e médios das pressões e suas variações temporal e espacial. Os sistemas devem operar acima dos níveis mínimos, porém os níveis máximos precisam ser estabelecidos e não excedidos. A norma ABNT NBR 12218/1994 recomenda que a rede de distribuição de água seja dividida em zonas de pressão. Nestes setores as pressões estáticas nas tubulações adotam como valor máximo 50 metros coluna de água (mca) e mínimo 10 metros coluna de água (mca) para garantir que a carga hidráulica seja suficiente para vencer as perdas nas extremidades da rede e falta de água.

Este estudo é de extrema importância porque o controlo ou a avaliação do cloro e a pressão nas extremidades da rede de distribuição visam garantir que a água que chega à torneira do utente seja potável, evitando, assim, a contaminação, a falta de água e a proliferação de doenças.

Este trabalho busca fazer uma avaliação da qualidade de água nas extremidades da rede de distribuição de abastecimento no FIPAG de Chókwè visando controlar a qualidade consumida pela população para que não haja problemas de saúde causadas pela água e também analisar a pressão, verificando se há uma pressão satisfatória ou adequada nas extremidades da rede.

1.1. Objectivos

1.1.1. Geral:

- Avaliar a qualidade de água e pressão da água nas extremidades da rede de distribuição em Chókwè.

1.1.2. Específicos:

- Determinar os pontos críticos nas extremidades da rede de distribuição;
- Determinar a pressão nas extremidades da rede de distribuição;
- Determinar o cloro nas extremidades da rede de distribuição;
- Comparar a pressão e o cloro com os valores de referências nacionais e internacionais com os valores obtidos.

1.2. Problema e Justificativa

1.2.1. Problema

Certos sistemas de abastecimento de água apresentam algumas irregularidades como a falta de qualidade de água e a pressão nas extremidades da rede de distribuição, neste caso no sistema a ser estudado não se sabe quais são as condições da qualidade e a quantidade ou a pressão de água que chega nas extremidades da rede de distribuição, sendo assim isso pode estar originando problemas de saúde pública e falta de água.

1.2.2. Justificativa

É importante saber a situação da qualidade e pressão de água numa rede de distribuição pois é essencial para um bem-estar dos consumidores da mesma, evitando assim alguns riscos de doenças causada pela água, e falta de água em alguns pontos da rede de distribuição pois tem havido reclamações da qualidade e o fato de pressão no sistema. Também sabe se que água segura ou de boa qualidade é importante para a saúde pública, seja qual o uso a ser dado. Uma boa gestão de recursos hídricos, que inclua o adequado abastecimento de água para consumo humano e saneamento, proporciona o crescimento económico do país, e contribui para a redução da pobreza.

CAPÍTULO II

2.0. REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS

2.1. Rede de distribuição

Segundo a norma técnica NBR 12218 (ABNT 1994), a rede de distribuição é o conjunto de tubulações, acessórios, registros e conexões, em que a água é conduzida e fornecida em quantidade e qualidade adequada em todos os pontos de consumo, sejam eles doméstico, industrial, público ou de irrigação. Também Rede de distribuição de água consiste no trajeto das unidades do sistema de abastecimento até as ligações prediais ou domiciliar e é constituída por dois tipos de canalizações: a principal, de maior diâmetro e responsável pelo abastecimento da rede secundária, e as secundárias, consideradas de menor diâmetro e que fornecem água diretamente aos ramais prediais (TSUTIYA, 2006).

Uma rede de distribuição é constituída de condutos principais e secundários. Também conhecidos como troncos ou canalizações mestras, sempre os condutos principais possuem diâmetro maior que o restante da rede, têm a função de abastecer as canalizações secundários, e normalmente não possuem pontos de consumo diretamente ligados a eles. Os condutos secundários, por sua vez, possuem diâmetros menores e abastecem diretamente os pontos de consumo do sistema - ramais prediais (CARMO, 2009).

As redes de distribuição são formadas pelas tubulações e acessórios com o objetivo de distribuir a água potável ao consumidor de forma ininterrupta, com qualidade e pressão adequada (TSUTIYA, 2006). Além dessa classificação, de acordo com a disposição das canalizações, a rede pode ser classificada em ramificada, malhada ou mista, como ilustram os esquemas das figuras 1 e 2.

Os traçados das redes de distribuição também têm influência sobre a qualidade da água, podendo estes ser de dois tipos: redes ramificadas – nas quais os condutos secundários derivam de uma tubulação principal; e redes malhadas – tubulação pode ser ligada pelas duas extremidades, formando anéis na rede, ou seja, as malhas (HELLER; PÁDUA, 2010). As redes malhadas possuem vantagens tanto para o escoamento hidráulico quanto para a qualidade da água, pois permitem o fluxo de água em ambos os sentidos das tubulações. Isso permite que seja possível realizar manutenções na rede sem interromper o abastecimento de longos trechos da mesma. Quanto à qualidade evita as chamadas pontas mortas, localizadas nas extremidades da rede, onde normalmente a concentração de cloro tende a cair (BELEZA, 2005).

Modelos de simulação são ferramentas que permitem, analisar e prever o comportamento hidráulico e de parâmetros de qualidade de água do sistema, com uma margem de erro estimável, a partir das características dos seus componentes, da sua forma de operação e dos consumos solicitados. Permitindo assim a rápida e eficaz realização de análises de sensibilidade e a simulação de cenários variados. Os instrumentos computacionais são utilizados no campo do projeto e do diagnóstico de funcionamento de sistemas de transporte e distribuição de água, constituindo um complemento importante a capacidade e experiência dos técnicos (Coelho *et al.*, 2006).

Segundo Loureiro e Coelho (2004) o EPANET é um programa ou modelo de simulação de computador que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade de água de sistemas de distribuição de água em pressão. Este programa permite obter os valores do caudal em cada tubagem, da pressão em cada nó, da altura de água em cada reservatório de nível variável e da concentração do cloro ou químicos usados no tratamento através da rede durante o período de simulação, subdividido em múltiplos passos de cálculo.

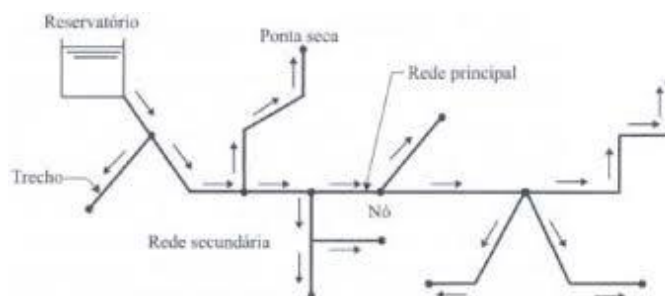


Figura 1: Esquema de uma rede ramificada. (*Fonte: Tsutiya 2004*).

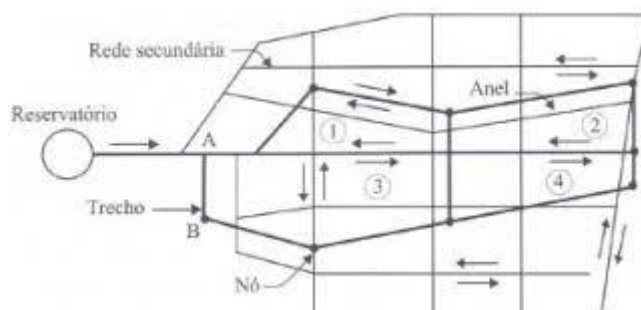


Figura 2: Esquema de uma rede malhada. (*Fonte: Tsutiya 2004*).

2.2. Pressão de água na rede de distribuição

De acordo com PALO (2010), a pressão é um dos principais factores que influencia o número de vazamentos e o caudal de saída do sistema de abastecimento. O controle da pressão é de fundamental importância para a redução de perdas reais (físicas) em sistemas urbanos de distribuição de água tratada (BEZERRA, 2009). Não há solução padrão quando se trata da gestão da pressão.

O controle da pressão refere-se aos valores mínimos, máximos e médios das pressões e suas variações temporal e espacial. Os sistemas devem operar acima dos níveis mínimos, porém os níveis máximos precisam ser estabelecidos e não excedidos. A norma ABNT NBR 12218/1994 recomenda que a rede de distribuição de água seja dividida em zonas de pressão. Nestes setores as pressões estáticas nas tubulações adotam como valor máximo 50 metros coluna de água (mca) e mínimo 10 metros coluna de água (mca) para garantir que a carga hidráulica seja suficiente para vencer as perdas nas extremidades da rede e falta de água.

No que se refere a uma melhor gerência da pressão em sistemas de abastecimento de água, faz-se necessária uma subdivisão da rede em setores ou subsetores. O controle de pressões parte do zoneamento piezométrico, ou seja, da divisão do sistema em setores com comportamento piezométrico homogêneo, cada um com fronteiras conhecidas e bem delimitadas, onde se controlam todas as entradas de alimentação. Estes setores são chamados de Zonas de Medição e Controle (ZMC). As ZMC podem ter dimensões muito variadas dependendo da topologia da rede, densidade populacional e densidade de ramais, podendo conter entre 500 á 5000 ligações (BEZERRA, 2009).

O manómetro é um instrumento utilizado para medir e indicar a intensidade de pressão do ar comprimido, água vapor e fluidos em geral. Os manómetros podem ser medidores analógicos e digitais. O medidor analógico de pressão utiliza um elemento elástico, o qual é sensível mecanicamente a uma pressão e indica esta grandeza em um mostrador por intermédio de um ponteiro sobre uma escala. O medidor digital de pressão fornece uma indicação de pressão de forma digital, em unidade de pressão. (INMTRO, 2006).

2.3. Qualidade da água

Segundo Von Sperling (2007), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da ação humana. As condições naturais são alteradas pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. Já as interferências dos seres humanos na água ocorrem de forma concentrada, como geração de despejo doméstico ou industrial e de forma dispersa, como na introdução de defensivos agrícolas no solo, que contribui na introdução destas substâncias na água, alterando sua qualidade.

A água destinada ao abastecimento humano precisa ser de boa qualidade, fim de não provocar nenhum dano à saúde pública. Conforme Richter (2009), a qualidade da água é avaliada pela determinação de diversos parâmetros de potabilidade, como parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos que caracterizam a qualidade das águas sofrem grandes variações no tempo e no espaço, havendo a necessidade de um programa de monitoramento sistemático para obter a real estimativa da variação da qualidade das águas superficiais. Em geral, um programa de monitoramento inclui coletas frequentes nos mesmos pontos de amostragem e análise em laboratório de grande número de parâmetros, resultando em matriz de grandes dimensões e complexa interpretação. Muitas vezes, pequeno número desses parâmetros contém as informações químicas mais relevantes, enquanto a maioria das variáveis adiciona pouco ou nada à interpretação dos resultados em termos de qualidade (SIMEONOV *et al.*, 2003; TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

Conforme Richter (2009), a desinfecção objetiva a destruição dos micro-organismos patogênicos presentes na água, sendo principalmente as bactérias, protozoários, vírus e vermes. Segundo o mesmo autor há diferença entre desinfecção e esterilização, onde o primeiro destrói somente os seres que afetam a saúde pública, já o segundo elimina todos os tipos de micro-organismos.

Os desinfetantes devem possuir algumas características para poderem ser empregados na ETA, estes são relatados segundo Pádua (2010):

- Destruir em um período plausível os organismos patógenos;
- Não serem tóxicos a população abastecida e não causarem odor e sabor na água com as dosagens usuais;
- Estarem disponíveis no mercado com preços aceitáveis e oferecerem condições de transporte, armazenamento, manuseio e aplicação seguras;
- Terem sua concentração na água obtida de forma fácil e rápida;
- Produzirem compostos residuais duráveis na água, o que assegura a qualidade da água em todo o sistema.

Os agentes desinfetantes como afirma Pádua (2010), podem ser oxidantes químicos (cloro, bromo, ozônio, permanganato de potássio e peróxido de hidrogênio), iões metálicos (prata e cobre) e agentes físicos (calor e radiação ultravioleta).

O método amplamente mais utilizado no processo de desinfecção de águas para consumo humano é a cloração. O agente químico mais empregado é o ácido hipocloroso (HClO). Na aplicação do cloro Cl_2 à água, ele se hidrolisa formando os iões de hidrogênio e cloreto, e o ácido hipocloroso. As concentrações de ácido hipocloroso e do ião hipoclorito, somadas, indicam a quantidade de cloro residual livre no corpo da água sendo assim indicado na formula química $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}$. (SANEAMENTO DE GOIAS S/A, 2006).

Segundo (FUNASA) a garantia de seu êxito é a sua fácil acessibilidade em quase todos os países do mundo, seu custo razoável, sua alta capacidade oxidante da matéria orgânica e inorgânica, seu efeito residual, sua ação germicida de amplo espectro e boa persistência nos sistemas de distribuição, pois apresenta propriedade residual e pode ser medido facilmente e monitorado nas redes de distribuição depois que a água foi tratada e distribuída aos consumidores, na figura a baixo apresenta se a curva da demanda do cloro.

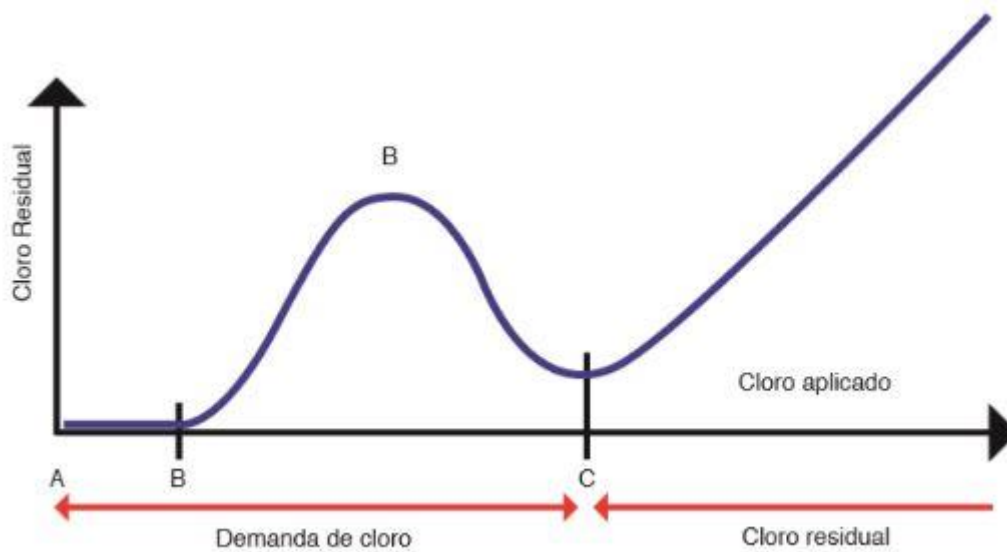


Figura 3: Curva de demanda de cloro. (*Fonte:* Opas,1999).

Interpretação da curva:

- AB: O cloro introduzido na água é imediatamente consumido na oxidação da matéria orgânica e inorgânica. Enquanto esses compostos não forem totalmente destruídos, não ocorrerá desinfecção e o cloro residual será nulo.
- BB': O cloro combina-se com compostos nitrogenados, produzindo cloro residual combinado. São as cloraminas.
- B'C: O cloro oxida as cloraminas formadas na fase anterior, reduzindo os teores de cloro residual combinado.
- C em diante: completada a oxidação do cloro residual combinado, elevam-se os teores de cloro residual livre, mais eficaz como desinfetante.

De acordo com Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial nº 180/2004, é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre e o máximo de 5 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede), também a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina a obrigatoriedade de se manter, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Também recomenda que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 5 mg/L.

Conforme Libânio (2010), um dos principais objectivos do uso do cloro em sistemas de abastecimento de água é a desinfecção. Devido ao seu alto poder oxidante, seu uso nos processos de tratamento de água tem servido para o controle do sabor e odor, eliminar agentes patogênicos causadores de doenças, tais como bactérias, vírus e protozoários que geralmente crescem nos reservatórios, sobre as paredes das condutas de água.

Segundo (FUNASA) O controle da cloração deve ser feito diariamente. Os pontos de controle são: saída do tratamento e pontos de consumo. Estes controles são feitos na base de retirada de amostragem nestes pontos e analisada na base de um colorímetro ou kit de análise de cloro, representados nas figuras 4 e 5. Os resultados deverão ser registrados na ficha de controle.



Figura 4: Colorímetro. (*Fonte: Highmed 2020*). **Figura 5:** Kit de cloro. (*Fonte: Highmed 2020*).

CAPÍTULO III

3.0.METODOLOGIA

3.1. Localização

O distrito de Chókwè está situado a sul da província de Gaza, em Moçambique. A sua sede é a cidade do Chókwè. Tem limites geográficos, a norte com o distrito de Mabalane, a norte e nordeste com o distrito de Guijá, a leste com o distrito do Chibuto, a sul com os distritos de Limpopo e Bilene e a oeste é limitado pelo distrito de Magude da província de Maputo, a figura 6 ilustra o enquadramento do local do estudo.

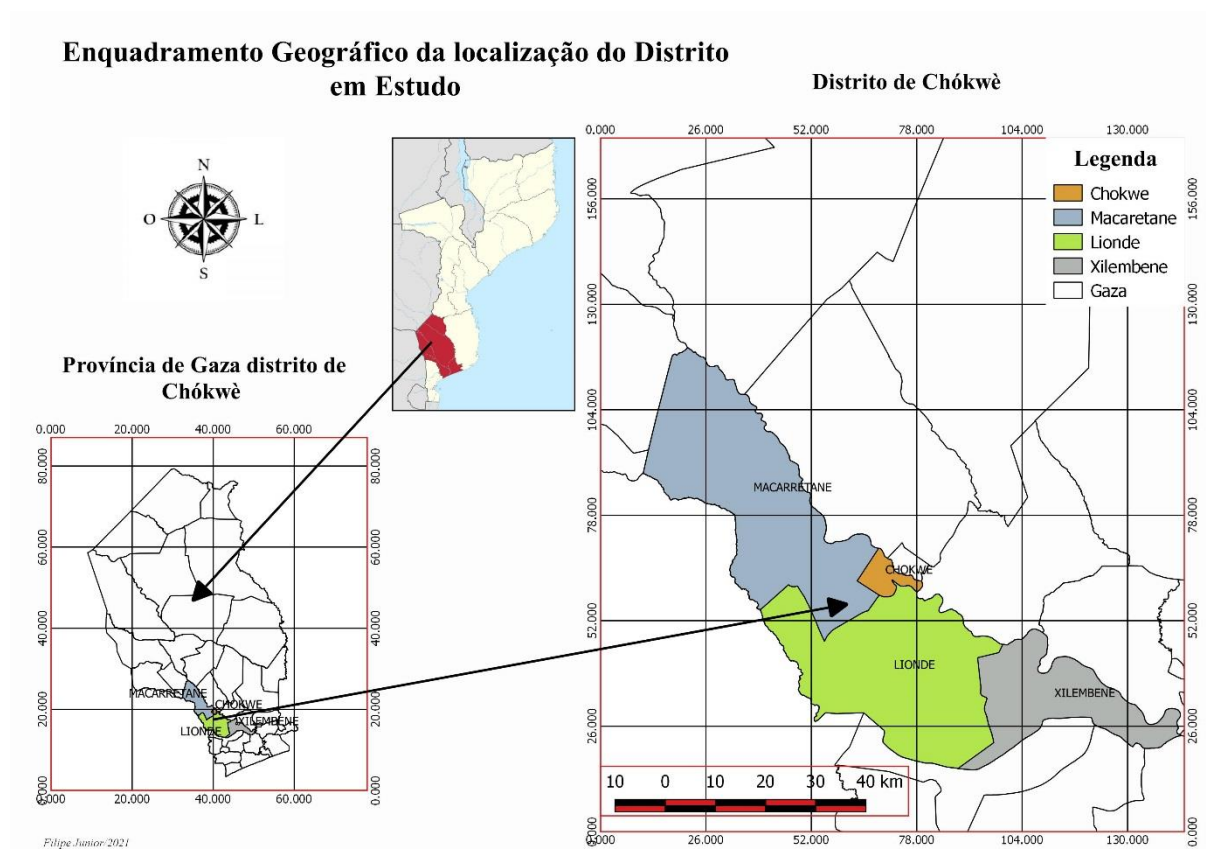


Figura 6: Mapa da localização do distrito em estudo.

3.1.1. Descrição da área em estudo

Este trabalho foi desenvolvido no FIPAG área operacional de Chókwè, respetivamente nas extremidades da sua rede de distribuição nos bairros 1 e 6 da cidade de Chókwè.

O sistema de abastecimento de água da área operacional de Chókwè (AOC) localiza-se no município e distrito do mesmo nome e também no distrito de Guija. É constituído por 10 subsistemas que abastecem o município de Chókwè e áreas adjacentes, nomeadamente, Lionde, Conhane, Massavassa, Nwachicoluane, Xilembene, Hókwe, Mapapa e vila-sede do distrito de Guijá, ilustrados na figura abaixo os bairros onde efetuou-se o estudo. A principal fonte de captação de água é subterrânea com excepção de Hokwe e Xilembente cuja captação é feita superficialmente através do rio Limpopo.



Figura 7: Mapa da localização da área de coleta de dados.

3.2. Procedimentos experimentais

Para se atingir os objectivos propostos neste estudo, as etapas foram feitas da seguinte forma.

3.2.1. Determinação dos pontos críticos nas extremidades da rede de distribuição

Na determinação dos pontos críticos para a escolha dos pontos de retirada das amostras nas extremidades da rede foi na base do histórico dos dados já existentes na empresa.

3.2.2. Determinação da pressão nas extremidades da rede de distribuição

O objetivo da determinação da pressão foi feita para demonstrar que as pressões em cada ponto de alimentação nas extremidades da rede, atendem a norma NBR-12218 que estabelece que a pressão mínima deverá ser de 10 mca ou 100 KPa e a máxima de 50 mca ou 500 KPa.

Foi usado o método de medição por manômetro para a determinação da pressão nas extremidades da rede de distribuição, na base do manômetro da marca NKT de medição da pressão de água, representado na figura 8, que foi colocado nas extremidades da rede de distribuição exatamente em algumas residências. As leituras foram feitas uma vez por semana, no período de manhã, durante dez (10) semanas e foram feitas em 5 pontos para cada bairro.



Figura 8: Manômetro de pressão de água (em bar).

O processo da medição da pressão foi feito em alguns pontos das extremidades da rede exatamente em algumas residências nos bairros 1 e 6 que a escolha foi aleatória, mas seguindo as recomendações dos técnicos, durante as primeiras horas do dia ou de manhã. Este processo foi feito da seguinte forma:

Foi usado um manómetro de pressão com unidade de leitura bar, para medir a pressão levou-se o manómetro de pressão, conectou-se a uma torneira, de seguida abriu-se a torneira (a torneira deve ser aberto por completo) e por ultimo faz-se a leitura. A figura que ilustram a medição da pressão encontram se nos anexos 1, o material usado para esse processo da medição da pressão foram: um manómetro; um tubo flexível; uma braçadeira e uma chave de fenda. Este processo foi efectuado para cada ponto e durante as 10 semanas da recolha de amostras ou dados.

Os resultados ou os dados foram convertidos da unidade bar para Kpa usando a seguinte equação.

$$1.0 \text{ bar} \rightarrow 100\text{Kpa} \tag{1.0}$$
$$X. \left(\frac{100\text{Kps}}{1.0\text{bar}} \right)$$

Fonte: (qtransform).

3.2.3. Determinação do cloro nas extremidades da rede de distribuição

O método usado para a determinação do cloro nas extremidades da rede de abastecimento foi de retirada de amostras. A condição essencial para a coleta de amostras é a escolha dos pontos de amostragem sendo as coletas programadas e distribuídas uniformemente ao longo do período. Assim, os pontos de coleta de amostras foram escolhidos por meio de uma composição entre pontos críticos, e escolhidos aleatoriamente, de tal forma para abranger todo o universo da população abastecida dos bairros escolhidos, a retirada das amostras e as análises foram feitas uma vez por semana em 10 pontos, sendo assim 5 pontos por cada bairro, durante 10 semanas totalizando-se 10 amostragens e análises no laboratório.

O objetivo de amostragem é de coletar um volume de água pequeno o bastante para ser transportado convenientemente e manuseado no laboratório e que represente, o mais perfeitamente possível, o material coletado. Implica que as proporções relativas ou as concentrações de todos os componentes na amostra correspondam àquelas no material sendo amostrado, e que a amostra seja manuseada de tal forma que nenhuma mudança significativa em composição ocorra antes das determinações ou análises serem realizadas. Desse modo, deve-se procurar sempre transportar as amostras do local de coleta para o laboratório em recipientes (caixas de isopor ou caixas térmicas), o laboratório que foram realizadas as análises das amostras é o da empresa (FIPAG Chókwè).

No que tange, ao processo de amostragem foram organizados os recipientes usados (frascos/garrafas plásticas). De seguida os frascos foram etiquetados fornecendo o número e local de amostragem.

Depois da organização do material necessário, foi-se ao campo para a retirada das amostras em pontos já marcados da rede. Chegado no local da retirada de amostra, retirou-se a tampa do frasco, depois abriu-se a torneira deixou-se jorrar água por alguns segundos, de seguida enxaguou-se o frasco três vezes, colocou-se a água no frasco e armazenou-se na caixa térmica (colmen).

Segundo EMBRAPA (2011) O tempo máximo permitido entre a coleta de uma amostra e sua análise depende do parâmetro a ser determinado, da característica da amostra e das condições, neste caso para o cloro residual a análise deve ser imediatamente e os frascos a serem usados podem ser plástico ou vidro.

As análises foram feitas da seguinte maneira

As análises foram feitas no laboratório do FIPAG do Chókwè, foi usado o colorímetro DR/890 da marca HACH ilustrado na figura 9.



Figura 9: Colorímetro.

Procedimentos para as análises

Apresenta-se de forma resumida, os procedimentos realizados para a medição de cloro residual livre, depois de ligado o medidor e programado para a medição do cloro:

- Encheu-se um dos frascos com 10 ml de água limpa, colocou-se a tampa e limpou-se o exterior do frasco;
- Colocou-se no aparelho, identificou-se como sendo o zero;
- Esvaziou-se o frasco colocou-se o conteúdo de uma embalagem (já pré-definido para uma dose) de reagente e 10 ml de água, tapando de seguida;
- Agitou-se a solução, de modo a que o reagente (em pó) se misture de igual forma por toda a água e limpou-se o exterior do frasco;
- Voltou-se a inserir o frasco no orifício de medição, assegurando a sua correta posição;
- O aparelho vai indicando vários valores, sendo o aceitável aquando a variação estabilizar, no fim retirou-se as leituras para o bloco de notas. As imagens que ilustram estes procedimentos então nas figuras 10 e 11.

Para uma precisão nas leituras e um correto funcionamento do equipamento, devem-se ter alguns procedimentos:

- Os frascos de vidro devem estar sempre limpos e secos, de modo a que a amostra não contenha resíduos;
- O exterior do frasco deve ser limpo antes da medição;
- Depois da leitura feita deve deitar fora a amostra;
- A amostra depois e recolhida e preparada não deve ficar em repouso;
- Os instrumentos não devem ser colocados sob a luz solar direta.



Figura 10: Colorímetro em funcionamento.



Figura 11: Cubetas com amostras.

3.2.4. Comparação da pressão e o cloro com os valores de referências nacionais e internacionais com os valores obtidos

Depois que obteve os valores das análises feitas no laboratório para o cloro e a medição da pressão foram feitas as comparações.

Os valores obtidos foram comparados com as seguintes normas: brasileira (NBR-12218 Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público) e moçambicana (Ministério da Saúde, Diploma Ministerial n° 180/2004). A comparação foi feita para averiguar os resultados se estão dentro das normas estabelecidas.

3.2.4. Análises de dados

Para a análise dos dados usou-se o pacote Minitab 18 para a realização dos testes estatísticos, onde foi realizado a análise, isto para obter a variação entre os bairros, também foi feita a correlação dos dados usando o mesmo pacote. Para a realização dos gráficos usou-se o Excel 2016.

CAPITULO IV

4.0.RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises feitas em torno deste trabalho, cujo objetivo principal é de Avaliar a qualidade e pressão da água nas extremidades da rede de distribuição em Chókwè, neste capítulo serão apresentados todos os resultados obtidos na pesquisa efectuada.

4.1.Determinação da pressão nas extremidades da rede de distribuição

A pressão foi monitorada em 10 pontos durante 10 semanas, exatamente iniciado a 16 do mês de junho e terminado a 18 do mês de agosto, a monitoria ocorreu em dois bairros respectivamente os bairros 1 e 6 da cidade de Chókwè. Após as coletas, foram obtidos os dados da pressão, os quais estão apresentados de forma resumida, respectivamente, nos anexos 2, com as médias, medianas, desvios padrão, número de amostras e valores mínimos e máximos por ponto monitorado e os seus respectivos gráficos. As medições detalhadas também se encontram nos anexos 2.

Para uma melhor visualização dos resultados representativos do projecto, os resultados das pressões nos bairros, foram montadas nos Gráficos 1 e 2. Representatividade da pressão em função da sua variação de acordo com as datas dos bairros 1 e 6. As linhas no gráfico definem a pressão mínima e máxima, também representam a variação da pressão em cada ponto em função das datas nas extremidades da rede.

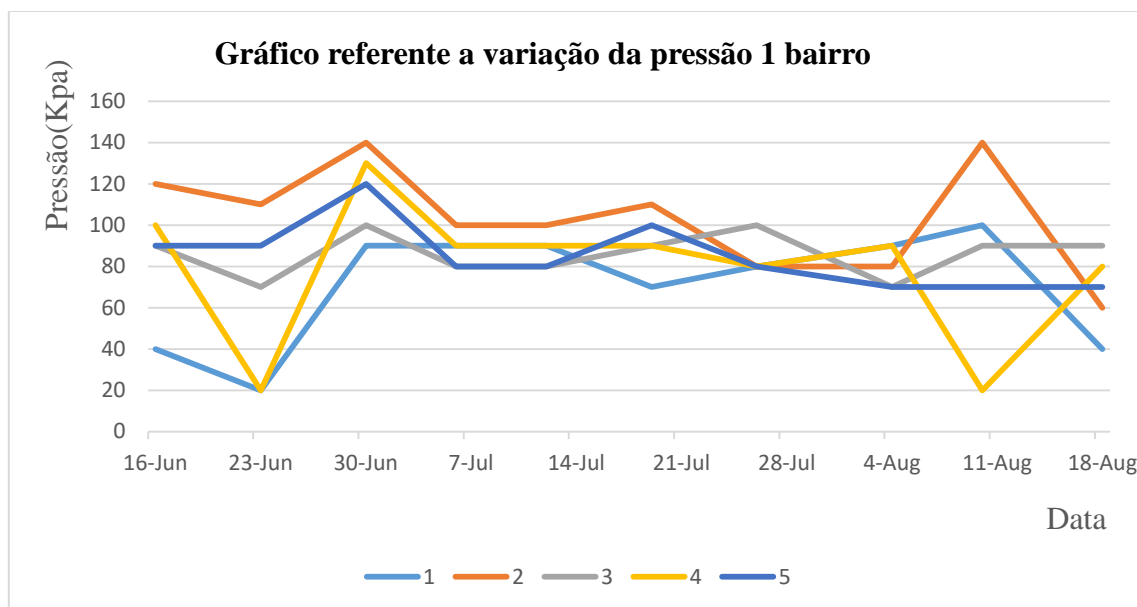


Gráfico 1: Comportamento gráfico da pressão no 1 bairro.

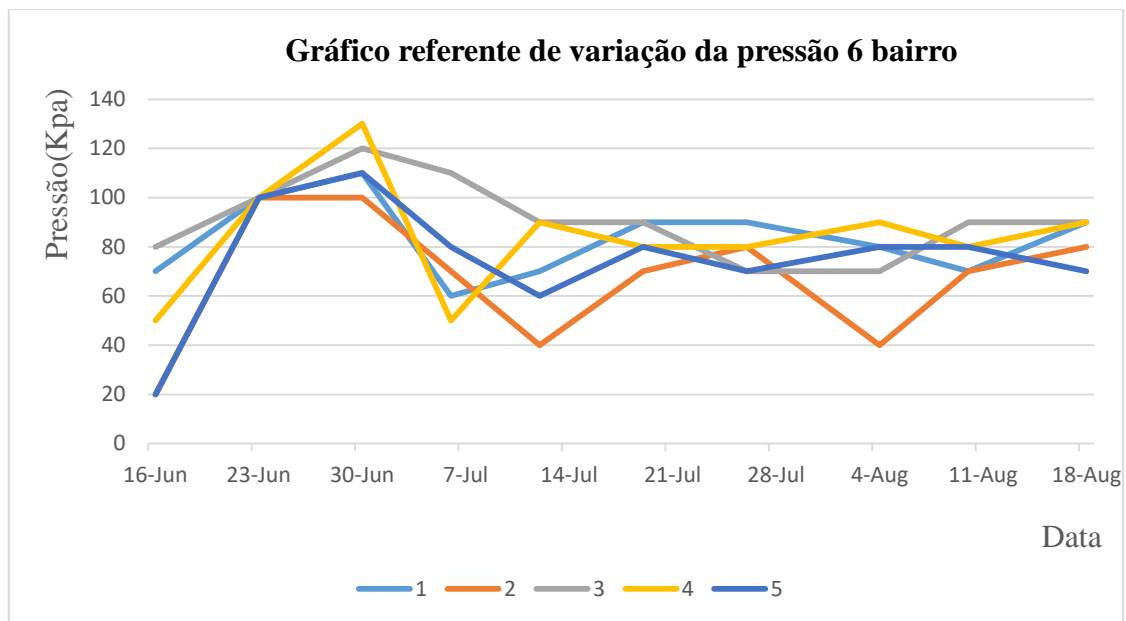


Gráfico 2: Comportamento gráfico da pressão no 6 bairro.

Analisando os resultados expostos no gráfico 1 e 2 que representam o bairro 1 e bairro 6, verifica-se que a uma variação da pressão, em 20 Kpa á 140 Kpa no primeiro bairro e de 20 Kpa á 130 Kpa no sexto bairro, devido a estes valores baixos de pressão resulta numa redução generalizada do volume de água fornecido nestes bairros principalmente nas horas de maior consumo. Também de acordo com os gráficos a cima da demonstração da variação da pressão nos respectivos bairros, a pressão no primeiro bairro teve uma variação ampla nos dias 16;30 de junho e 11 de agosto e o resto dos dias a pressão não teve uma variação muito ampla ou significativa segundo o gráfico 1 e no sexto bairro as variações amplas estão entre os dias 16,7,14 de junho e 4 de agosto e o restante dos dias não tem uma variação significativa segundo o gráfico 2.

Realizaram-se os tratamentos estatísticos nos dados, para as medidas de pressão observou-se distribuição aproximadas nos dois bairros, segundo as análises estatísticas os dados obtidos, ou seja, as médias dos dados dos dois bairros segundo a análise de variância feitas estão representados na figura abaixo.

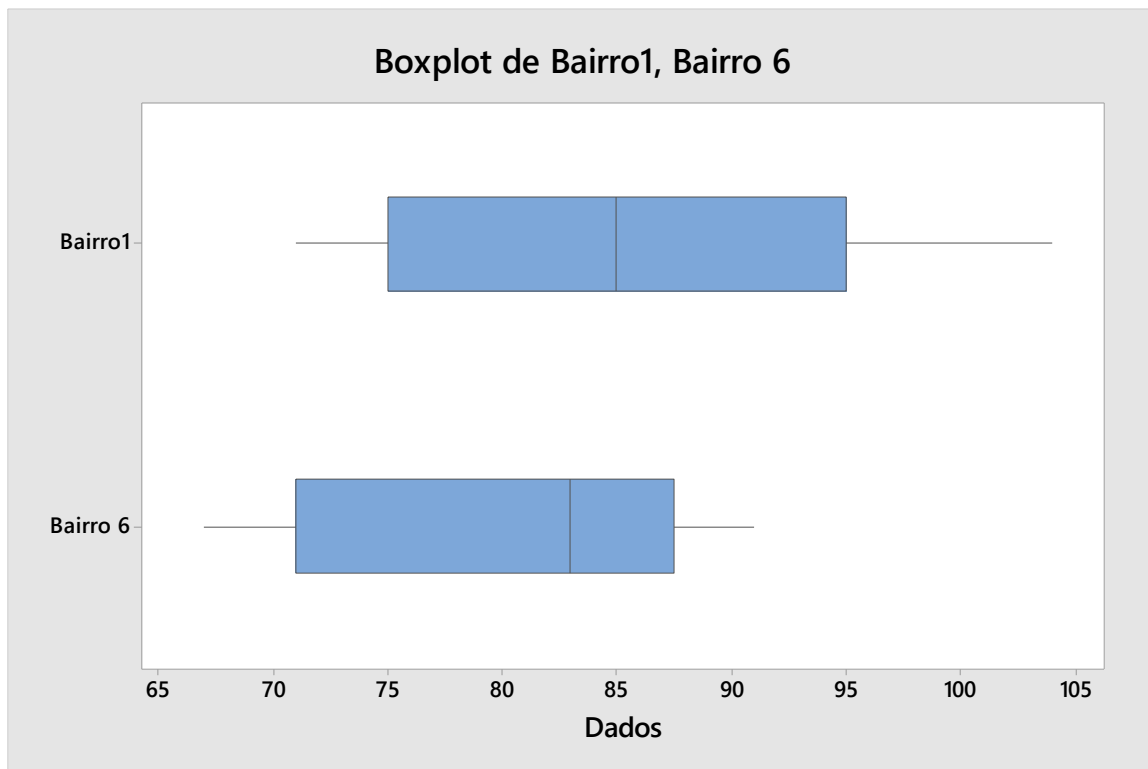


Figura 12: Representação da análise da variância das médias dos bairros 1 e 2.

Ha: Existe uma diferença dos dados ou resultados da pressão nos bairros 1 e 6.

Ho: Não Existe uma diferença dos dados ou resultados da pressão nos bairros 1 e 6.

Segundo o teste feito temos evidências de aceitar a hipótese alternativa e rejeitar a hipótese nula porque existe uma diferença dos dados entre os bairros 1 e 6, sendo os dados do primeiro bairro com um maior desvio padrão e os do sexto bairro com menor desvio padrão.

Por meio da correlação obteve-se resultados que representam a relação estatística entre os valores da pressão obtidos nos bairros 1 e 6, esta análise foi feita para analisar se há uma correlação. A correlação de Pearson entre os dados foi de -0.060 e o coeficiente p teve o valor de 0.677, tendo estes resultados; observou-se que o valor de coeficiente p é menor que 1, isto é, significa que entre os dados há uma correlação negativa perfeita, se uma aumenta a outra diminui.

4.2.Determinação do cloro nas extremidades da rede de distribuição

O Cloro residual foi monitorada em 10 pontos durante 10 semanas, exatamente iniciado a 16 do mês de junho e terminado a 18 do mês de agosto, a monitoria ocorreu em dois bairros respectivamente os bairros 1 e 6 da cidade de Chókwè. Após as coletas, foram obtidos os resultados do cloro, os quais estão apresentados de forma resumida, respectivamente, nos anexos 3, com as médias, medianas, desvios padrão, número de amostras e valores mínimos e máximos por ponto monitorado e os seus respectivos gráficos. As medições detalhadas também se encontram nos anexos 3 separados por bairro.

Para uma melhor visualização dos resultados representativos do projeto, os resultados do cloro residual nos bairros, foram montadas nos Gráficos 3 e 4. Representatividade do cloro em função da sua variação de acordo com as datas das coletas e análises das amostras dos bairros 1 e 6. As linhas no gráfico definem o cloro residual mínima e máxima, também representam a variação do cloro em cada ponto em função das datas nas extremidades da rede.

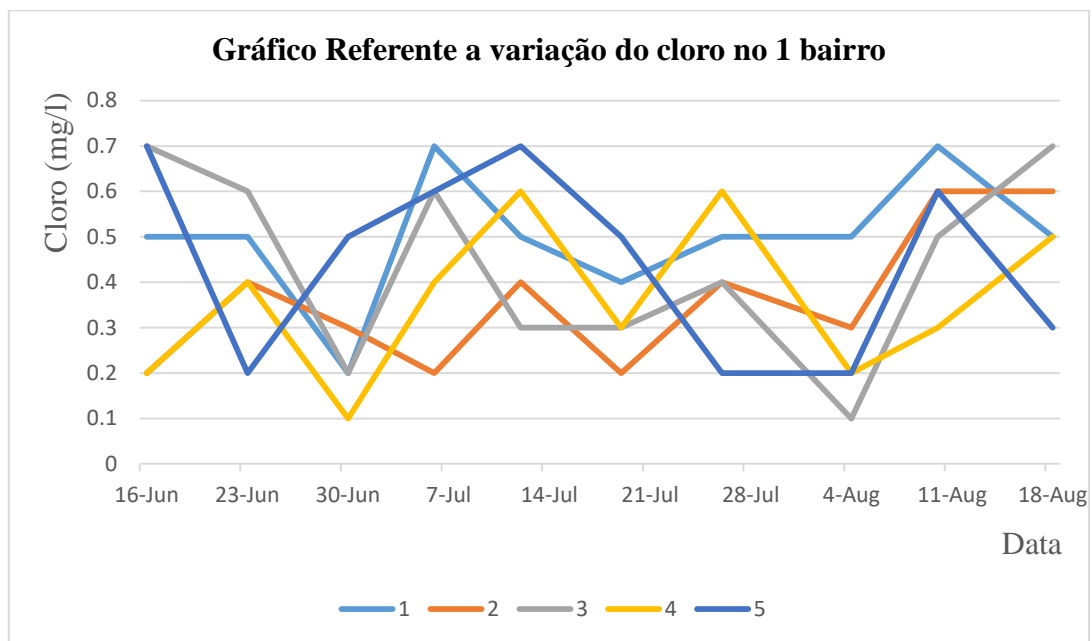


Gráfico 3: Comportamento gráfico do cloro residual do 1 bairro.

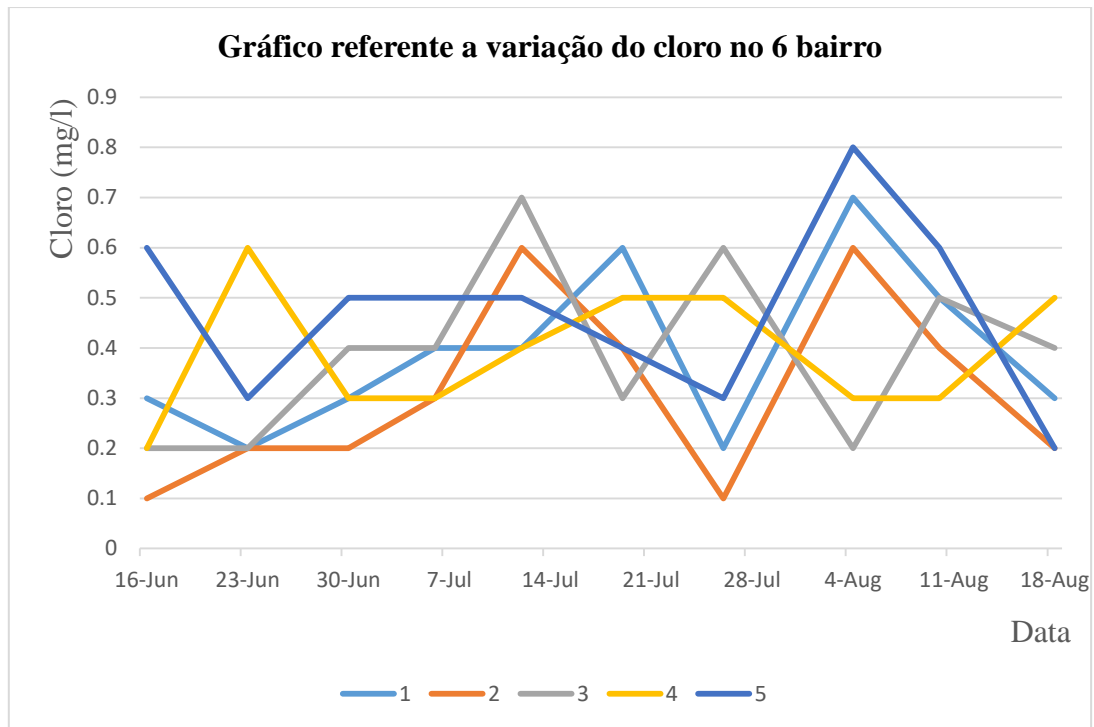


Gráfico 4: Comportamento gráfico do cloro residual do 6 bairro.

Analisando os resultados expostos nos gráficos 1 e 2 que representam o bairro 1 e bairro 6, verifica-se que a uma variação do cloro, em 0.1 mg/l á 0.7mg/l no primeiro bairro e de 0.1 mg/l á 0.8 mg/l no sexto bairro, segundo os valores obtidos não há muita diferença do cloro residual nos dois bairros. Mas os valores obtidos tendem a norma no mínimo, devido a estes valores mínimos do cloro resulta numa redução generalizada no que tendem na proteção da rede de distribuição. Também de acordo com os gráficos 3 e 4 da demonstração da variação do cloro dos bairros, o cloro no primeiro bairro teve uma variação ampla durante todos os dias no período do estudo realizado, demonstrado assim no o gráfico 3 e também no sexto bairro as variações foram amplas em todos os dias do estudo, as suas variações estão demonstrados no gráfico 4.

Realizaram-se os tratamentos estatísticos nos dados, para as medidas do cloro observou-se distribuição aproximadas em ambos bairros, segundo as análises estatísticas os dados obtidos, ou seja, as medias dos dados dos dois bairros segundo a análise de variância feitas. estão representados na figura abaixo.

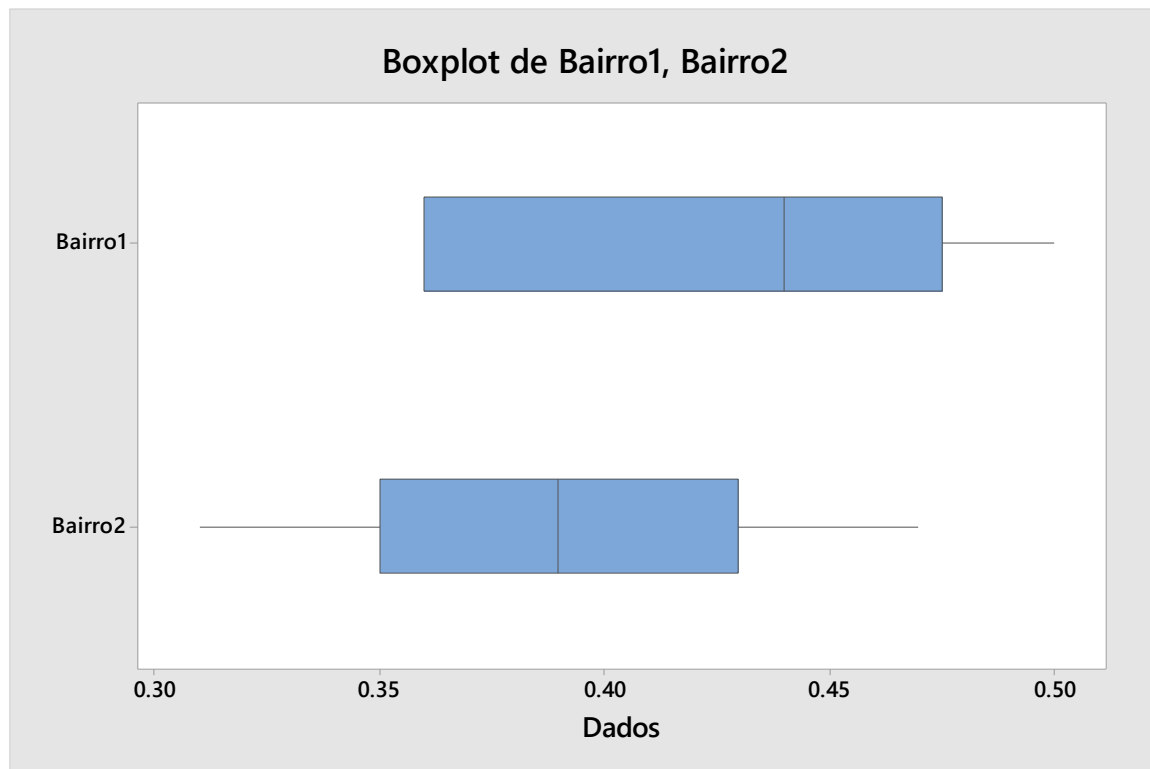


Figura 13: Representação da análise da variância das medias dos bairros 1 e 2.

Ha: Existe uma diferença dos dados ou resultados do cloro nos bairros 1 e 6.

Ho: Não Existe uma diferença dos dados ou resultados do cloro nos bairros 1 e 6.

Segundo o teste feito temos evidencias de aceitar a hipótese alternativa e rejeitar a hipótese nula porque existe uma diferença dos dados entre os bairros 1 e 6, sendo os dados do primeiro bairro com um maior desvio padrão e os do sexto bairro com menor desvio padrão.

Por meio da correlação obteve-se resultados que representa a relação estatística entre os valores do cloro obtidos nos bairros 1 e 6, esta análise foi feita para analisar se há uma correlação. A correlação de Pearson entre os dados foi de 0.185 e o coeficiente p teve o valor de 0.198, tendo estes resultados observou-se que o valor de coeficiente p é menor que 1, isto é, significa que entre os dados há uma correlação negativa perfeita, se uma aumenta a outra diminui.

4.3.Comparação da pressão e o cloro com os valores de referências nacionais e internacionais com os valores obtidos

4.3.1. Comparação da pressão

Todos os resultados apresentados são discutidos quanto ao atendimento aos padrões de pressão estabelecidos pela norma ABNT NBR 12218/1994 que recomenda, que a rede de distribuição nas suas extremidades adota como valor máximo 50 mca ou 500 Kpa e mínimo 10 mca ou 100 Kpa.

A respeito da pressão nas extremidades de uma rede de distribuição de água a norma NBR 12218/1994 dispõe que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 Kpa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 Kpa. Comparando aos dados obtidos em cada ponto, dos 10 pontos nenhum dos dados ultrapassa o valor máximo de 500 Kpa estabelecida pela norma brasileira, mas em algumas datas em todos pontos os valores da pressão obtidos estes estavam abaixo do valor mínimo estabelecido pela norma.

De acordo com os valores mostrados na tabela dos anexos 2, a maioria dos dias ou semanas durante o estudo a pressão nos bairros analisados não cumpriam com o valor estabelecido na norma usada para a comparação mas os valores obtidos aproxima se ao valor mínimo visto que os valores mais frequentes são (90, 80 e 70 Kpa). O ponto que obtém uma boa pressão é o 2 do primeiro bairro e também o primeiro bairro possui uma boa pressão comparado com o sexto. Devido a estes problemas a baixa pressão no horário de máximo consumo.

4.3.2. Comparação do cloro residual

Todos os resultados apresentados a baixo são discutidos quanto ao atendimento aos padrões do cloro residual estabelecidos pela norma do Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial nº 180/2004, é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0.2 mg/L de cloro residual livre e o máximo de 5 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Os dados do cloro estão representados na tabela nos anexos 3.

A respeito do cloro residual nas extremidades da rede de distribuição de água a norma do Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial nº 180/2004, que é obrigatória a manutenção o estabelecimento de, no mínimo, 0.2 mg/L de cloro residual livre e o máximo de 5 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Comparando aos dados obtidos em cada ponto, dos 10 pontos os valores obtidos estão dentro da norma estabelecida sendo assim não excedendo o valor mínimo e não ultrapassando o valor máximo, com alguma exceção de algumas datas em alguns pontos, mas o cloro residual esta muito baixo porque esta no limite mínimo. E recomendado que o cloro residual esteja no limite máximo para que garanta boa qualidade de água ao utente.

Freitas, Brilhante e Almeida (2001) obtiveram dados insatisfatórios do cloro em pesquisa realizada na rede de abastecimento da região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. Na época da pesquisa, a legislação vigente era a Portaria MS nº36/1990, que estipulava teor mínimo de cloro livre em 0,2 mg/L, mesma concentração do Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial nº 180/2004.

Silva (2008), também obteve resultados abaixo do recomendado pela legislação vigente na época, Portaria MS nº 518/2004 que apresenta teores máximos e mínimos de cloro livre iguais ao Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial nº 180/2004.

A inclusão de um limite para o teor de cloro livre máximo no padrão de potabilidade vem de encontro com estudos sobre a formação de compostos trihalometanos (THM'S), que podem ser prejudiciais à saúde humana pelo consumo contínuo (DUARTE E PINTO, 2008).

4.3.3. Variação do cloro em função da pressão nas extremidades

Nos gráficos abaixo apresentam-se o quanto a pressão interfere na concentração do cloro residual nas extremidades da rede de distribuição nos bairros 1 e 6.

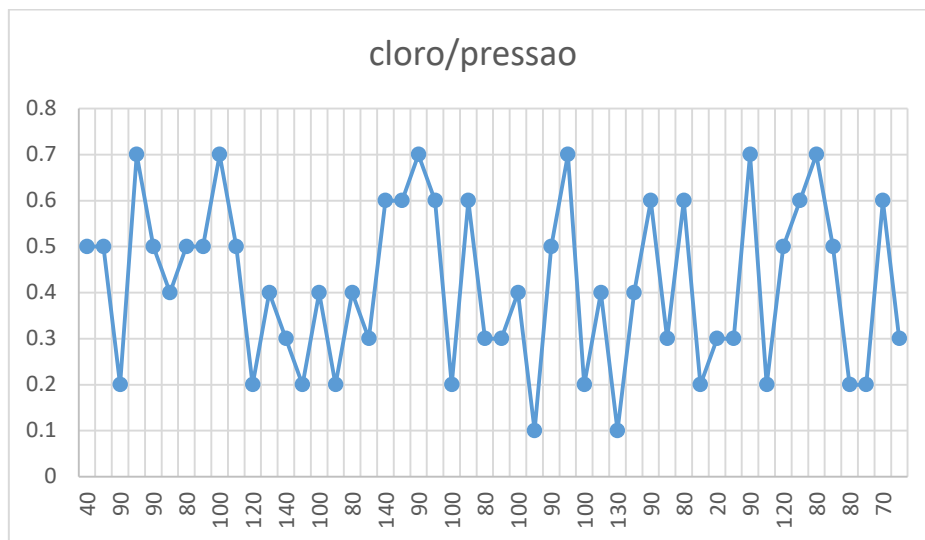


Gráfico 5: Gráfico de variação de cloro em função da pressão, 1 bairro.

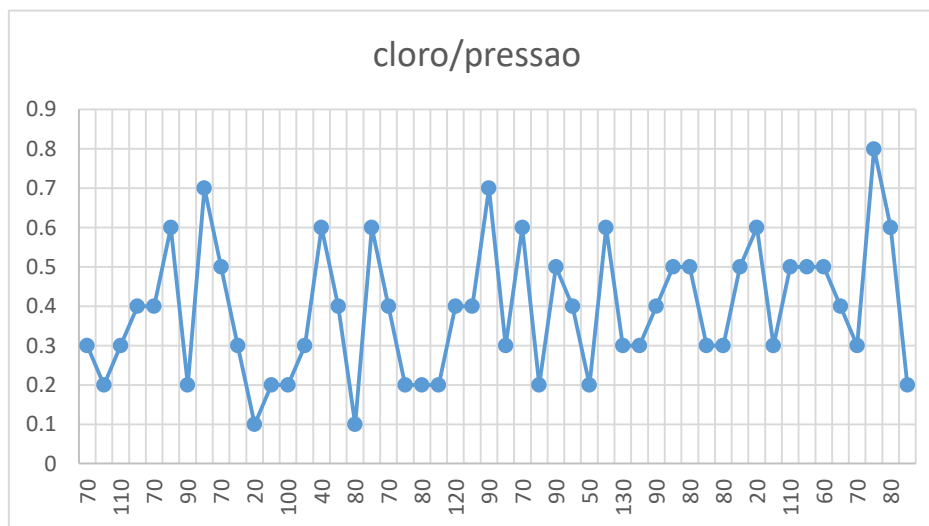


Gráfico 6: Gráfico de variação de cloro em função da pressão, 6 bairro.

Os gráficos mostram o quanto a pressão interfere na qualidade do cloro residual, segundo a variação do cloro e a da pressão os gráficos mostram que há uma disparidade, isto é, alguns pontos o cloro é baixo e a pressão também é baixa, e há pontos que o cloro é alto e a pressão é baixa.

5.0. CONCLUSÃO

Depois das análises e comparações feitas com os dados obtidos conclui-se que

- Com os resultados do cloro obtidos de forma experimental e das análises estatísticas verificou-se que os pontos amostrados atendem a Ministério da Saúde de Moçambique, que estabelece em seu diploma ministerial nº 180/2004 dentro dos parâmetros de concentração de cloro livre, mas com algum déficit porque em todos os pontos o cloro residual está nos valores mínimos, isso não estabelece uma boa segurança.
- Com os resultados da pressão obtidos de forma experimental e das análises estatísticas verificou-se que os pontos amostrados atendem a NBR 12218/1994 os seus valores não ultrapassam os limites e com uma pequena variação de valores mínimos em alguns pontos.
- É importante ressaltar, que as coletas e as análises foram realizadas nas extremidades da rede, ou seja, sem interferência dos reservatórios.
- Com os dados coletados neste trabalho, pode-se perceber relação entre a pressão da água com o sistema produtor, ou seja, nos pontos abastecidos pela ETA foram medidas pressões semelhantes, mas com teores de cloro livre variados, portanto não sendo possível relacionar este parâmetro com o teor de cloro livre.
- Ainda é relevante perceber que diferentes pontos de abastecimento, apesar de operadas pela mesma área e com processos de tratamento unânime, possuem diferenças significativas na concentração de cloro livre nos bairros abastecidas.

6.0. RECOMENDAÇÕES

Para melhorar o desempenho do abastecimento de água com uma boa qualidade em termos do cloro residual e a pressão de acordo com os dados obtidos no campo e no laboratório, recomenda-se ao FIPAG do Chókwè:

- Para que a pressão cumpra com os valores padronizados, deve-se manter o abastecimento contínuo, manter a rede de distribuição em boas condições e fazer-se uma monitoria regular de pressão.
- Recomenda-se para que coloque-se pontos de correção de cloro ao longo da conduta principal para que os valores do cloro residual estejam em valores máximos recomendados.
- Recomenda-se que as ligações domiciliares devem ser feitas a partir do tubo secundário da rede, não de um ramal para o outro, para que a pressão seja boa.
- Como sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema, sugere-se elaborar a pesquisa de campo em rede de abastecimento de água com caminhamentos, fluxo, acessórios, parâmetros operacionais e dosagens conhecidas para possibilitar uma análise conclusiva sobre o decaimento do teor de cloro livre e capacidades dos reservatórios para uma melhor análise da pressão.

7.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218. (1994). *Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público*. Rio de Janeiro.
2. BELEZA, J. M. B. B. (2005). *Simulação das concentrações de cloro residual e trihalometanos em redes de distribuição de água para consumo humano*. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
3. BEZERRA, S. T. M. (2009). *Sistema fuzzy para o controle piezométrico de sistemas de distribuição de água visando à economia de água e energia*. 163 f, UFPB, João Pessoa, PB.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Secção 1, p. 39.
5. CARMO, Félix Júnior Justino do. (2009). *Vazamentos na rede de distribuição de água: impactos no faturamento e no consumo de energia elétrica do 3º setor de abastecimento de água da região metropolitana de Belém*. p. 33-52. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém.
6. Coelho, S., Loureiro, D., Alegre, H. (2006). *Modelação e análise de sistemas de abastecimento de água*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
7. DUARTE, A. A. L.; PINTO, J. A. D. S. (2008). *Aplicação de modelos matemáticos no controlo da formação de trihalometanos em águas de abastecimento*. XIII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.
8. FREITAS M; BRILHANTE, O; ALMEIDA, L. (2001). *Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro.
9. GOMES, Heber Pimentel. (2004). *Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias*. 2. ed. João Pessoa: UFPB, 242 p.

10. HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (2010). *Abastecimento de água para consumo humano*. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, v. 1 e 2.
11. Highmed., consultado no dia 22 de Novembro de 2020, disponível em <https://www.highmed.com.br/laboratorio/medidores-de-cloro>.
12. INMETRO. (2006). *Orientações para a realização de calibração de medidores analógicos de pressão*. Documento de carácter informativo. INMETRO, Rio de Janeiro, 13p.
13. LIBÂNIO, Marcelo. (2010). *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3. ed. Campinas: Átomo, 494 p.
14. Loureiro, D., Coelho S.T. (2004). *Manual do Utilizador EPANET 2.0 – Simulação Hidráulica e de Parâmetros de Qualidade em Sistemas de Transporte e Distribuição de Água* (Tradução e Adaptação para língua Portuguesa). IRAR, LNEC, Lisboa. ISBN 972-99354-0-8.
15. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. (2014). *Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades*. – 1. ed. – Brasília: Funasa.
16. MOÇAMBIQUE. Ministério da Saúde. Diploma Ministerial N° 180/2004, de 15 de Setembro. *Regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano*. Boletim da republica, 15 de Setembro de 2004.
17. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Fascículo água: a desinfecção da água*. Brasília: Opas, 1999.
18. PÁDUA, Valter Lúcio. FERREIRA, Andrea Cristina da Silva. (2010). *Qualidade da água para consumo humano*. In: HELLER, Léo (Org.); PÁDUA, Valter Lúcio (Org.). *Abastecimento de água para consumo humano*. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG. p. 151-217.
19. PALO, P. (2010). *Avaliação da eficácia de modelos de simulação hidráulica na obtenção de informação para diagnóstico de perdas de água*. (Tese de mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil. 168p.
20. PARRON, L.M; MUNIZ, D.H.F; PEREIRA, C.M. (2011). *Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água*. 1º edição. Brasil: Embrapa florestas Colombo PR.

21. qtransform., consultado no dia 21 de Dezembro de 2021, disponível em <https://www.qtransform.com>.
22. RAZZOLINI, M.T.P.; GUNTHER, W.M.R. (2008). *Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água*. Revista Sociedade e Saúde. São Paulo. v.17, n.1, p. 21-32.
23. RICHTER, Carlos A. (2009). *Água: métodos e tecnologia de tratamento*. São Paulo: Blucher.
24. SANEAMENTO DE GOIAS S/A (Goiás). (2006). Superintendência de Recursos Humanos (Org.). *Operação de Estação de Tratamento de Água*. Goiânia: Saneamento de Goiás S/A.
25. SIMEONOV, V.; STRATIS, J.A.; SAMARA, C.; ZACHARIADIS, G.; VOUTSA, D.; ANTHEMIDIS, A.; SOFONIOU, M.; KOUIMTZIS, T. (2003). *Assessment of the surface water quality in northern Greece*. Water Research, Amsterdam, v.37, n.17, p.4.119-24.
26. TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. (2002). *Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano*. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-6.
27. TSUTIYA, M.T. (2006). *Abastecimento de Água*. 3ª Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643 p.
28. VON SPERLING, M. (2007). *Estudos e Modelagem da qualidade da água de rios*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ Universidade Federal de Minas Gerais, 23-p.

8.0. ANEXOS

Anexos 1



Figura 1: Medição da pressão.

Anexos 2

Tabela 1: Representatividade dos dados da medição da pressão na unidade em Kpa.

Análise	Bairro	Ponto	Média	Mediana	Desvio Padrão	Valor Máximo	Valor Mínimo	Número de amostras
Pressão	1º Bairro	P1	71	85	26.24881	100	20	10
		P2	104	105	24.57641	140	60	10
		P3	86	90	10.19804	100	70	10
		P4	79	90	32.38827	130	20	10
		P5	85	80	15	120	70	10
	6º Bairro	P1	83	85	14.86607	110	60	10
		P2	67	70	24.91987	100	20	10
		P3	91	90	15.13275	120	70	10
		P4	84	85	22	130	50	10
		P5	75	80	22.91288	10	20	10

Tabela 2: Dados da medição da pressão na unidade em Kpa.

Pontos Data	Pressão									
	16/06	23/06	30/06	6/07	12/07	19/07	26/07	04/08	10/08	18/08
Bairro 1										
1	40	20	90	90	90	70	80	90	100	40
2	120	110	140	100	100	110	80	80	140	60
3	90	70	100	80	80	90	100	70	90	90
4	100	20	130	90	90	90	80	90	20	80
5	90	90	120	80	80	100	80	70	70	70
Bairro 6										
1	70	100	110	60	70	90	90	80	70	90
2	20	100	100	70	40	70	80	40	70	80
3	80	100	120	110	90	90	70	70	90	90
4	50	100	130	50	90	80	80	90	80	90
5	20	100	110	80	60	80	70	80	80	70
Unidade	Kpa									

Anexos 3

Tabela 3: Representatividade dos resultados das análises do cloro residual em mg/l.

Análise	Bairro	Ponto	Méda	Mediana	Desvio Padrão	Valor Máximo	Valor Mínimo	Número de amostras
Cloro residual	1º Beiro	P1	0.5	0.5	0.134164	0.7	0.2	10
		P2	0.36	0.35	0.142829	0.6	0.2	10
		P3	0.44	0.45	0.200998	0.7	0.1	10
		P4	0.36	0.35	0.162481	0.6	0.1	10
		P5	0.45	0.5	0.196214	0.7	0.2	10
	6º Bairro	P1	0.39	0.35	0.157797	0.7	0.2	10
		P2	0.31	0.25	0.175784	0.6	0.1	10
		P3	0.39	0.4	0.164012	0.7	0.2	10
		P4	0.39	0.35	0.122066	0.6	0.2	10
		P5	0.47	0.5	0.167631	0.8	0.2	10

Pontos Data	Cloro									
	16/06	23/06	30/06	6/07	12/07	19/07	26/07	04/08	10/08	18/08
Bairro 1										
1	0.5	0.5	0.2	0.7	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7	0.5
2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.6	0.6
3	0.7	0.6	0.2	0.6	0.3	0.3	0.4	0.1	0.5	0.7
4	0.2	0.4	0.1	0.4	0.6	0.3	0.6	0.2	0.3	0.5
5	0.7	0.2	0.5	0.6	0.7	0.5	0.2	0.2	0.6	0.3
Bairro 6										
1	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.2	0.7	0.5	0.3
2	0.10	0.2	0.2	0.3	0.6	0.4	0.1	0.6	0.4	0.2
3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.7	0.3	0.6	0.2	0.5	0.4
4	0.2	0.6	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5
5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.8	0.6	0.2
Unidade	mg/l									

Tabela : Resultados das análises do cloro residual em mg/l.