



ISSN: 2310-0036

Vol. 15 | Nº. 1 | Ano 2024

Gilberto Mucambe

Universidade Católica de
Moçambique

gmucambe@ucm.ac.mz

Marcos Ballat

Universidade Católica de
Moçambique

Jone Sumbulero

Universidade Zambeze

Edson Raso

Universidade Pungue



Rua: Comandante Gaivão nº 688

C.P.: 821

Website: <http://www.ucm.ac.mz/cms/>

Revista: <http://www.reid.ucm.ac.mz>

Email: reid@ucm.ac.mz

Tel.: (+258) 23 324 809

Fax: (+258) 23 324 858

Beira, Moçambique

Dimensionamento de uma estação de tratamento de águas residuais do Bairro Soalpo, Chimoio

Design of a wastewater treatment plant in Bairro Soalpo, Chimoio

RESUMO

O dimensionamento da estação de tratamento de águas residuais da zona Soalpo B, surge para solucionar o problema de deposição das águas residuais directamente no canal que as leva a céu aberto ao rio Thoa, sem prévio tratamento, podendo influenciar a vida aquática do rio Thoa, e gerar cheiros nauseabundos no local onde as águas residuais são transportadas a céu aberto. Este trabalho tem como objectivo dimensionar uma estação de tratamento de águas residuais geradas no bairro Soalpo B. Com a calculadora *raster* do *software* ArcGis que se identificou o local com as melhores condições para a instalação da ETAR, de seguida foi estimada a população do bairro Soalpo B com base nos dados fornecidos pela INE (2017), determinou-se o caudal que esta população geraria nos próximos 10 Anos, determinaram-se as características físicas e químicas das águas residuais do bairro Soalpo B. Com base no caudal, as características das águas residuais, a temperatura média do mês mais frio na cidade de Chimoio, dimensionou-se o sistema de lagoas para o tratamento das águas geradas no bairro Soalpo B, achou-se a área para instalação da estação e fez-se o projecto de uma estação de tratamento para a Zona em estudo. A eficiência da ETAR maior de 94,0%.

Palavras-chave: ETAR; Dimensionamento de ETA; Relação DBO/DQO; Tratamento de águas

Abstract

The design of the wastewater treatment plant in the Soalpo B zone arises to solve the problem of deposition of waste water directly in the canal that takes them into the open to the Thoa River, without prior treatment, and may influence the aquatic life of the Thoa River, and generating nauseating smells in the place where the waste water is transported in the open. This work aims to size a wastewater treatment plant generated in the Neighborhood Soalpo B. With the *arcgis* software *raster* calculator that identified the site with the best conditions for the installation of the ETAR, then the population of the neighborhood Soalpo B was estimated based on the data provided by INE (2017), it was determined the flow that this population would generate in the next 10 Years, determined the physical and chemical characteristics of the waste water of the neighborhood Soalpo B. Based on the flow rate, the characteristics of the wastewater, the average temperature of the month but cold in the city of Chimoio, the system of ponds for the treatment of the waters generated in the neighborhood Soalpo B was sized, the area for installation of the station was found and the project of a treatment plant for the zone under study was made. THE efficiency of THE greater than 94.0%.

Keywords: WWTP; ETA dimensioning; BOD/DQO ratio; water treatment

Introdução

Segundo a OMS, (2020), saneamento é o controle de todos os factores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Por outras palavras, saneamento caracteriza o conjunto de acções socioeconómicas que tem por objectivo alcançar conjunto de requisitos adequados à saúde pública ambiental.

Os sistemas de saneamento básico e ambiental são essenciais na manutenção e melhoria da qualidade de vida da população. Historicamente, a necessidade humana da água, parte-se da análise do Império Romano em que cada cidadão tinha acesso a cerca de 60 litros de água por dia para as diversas actividades. Assim, o recurso água deve ser fornecido à população em quantidade e qualidade necessárias para manutenção da saúde e desenvolvimento das comunidades nas proximidades. (Cordeiro, 2016)

Segundo Souza & Santos (2016) o sistema de colectas de águas residuais inicia na interface dos equipamentos sanitários, passando por conjunto de tubagens e elementos acessórios para recolha de águas residuais do interior dos edifícios até a rede pública de esgotos (ou fossa séptica). Logo em seguida estas águas passam de elementos acessórios, como caixas de visita, destinado a transportar as águas residuais para a estação de tratamento de águas residuais (ETAR) que tem como função tratar a água residual de forma a produzir um efluente compatível com a respectiva reutilização ou com a capacidade de assimilação do meio receptor (descargas em rios ou no mar).

A inexistência de uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) neste local propicia a deposição de águas no rio com elevadas cargas poluentes, o que contribui negativamente para a qualidade ambiental no local do despejo e no rio Thoa, além de elevadas quantidades de nutrientes serem depositados no rio, o que pode quebrar o equilíbrio no meio.

Segundo Habitação (2011) o Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais em Moçambique é um conjunto de disposições técnicas de distribuição pública de água, e de drenagem pública de águas residuais. O Regulamento inclui também disposições com referência ao estabelecimento e exploração de sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, e à segurança, higiene e saúde no trabalho durante a exploração.

Paralelamente, o Regulamento dos Sistemas Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais é um conjunto de condições técnicas relativo aos sistemas prediais de distribuição de água e aos sistemas prediais de drenagem de águas residuais. O Regulamento inclui também disposições com referência ao estabelecimento e exploração de sistemas de distribuição predial de água e de drenagem predial de águas residuais.

Com a pesquisa pretende-se dimensionar um sistema de tratamento de águas residuais do bairro da Soalpo B.

O actual sistema de colecta de águas residuais afluentes das residências do Bairro da Soalpo B remonta os anos 50 do Séc. XX, considerando-se o mais antigo da cidade de Chimoio operando deficientemente na medida que não dispõe de estação de tratamento como nos dias modernos se espera que a rede de afluentes de águas residuais além de dos acessórios domésticos, canalização e deve dispor de tal estação de tratamento. A ausência de estação de tratamento de águas residuais significa de essas águas são drenadas directamente no meio aquático com maiores cargas de poluentes orgânicos e inorgânicos que contaminar os seres

vivos habitantes nas águas do rio e indirectamente á população humana por utilizar á água para higiene pessoal e consumo de pescado oriundo deste rio. O Conselho Autárquico de Chimoio, já tem feito estudo sobre a qualidade de resíduos gerados em toda cidade de modo a se criar uma estação de tratamento de águas residuais para a cidade e o local identificado não contempla o tratamento das águas no bairro em estudo (Plano de desenvolvimento e estudo de viabilidade para o saneamento urbano, drenagem e gestão de resíduos sólidos em Chimoio e Inhambane). Entretanto, actuais políticas de preservação de meio ambiente e de gestão de água preconiza que uma cidade moderna deve dispor de sistema de tratamento de águas residuais para melhorar a qualidade de vida dos habitantes. (Resolução 42/2016). A figura 1 mostra o local onde as canalizações das águas residuais são jogadas ao meio ambiente. Face a problemática exposta se propõe conduzir uma pesquisa partindo da seguinte questão, que dimensões devem portar as infra-estruturas por forma garantir que as águas do rio Thoa não sejam contaminadas pelos afluentes das águas residuais oriundas das residências do Bairro Soalpo B?

O presente estudo teve como objectivo dimensionar uma estação de tratamento de águas residuais geradas nas residências do Bairro Soalpo B.

Metodologia

Demanda Bioquímica do oxigénio (DQO)

Não foi possível realizar o ensaio de DBO para este trabalho, neste caso recorreu-se a estudos que fazem uma relação entre a DQO e a DBO. Entretanto, Orssatto, Hermes, & Boas, (2009) apresentaram uma relação entre a DQO e a DBO com um nível de confiança de 98,7% de confiabilidade, propondo relações em dois intervalos se o efluente for Bruto (com cargas elevadas) como mostra na Fig. 1; e se quando o efluente for tratado (cargas relativamente baixas) fig. 2.

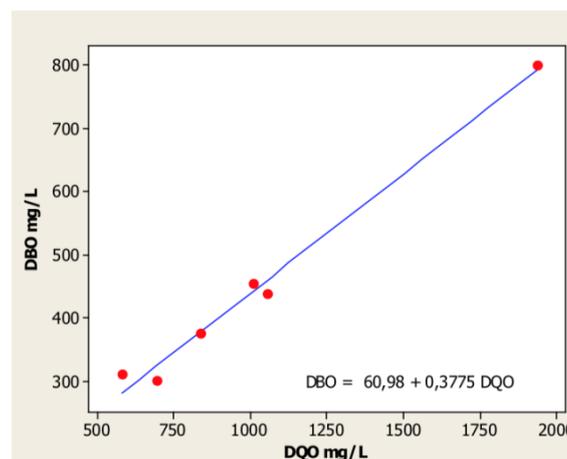


Figura 1: Relação entre DBO e DQO (Bruto)

Fonte: Orssatto, Hermes, & Boas, (2009)

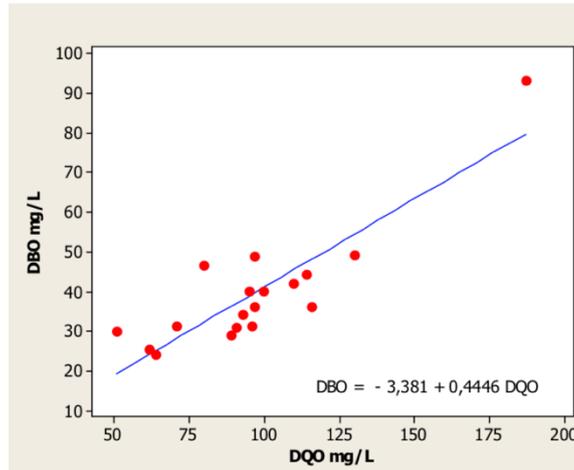


Figura 2: Relação entre DQO e DBO (Tratado)

Fonte: Orssatto, Hermes, & Boas, (2009)

Entretanto o DBO usado para o dimensionamento foi baseado nesta relação:

Crítérios de dimensionamento da ETAR

O modelo da ETAR escolhido é de uma lagoa anaeróbia seguida de uma facultativa. Esta escolha foi devida às vantagens que este tipo de lagoas apresenta, custos baixos para a construção, manutenção e não necessitando de energia para o funcionamento da ETAR, ou seja, ela funciona por gravidade. Apesar da desvantagem de requerer maiores áreas, a existência de espaço suficiente para instalar uma ETAR com estas características na cidade tem sido um desafio visto que as cidades estão crescendo de forma exponencial. O Critério de dimensionamento foi adoptado Sperling (1995).

Resultados e Discussão

Determinação das áreas aptas para instalação da ETAR

Tendo as localizações aptas para a localização da ETAR, fez-se uma sobreposição desta região com o mapa de satélite georreferenciado de modo a identificar o local exacto onde a ETAR pode ser instalada. A fig. 3 mostra a zona apta sobre o mapa de satélite.

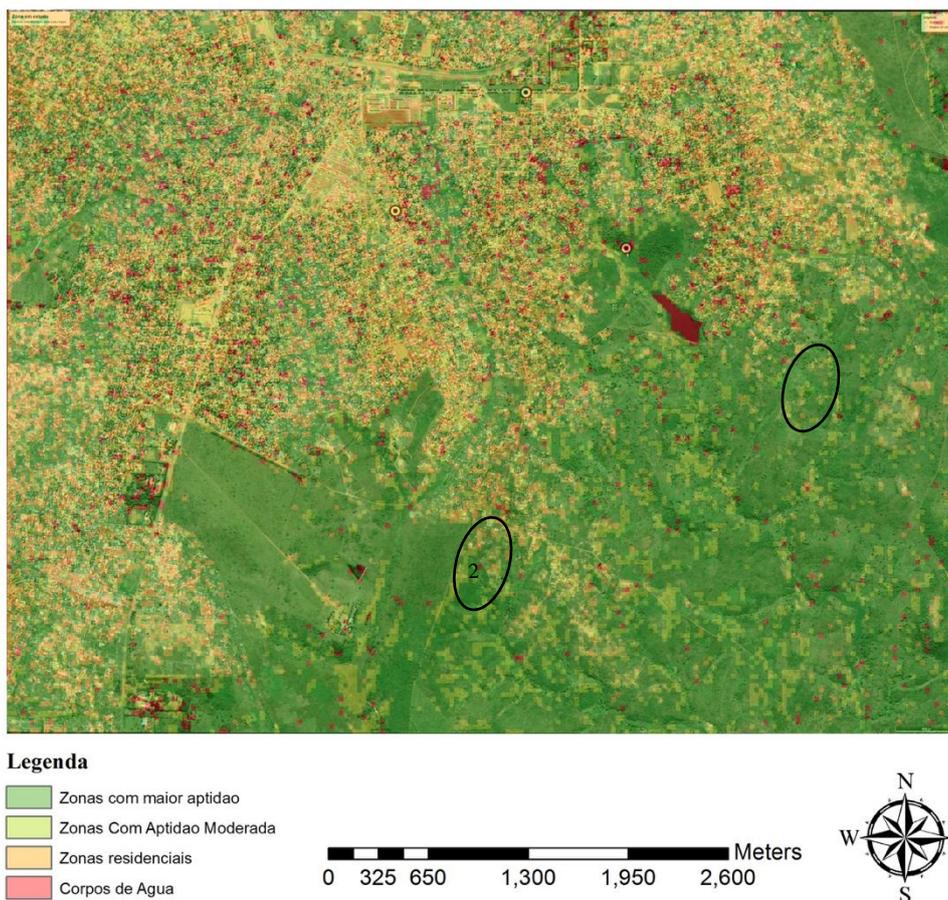


Figura 3: Localização das zonas aptas para instalação da ETAR

A região escolhida é a região 2 por apresentar além das melhores pela verificação com o álgebra de mapas, exigiria menor movimento de terra de acordo com o mapa da declividade e, também, por ser uma região com melhores condições de ampliação da estação no futuro.

Características dos efluentes gerados na zona Soalpo B

Fez-se análise da qualidade dos efluentes gerados no bairro Soalpo B e apresentaram as características conforme o quadro a seguir:

Tabela 1 Qualidade dos efluentes gerados na zona B da Soalpo.

Parâmetro	Valores Determinado do efluente bruto da zona Soalpo B	Valores médios dos efluentes domésticos (CONAMA Nº 357)	Valor máximo do efluente para a emissão ao meio ambiente estipulado pela norma (Moçambicana)
Nitratos	3,83mg/l	4 mg/l - 1mg/l	---
DQO	2562,31mg/l	450mg/l - 810mg/l	150mg/l
SST	2035 mg/l	60mg/l - 540mg/l	60mg/l
pH 25°	7,18	6 - 10	6-9,9
DBO	1028	300mg/l - 540mg/l	---

Fonte: Autor 2020

Com estes dados foi possível observar que o pH e os nitratos estão dentro dos intervalos estipulados pelas normas, não havendo necessidade de corrigi-las. A DQO e SST do efluente bruto estão fora dos valores médios dos efluentes domésticos segundo CONAMA 430 (2011) e,

para efluentes domésticos, estes são classificados segundo Mendonça & Mendonça, (2017) como efluentes industriais com concentrações até SST 5897mg/l, DQO 5650mg/l e DBO entre 810 mg/l a 5600 mg/l.

Caudal gerado na zona Soalpo B

O caudal gerado na região, é equivalente a 7702 hab, onde de acordo com a equação 3, com o consumo per capita de 120l/hab. dia estipulado pelo regulamento de abastecimento de água em Moçambique em áreas com mais de 2000 hab. com abastecimento domiciliário e o coeficiente de retorno de 0,8 e de $Q_{med}=7,5$ l/s, ou 648m³/dia.

Dimensionamento da ETAR

Gradeamento

Tabela 2 Valores dos Parâmetros do Gradeamento da Entrada da Estação de Tratamento de Águas Residuais

Velocidade do gradeamento	1,2m/s
80% velocidade do gradeamento	0,96m/s
Área Útil	0,009m ²
Inclinação	45°
Dimensão da grade	20x40mm ²
Secção da grade	10X40mm ²

Fonte: Autor

O gradeamento encontra-se dentro dos limites adoptados pela ABNT NBR 12209 (2011) funcionando a 80% da capacidade e com uma inclinação de 43° que é suficiente para filtrar materiais que eventualmente podem estar contidos na ETAR.

Desareador

Tabela 3 Características do Desareador da Estação de Tratamento de Águas Residuais

Velocidade media de escoamento no desareador	0,3m/s
Área superficial da caixa A	0,58m ²
Largura da Caixa (b)	0,19m
Comprimento da caixa (L)	3,06m
Profundidade	0,47m
Quantidade de resíduos retidos em 14 Dias	0,272m ³

Fonte: Autor 2020

Este desareador apresenta características e capaz de reter cerca de 0,272 m³de material que seria depositado no desareador, esta quantidade é determinada tendo em conta que a cada 1000m³ de águas residuais podem conter cerca de 30 l de areias, com estas características, só haveria necessidade de limpeza do desareador num período de 14 dias. E adaptados 2 desareadores a cada lagoa anaeróbia.

Lagoa anaeróbia

Tabela 4 Características da Lagoa anaeróbia da Estação de Tratamento de Águas Residuais

CDBO	666KgDBO/dia
DBO	1028mg/l

Temperatura media do mês mais frio	17,4°C
Taxa de aplicação Volumétrica (Lv)	0,248KgDBO/m3/dia
Volume da lagoa	2684m3
Largura	21
Comprimento	32
Profundidade	4
Caudal médio	648m3/dia
Tempo de retenção	1,5 dias
Eficiência	54,80%

Fonte: Autor 2020

A lagoa anaeróbia cumpre com o estimado por *Sperling* (2002) de tratar entre 50% a 70%, esta trata o efluente com a eficiência de 54,8%, a eficiência é baixa, pois a taxa de aplicação volumétrica é menor, esta depende da temperatura media do mês mas frio da província 17,4^o mesmo assim a lagoa anaeróbia consegue tratar com eficiência aceitável o efluente com a carga de DBO=1028mg/l, e a remoção de sólidos baixa a uma concentração de SST ao fim de tratamento na lagoa anaeróbia e de 1115,18mg/l o que se mostra bastante eficiente tendo em conta o tempo de retenção de 1,5 dias.

Lagoa facultativa

Tabela 5 Características da lagoa Facultativa da Estação de Tratamento de Águas Residuais

CDBO	253KgDBO/dia
DBO	464,656mg/l
Temperatura media do mês mais frio	17,4°C
Taxa de aplicação superficial (Ls)	206KgDBO/m3/dia
Área da lagoa	2,3Ha
Largura (blagf)	124m
Comprimento (L Lagf)	186m
Profundidade (Hlagf)	1,5m
Caudal médio	648m ³ /dia
Tempo de retenção	57,4dias
Eficiência	88%
Área para implantação da ETAR	6,4 Hectares

Fonte: Autor (2020)

A lagoa facultativa tem uma área de 2,3 Ha, pela elevada concentração da DBO e SST, comparada com os normalizados efluentes domésticos. Mesmo assim cumpre com o tratamento com a eficiência de 88% do tratamento.

Eficiência da Estação

Tabela 6 Eficiência da estação

Parâmetro	Valores Determinado do efluente bruto da zona SOALPO B	Valores médios do efluente após o tratamento	Eficiência do tratamento (%)	Valor máximo do efluente para a emissão ao meio ambiente estipulado pelo; Decreto 18/2004	Parâmetros físicos da água para o consumo Humano; Decreto 180/2004
Nitratos	3,83 mg/l	---	---	---	---
DQO	2562,31 mg/L	134,85 mg/L	94,74	150 mg/L	---
SST	2035 mg/L	110,39 mg/L	94,58	60 mg/L	1000 mg/L
pH 25°	7,18	---	---	6 – 9,9	---
DBO	1028	55,76 mg/L	94,58	---	---

Fonte: Adaptado de Decreto 18/2004 e 180/2004 (2020)

A estação de tratamento de água proposta, pode tratar as águas residuais da zona Soalpo B que apresentam cargas poluentes acima dos máximos previstos para regiões residenciais, segundo Mendonça & Mendonça (2017), para resíduos domésticos a concentração de DBO e DQO, estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 7 Valores limites de concentração de BDO, DQO e SST

	Unidade	Máximo	Médio	Diluído
DBO	mg/l	350	190	110
DQO	mg/l	800	430	250
SST	mg/l	1230	720	390

Fonte: Adaptado de (Mendonça & Mendonça, 2017) (2020)

Os efluentes deste bairro são classificados segundo Mendonça & Mendonça (2017) com a carga poluente determinada enquadram-se nos efluentes industriais. A ETAR projectada tem capacidade de tratar a águas residuais da zona B da Soalpo, e tem uma eficiência de tratamento acima de 94%, tabela 13. A ETAR não trata o efluente de modo a satisfazer os requisitos constantes no Decreto 18/2004 de 2 de Junho, para SST (< 60 mg/L), mas conseguindo cumprir com a carga de todos outros parâmetros. Visto que a quantidade SST do efluente tratado é maior que o máximo admissível segundo o decreto 18/2004, comparou-se este resultado com a ETAR de Infulene em Maputo, que segundo Monteiro, et al., (2017) a ETAR de Infulene deposita ao rio cargas DBO de 180mg/l e SST de 95mg/l, não cumprindo com o decreto 18/2004. Diante disto relacionou-se com as normas portuguesa e Brasileira, onde os limites impostos pelas normas são as seguintes. (Jr., 2013)

A eficiência de remoção de SST, é de 94,58%, esta seria aceite pela Resolução CONAMA nº 20, padrões de lançamento de efluentes ao meio receptor e seria de classe 2 nesta classificação, com o limite de concentração de sólidos 500mg/l.

Perante isto, analisou-se o Decreto 180/2004, (regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano) em Moçambique, e notou-se que a quantidade limite de sólidos totais na água para o consumo é de 1000mg/l, e o Decreto 18/2004 (padrões de qualidade de emissão

de águas residuais domésticas ao meio receptor), exige o mínimo de concentração de sólidos suspensos totais 60mg/l. diante destes dois decretos nota-se que sob ponto de vista de sólidos, a água residual tem melhor qualidade que a água para o consumo.

Área para implantação da ETAR

A área da implantação da ETAR foi determinada com base na equação 24, e de 6,4 ha, esta área comportar o sistema de lagoas, o laboratório assim como uma área verde em torno da ETAR. O mapa a seguir mostra a implantação da ETAR a escala.



Figura 4: ETAR Dimensionada

Fonte: Autor (2020)

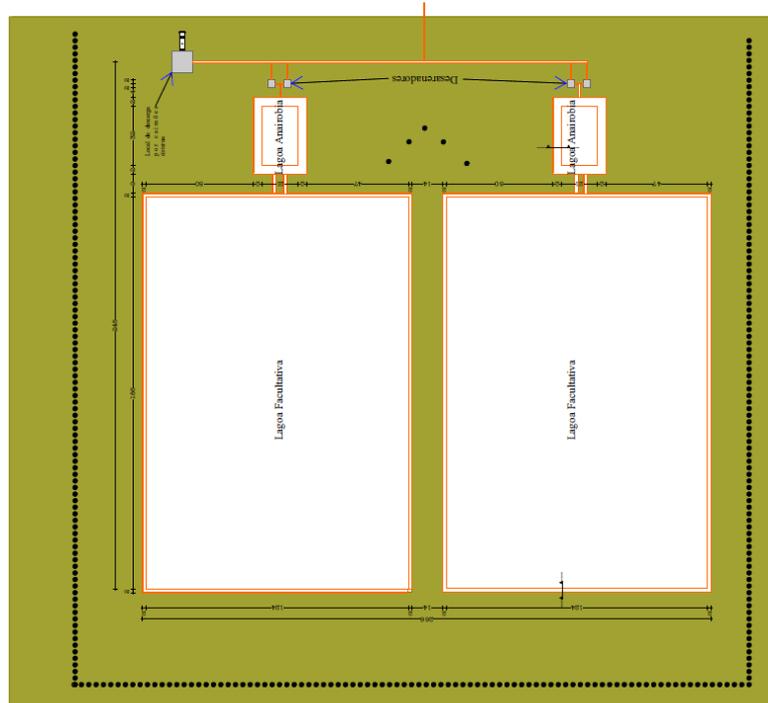


Figura 5: Planta da ETAR

Fonte: Autor (2020)

Conclusão

Durante o estudo sobre dimensionamento de uma estação de tratamento de águas residuais no bairro Soalpo B, chega-se a criação de uma estação de tratamento de água constituída por sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa, com a temperatura média do mês, mais frio de $17,4^{\circ}$ consegue tratar um caudal de $648\text{m}^3/\text{dia}$ com uma eficiência maior que 94%, numa área de 6,4 Hectares com Possibilidade de ampliação no futuro.

Com a estação de tratamento proposta, reduziria a quantidade de poluentes ao rio Thoa, mas de 94% do que actualmente esta acontece na região, beneficiando a comunidade local e mantendo o equilíbrio da biodiversidade no local onde as águas residuais tratadas serão depositadas.

A eficiência da estação é satisfatória, a água tratada nesta ETAR, consegue cumprir com quase todos parâmetros impostos pelo decreto 18/2004, limitando-se aos SST, que estão acima do valor máximo estipulado pela esta norma que e de 60 mg/L . Mesmo assim, valida-se a ETAR, e foi comparada com as estações de tratamento de águas residuais de Infulene em Maputo e da cidade da Beira também não cumprem com a remoção de sólidos imposta pela norma. Não só, mas também o decreto 18/2004, quando analisado em simultâneo com o Decreto 180/2004, chega-se a conclusão que para o parâmetro sólidos para águas residuais, e menor que para água potável, neste aspecto as águas residuais devem apresentar melhores características (sólidos) que as águas para o consumo.

Referências bibliográficas

- 12209, A. N. (2011). *Elaboração de Projectos Hidráulicos-sanitários de estação de tratamento de esgotos Sanitários*. Brasil: 2 Edição.
- República de Moçambique (1991) Lei n: 17/91, (1991). *Lei de águas*. Maputo: I SÉRIE - Número 31.
- República de Moçambique (2004) Decreto 18/2004, 2 de Junho 2004. *Regulamento sobre padrões de qualidade ambiental e de emissão de afluentes*. Maputo: 1 Série.
- República de Moçambique (2004) Decreto 180/2004, 15 de Setembro (2004). *Regulamento Sobre a Qualidade de água para o Consumo Humano*. Maputo: 1 serie n 37.
- República de Moçambique (2007) Resolução 4/2007, Agosto (2007). *Política de águas*. Maputo.
- República de Moçambique (2016) Resolução 42/2016, 30 de Dezembro (2016). *Política de águas*. Maputo.
- Resolução 430, (2011). *CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA*. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.
- Barreto, J. M. (2006). *Estudo de ETAR*. Villa Rei.
- Cordeiro, J. S. (2016). *Sistemas de saneamento*. Brasil: Cresce Brasil.
- Costa, D. M., & Júnior, A. C. (2007). *AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DO REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS*. Data, C. (Junho de 2020). *Clima data*. Obtido de Variação anual da temperatura.
- Estatística, I. N. (2017). *Recenseamento Geral da População*. Maputo Moçambique.
- Filho, E. A., & Chui, Q. S. (2006). Qualidade de Medições E neutralização de efluentes Alcalinos Com dióxido de carbono. *Sibesa*, 169-174.
- HABITAÇÃO, M. D. (2011). *Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano 2011-2025. 42ª Sessão do Conselho de Ministros, 22 de Novembro de 2011*. Maputo.
- Jane, A. F. (2017). *Tratamento de Águas Residuais e Gestão de Lamas Fecais em Moçambique: Ponto de Situação, Desafios e Perspectivas*. Lisboa: Técnico Lisboa.
- Jr., G. L. (2013). *Tratamento biológico de efluentes* (2 Edição ed.). Rio de Janeiro: Editora Intercidência.
- Mendonça, S. R., & Mendonça, L. C. (2017). *Sistemas Sustentáveis De Esgoto* (2 Edição ed.). São Paulo: Edgard Blucher Ltda.
- Monteiro, A., Nunes, A., Ferreira, F., Matos, J. S., Óscar, P., Laisse, C. N., et al. (2017). Avaliação do projecto de economia circular de saneamento para a área metropolitana de Maputo (Moçambique). *CLME2017/VCEM* (pp. 923-932). Maputo: INEGI/FEUP.
- Moreira, Y. C. (2018). *Composição e dinâmica de Microorganismos em sistemas biológicos de tratamento de efluentes do tipo lodo activado submetido á redução gradual da idade do lodo*. Brasil: Flora.
- Moura, I. N. (2012). *Opções de tratamento de águas residuais por sistemas clássicos de lamas activadas numa perspectiva de minimização de recursos aplicados*. Lisboa: UN Lisboa.
- Neto, A. P. (2007). *Opções de tratamento de águas residuais por sistemas clássicos de lamas activadas numa perspectiva de minimização de recursos aplicados*. São Paulo: São Carlo, SP.
- OMS. (20 de Fevereiro de 2020). *Um guia para o desenvolvimento de saneamento no local*. Obtido de World Health Organization: <https://www.who.int>
- Orssatto, F., Hermes, A., & Boas, M. V. (2009). Correlação entre DQO e DBO em monitoramento de estação de tratamento de esgoto através de técnicas estatísticas de controle de processos. *Pinhal*, 155-167.
- Silva, C., Matos, J. S., & Rosa, M. J. (2016). Estratégias para o desenvolvimento da terceira geração do sistema de avaliação de desempenho de uma ETAR. *Apesb*.
- Souza, M. M., & Santos, A. S. (2016). Água potável, água residuária e saneamento no Brasil e na Holanda no âmbito do Programa de Visitação Holandês – DVP: Dutch Visitors Programme. *DOI*, 387-395.
- Sperling, M. V. (1995). *Princípios de tratamento de águas Residuais*. Brazil: Belo Horizonte.
- Sperling, M. V. (2002). *Tratamento biológico de águas residuais*. Brazil: Belo Horizonte.
- Sperling, M. V. (2005). *Princípio de Tratamento Biológico De águas Residuais*. Brazil: Belo Horizonte.

Sperling, M. V. (2005b). *Dificuldades no cumprimento integral dos padrões de oxigênio dissolvido em cursos d'água. Necessidade de uma abordagem alternativa*. Brazil: Salvador.

