

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANO DE
GESTÃO AMBIENTAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS DE INFULENE, MAPUTO - MOÇAMBIQUE**

MIRIAM LUIZA VIEIRA LORENTZ

Montes Claros - MG
2018

Miriam Luiza Vieira Lorentz

LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANO DE GESTÃO
AMBIENTAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE
INFULENE, MAPUTO - MOÇAMBIQUE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Ferreira da Silva

Montes Claros


2018

Miriam Luiza Vieira Lorentz, LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANO BÁSICO DE GESTÃO AMBIENTAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INFULENE, MAPUTO - MOÇAMBIQUE

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. DSc. Edson de Oliveira Vieira - ICA/UFMG

Jailson Ramos Magalhães – Doutorando, ICA/UFMG



Prof. Dra. Júlia Ferreira – Orientadora, ICA/UFMG

Montes Claros, 10 de Dezembro de 2018

Dedico este trabalho a todos aqueles que anseiam
por justiça, integridade, paz e, sobretudo, Amor.

AGRADECIMENTOS

Graças aO Deus por me conceder o fôlego da vida, me proteger, guardar e livrar de todos os males desde o ventre de minha mãe biológica (*in memoriam*), dando-a coragem para (re)conhecer suas limitações. A Ele toda adoração! Ao Mestre Jesus, o Cristo, por ser o caminho de uma vida reta, íntegra e verdadeira em uma sociedade injusta e corrupta, a Ele minha honra e louvor. À Pastora Esmeralda Campelo, ao lindo casal Elda & Levi e à 8ª Igreja Presbiteriana de Belo Horizonte, bênçãos e testemunhas vivas do Reino em minha vida.

Sou grata aos meus amados pais, Edmundo e Edmeê, por abrirem as portas de seus corações, me nutrindo sempre com seus exemplos de hombridade, respeito e doação, por me ensinarem a amar a natureza e a alegria do cultivar nossos jardins. A todos os meus familiares, em especial à tia Elaine pelo exemplo de perseverança e de Fé. Às minhas mães de leite e de oração que registraram em mim o que é dar sem nada pedir em troca. Ao tio Geraldo (*in memoriam*) e ao amigo Rubinho, por abençoarem minha formação escolar.

Gratidão Wellington Pugirá, meu companheiro, por acreditar em meus sonhos e realizá-los comigo. Gratidão à minha amada filha Sophia Luiza, por seu brilho, seu carinho, seu amor, sua curiosidade e sua inteligência instigante, guarde em sua mente e no seu coração que a Sabedoria, o conhecimento e o entendimento estão nO Deus.

Aos novos, velhos e futuros amigos pelo mundo. Aos professores, servidores e colegas que se fizeram presentes em minha vida estudantil. Meus agradecimentos eternos à Professora Letícia Myrrha (*in memoriam*) ao Pedagogo e Eng. Florestal Demerson Luiz de Almeida Barbosa, ao Colegiado do curso de Eng. Agrícola e Ambiental, aos Professores Alex Fabiani Torres, Sidney Pereira, Flávio Gonçalves, Luiz Henrique de Souza, Dêlcio César C. Rocha, Edson de O. Vieira e à Professora Orientadora Júlia Ferreira da Silva. À assistência estudantil via Fundação Universitária Mendes Pimentel - FUMP.

Aos Professores Doutores Marcos von Sperling, Eugénia Rosa Cossa e Elias Sete Manjat que coordenaram minha experiência em Educação Ambiental e Saneamento em Moçambique no ano de 2015 UFMG - UEM, via Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES e Associação das Universidades de Língua Portuguesa - AULP. À Profa. Dra. Noor Jean Gulamussen, ao Dr. Augusto João Bassa e ao Eng. Ercílio Langa. À Dra. Alda Salomão pela oportunidade do estágio no Centro Terra Viva – Estudos e Advocacia Ambiental, em Maputo-Moçambique, e ao sr. Diniz Mandevane pela orientação.

“Todo o cidadão tem o direito de viver num ambiente equilibrado e o dever de o defender. ”

(Nº 1, Art. 90 - Constituição da República de Moçambique, 2004)

RESUMO

Moçambique é um país africano rico em belezas e recursos naturais. Com a população crescendo as questões de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza do meio, controle de vetores e drenagem se tornam mais complexas. A conjuntura histórica do país contribui para que os sistemas de saneamento, e outras estruturas físicas e econômicas, estejam fragilizadas, principalmente nos anos pós Luta de Libertação. Ainda que seja preciso mais investimentos e campanhas para implantação e uso das latrinas, dos banheiros secos, das fossas, entre outros, é importante revitalizar e melhorar as estruturas de saneamento já existentes e bem manejá-las. Este é o caso da Estação de Tratamento de Águas Residuárias - ETAR de Infulene em Maputo, Moçambique. Esta estação precisa ser operada de forma adequada para que não se torne uma fonte de desequilíbrio e causadora de impactos ambientais graves e/ou irreversíveis. Uma vez que lidar com estas questões é urgente, o objetivo com este trabalho foi realizar um levantamento dos impactos ambientais e elaborar um plano de gestão ambiental para um período de quatro anos para a ETAR de Infulene em Maputo, Moçambique. Foi desenvolvido com base na visita a ETAR, por meio de mobilidade internacional CAPES/AULP entre a UFMG e a UEM, em estudo de materiais correlatos e na legislação atual, utilizando a metodologia de classificação qualitativa e *check list* conjugado. Os principais constrangimentos são a falta de boa governança ambiental, a falta de mão de obra qualificada e a falta da participação ativa da comunidade local. Todavia, foi arquitetado um Plano de Gestão Ambiental de curto prazo, viável e de baixo custo, buscando contribuir para com o cumprimento da Políticas Ambientais legisladas no país, com o Conselho Municipal de Maputo, com o Departamento de Água e Saneamento e o Povo moçambicano, além de ser um caminho para gerar valores e preservar a saúde.

Palavras-chave: Efluente. Saneamento. Meio ambiente. Legislação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa de Moçambique	13
Figura 2 -	Mapa da cidade de Maputo	27
Figura 3 -	Sistemas de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais de Maputo	28
Figura 4 -	Fluxograma ideal das águas residuárias que interagem com a ETAR de Infulene.....	29
Figura 5 -	Esquema da ETAR de Infulene com suas dimensões	29
Figura 6 -	ETAR de Infulene, Campos agrícolas do Sul e Fábrica de Cerveja 2M	30
Figura 7 -	Fluxograma atual das águas residuárias que interagem com a ETAR de Infulene.....	31
Figura 8 -	Acesso a ETAR, Estrada da Machava, Maputo - Moçambique	52
Figura 9 -	Vista lateral da lagoa anaeróbia A1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique	52
Figura 10 -	Calha condutora do tratamento preliminar da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique	53
Figura 11 -	Lagoa anaeróbia A1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique	53
Figura 12 -	Despejo de águas residuárias oriundas de fossas na lagoa anaeróbia A1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique	54
Figura 13 -	Ponto de passagem do efluente da lagoa anaeróbia A2 para a lagoa facultativa F2 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique	54
Figura 14 -	Vista da lagoa facultativa F1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique ...	55
Figura 15 -	Vista de parte da área agrícola e a fábrica de cerveja 2M ao fundo, vista da lateral da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique	55
Quadro 1 -	Avaliação de conformidade da legislação pertinente	31
Quadro 2 -	Impactos Ambientais sonoros	32
Quadro 3 -	Impactos Ambientais na qualidade do ar	33
Quadro 4 -	Impactos Ambientais na qualidade da água	34
Quadro 5 -	Impactos Ambientais na saúde do solo	35
Quadro 6 -	Impactos Ambientais na economia local, regional e nacional	36
Quadro 7 -	Impactos Ambientais na estrutura física	36
Quadro 8 -	Objetivos e Metas 1.....	40
Quadro 9 -	Objetivos e Metas 2	40
Quadro 10 -	Objetivos e Metas 3	41

Quadro 11 -	Objetivos e Metas 4	41
Quadro 12 -	Objetivos e Metas 5.....	42
Quadro 13 -	Objetivos e Metas 6	42
Quadro 14 -	Objetivos e Metas 7	43
Quadro 15 -	Objetivos e Metas 8	43
Quadro 16 -	Objetivos e Metas 9	43
Quadro 17 -	Padrões de emissão de efluentes líquidos domésticos	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AULP	- Associação das Universidades de Língua Portuguesa
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CESAN	- Companhia Espírito Santense de Saneamento
CMM	- Conselho Municipal de Maputo
DNA	- Direção Nacional de Água
DUAT	- Direito de Uso e Ocupação da Terra
ETAR	- Estação de Tratamento de Águas Residuárias
FRELIMO	- Frente de Libertação de Moçambique
HIV	- <i>Human Immunodeficiency Virus</i>
ICA	- Instituto de Ciências Agrárias
JMP	- Programa de Monitoramento Conjunto
LA	- Lei do Ambiente
MANU	- <i>Mozambique African National Union</i>
MICOA	- Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental
MOPH	- Ministério das Obras Públicas e Habitação
ODM	- Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONG	- Organização Não Governamental
OPAS	- Organização Pan-Americana da Saúde
PARPA	- Plano de Ação para Redução da Pobreza Absoluta
PRONASAR	- Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural
SADC	- <i>Southern Africa Development Community</i>
SGA	- Sistema de Gestão Ambiental
SIDA	- Síndrome da Imuno Deficiência Adquirida
UDENAMO	- União Nacional Democrática de Moçambique
UEM	- Universidade Eduardo Mondlane
UFMG	- Universidade Federal de Minas Gerais
UNAMI	- União de Moçambique Independente
UNICEF	- Fundo das Nações Unidas para a Infância

SUMÁRIO

2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Moçambique	12
2.1.1 Características geoambientais	12
2.2 Água e esgotamento sanitário	16
2.3 Tratamento dos esgotos domésticos	17
2.4 Lei do Ambiente (LA)	19
2.5 Quadro legal moçambicano	20
2.6 Avaliação de Impactos Ambientais	23
2.7 Plano de Gestão Ambiental	25
3. METODOLOGIA	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Empreendimento	26
4.2 Avaliação de conformidade	31
4.3 Check list e classificação qualitativa dos impactos ambientais	32
4.4 Política Ambiental	37
4.5 Medidas mitigadoras e compensatórias	38
4.6 Programa de Gestão Ambiental e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental	39
5. MANUAL DE GESTÃO AMBIENTAL	44
6. INSTRUÇÕES OPERATIVAS - PLANO EMERGENCIAL	45
7. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	48
ANEXO A: Padrões de emissão de efluentes líquidos domésticos. ANEXO IV do Decreto 18/2004 (MOÇAMBIQUE, 2004).	51
ANEXO B: Registros fotográficos da visita à ETAR de Infulene em Maputo, Moçambique. Novembro de 2015.	52

1. INTRODUÇÃO

À medida que o homem, através da agricultura, deu início a domesticação de algumas espécies vegetais para seu sustento, a exploração e a transformação dos recursos naturais começaram a ocorrer de forma mais intensa. Desde então, processos que tomam a natureza como fonte de recursos inesgotáveis, visando tão somente a obtenção de lucros crescentes, têm levado à destruição da natureza a uma velocidade alarmante, principalmente desde a revolução industrial, entre os séculos XVIII e XIX (MARCATTO, 2002).

Lovelock (2010) demonstra que a degradação intensa dos recursos naturais pode criar espaços cada vez mais inóspitos, inclusive aos próprios seres humanos, uma vez que a Terra é um território finito. Os efeitos negativos de tamanha destruição trouxeram muita preocupação a muitos países do mundo, marcando o século XX com o surgimento de várias convenções e protocolos internacionais, para o aumento da qualidade de vida, a conservação, a preservação e o controle dos recursos naturais. Nestes documentos, a questão do saneamento é vista como um dos pontos essenciais para viabilizar boas condições de salubridade, o desenvolvimento local e à preservação do meio ambiente (SÁNCHEZ, 2006).

O saneamento é um excelente investimento já que, a nível mundial, a cada 1 dólar investido em água e saneamento, 4,3 dólares são economizados em custos de saúde (OMS, 2014). Ainda assim, no ano de 2017 a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), por meio do relatório do Programa de Monitoramento Conjunto (JMP), informaram que 6 em cada 10 pessoas no mundo não contam com saneamento seguro, sendo que as áreas rurais são as mais críticas. As doenças de veiculação hídrica, como a diarreia, a cólera, a hepatite, a febre tifoide, entre outras, levam à morte anual de 361 mil crianças no mundo (OMS, 2017).

Neste contexto, as Estações de Tratamento de Águas Residuárias – ETAR's, são de extrema importância para o saneamento do meio, a fim de que os padrões de lançamento de efluentes recomendados pelas autoridades federais, estaduais e municipais sejam respeitados. Entretanto, a falta do manejo adequado pode fazer desses equipamentos fontes de danos ambientais graves.

É “necessário e urgente desenvolver planos detalhados relativos ao desenvolvimento dos recursos hídricos para a promoção dos serviços de abastecimento de água e saneamento, desenvolvimento da agricultura, gestão de desastres e proteção dos ecossistemas” (CMM, 2007 p.6).

Este trabalho teve por objetivo realizar um levantamento de impactos ambientais e um plano de gestão ambiental para um período de quatro anos para a Estação de Tratamento de Águas Residuárias de Infulene em Maputo, Moçambique.

Todavia, não há pretensão de esgotar o tema, resolver completamente o problema ou obter a certificação ambiental, mas sim de colaborar para o fortalecimento das bases científicas e do desenvolvimento do país.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Moçambique

2.1.1 Características geoambientais

Moçambique está localizado entre as latitudes 10°20' e 26°50' sul e longitudes 30°12' e 40°51' leste. Sua costa é banhada pelo Oceano Índico. Ao norte, faz fronteira com a Tanzânia, a oeste com o Malawi, a Zâmbia, o Zimbábwe, a Suazilândia e ao sul com a África do Sul. Possui 10 províncias, de sul para norte, Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete, Zambézia, Nampula, Niassa e Cabo Delgado (FIGURA 1) (MOÇAMBIQUE, 2018).

Nascendo na Zâmbia, o rio Zambeze corta a província de Sofala e separa Moçambique em duas metades. A norte do rio, há um grande planalto e também uma pequena porção de planície costeira, rodeada de corais, tendo como limite interior grandes maciços montanhosos, pertencentes ao sistema do Grande Vale do Rift. A metade sul é uma grande planície costeira de aluvião, com cobertura de savanas e cortadas por vales de vários rios (MOÇAMBIQUE, 2018). O país tem altitude média de 340 metros, sendo as médias mais baixas de 120 na região norte do rio Save, e tendo como ponto mais alto o monte Binga, em Manica, com 2.436 metros (TEARFUND MOÇAMBIQUE, 2007).

Figura 1 - Mapa de Moçambique



Fonte: On The World Map, 2018.

A precipitação anual média do país gira em torno de 980 mm, a região sul do país apresenta variação de 500 a 1000 mm, sendo o Vale do Limpopo a região mais seca, com precipitação média anual de 300 a 500 mm. A evapotranspiração potencial anual na região sul varia entre 1000 a 1200 mm. O país está na Zona de Convergência Intertropical e as águas quentes do oceano Índico produzem chuvas intensas, ventos fortes e cheias, deixando Moçambique vulnerável a ciclones tropicais. A susceptibilidade aos desastres naturais devido ao clima é um desafio para o desenvolvimento socioeconômico do país. Os registros mais devastadores foram as secas de 1981-1984, 1991-1992, 1994-1995 e as cheias de 1977-1978, 1985, 1988, 2000 e 2001 (MOÇAMBIQUE, 2007).

Moçambique possui um escoamento superficial total anual de 216 km³, sendo 54 % deste volume gerado fora país, pois estão presentes no país 9 das 15 bacias hidrográficas internacionais da região da Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral (*Southern Africa Development Community - SADC*). As 13 bacias mais importantes de Moçambique, de sul para norte, são as bacias dos rios Maputo, Umbeluzi, Incomati, Limpopo, Save, Buzi, Pungoé, Zambeze, Licungo, Ligonha, Lúrio, Messalo e Rovuma (MOÇAMBIQUE, 2007).

O país é extremamente rico em carvão mineral, gás natural, pedras preciosas e semipreciosas, contudo o setor não é bem desenvolvido. A agricultura concentra 80 % dos postos de trabalho, seguida pela indústria pesqueira. As outras grandes indústrias são as de processamento de alimentos e bebidas, manufatura de papel, vidro e plástico, refino de óleo, turismo e outras atividades relacionadas. Do total, 76 % destes empreendimentos estão na região de Maputo/Matola e 16 % na região da Beira (MOÇAMBIQUE, 2007).

2.1.2 Histórico

O Governo de Moçambique, por meio do Portal Oficial (2018), relata que entre os anos 200 e 300 d.C, nas grandes migrações, os povos guerreiros Bantu, vindos da região dos Grandes Lagos, chegaram àquele território, forçando os bosquímanos, povos primitivos caçadores e coletores, a fugirem para regiões de recursos mais escassos. Antes do séc. VII os Suahil-árabes estabeleceram entrepostos comerciais na região para troca de produtos do interior de África.

No fim do séc. XV os portugueses chegaram ao território, fixando-se no litoral, para controle do escoamento do ouro. O interesse português 30 anos mais tarde passou a ser controlar o acesso das zonas produtoras de ouro, fase conhecida como “fase de ouro”, sendo sucedida pelas fases do “marfim” e a de “escravos”. Naquele momento, os portugueses viviam em espécies de feudos, em terras compradas, doadas ou conquistadas. A abolição oficial da escravatura em 1836 não parou o tráfico de pessoas, esta prática hostil e de dessubjetivação do sujeito, devastando principalmente os povos macúá-lómué. Os principais destinos foram as ilhas Mascarenhas, Madagáscar, Zanzibar, Golfo Pérsico, Brasil e Cuba (MOÇAMBIQUE, 2018).

Após a Conferência de Berlim em 1884/1885, Portugal ocupou de forma efetiva e não pacífica o território moçambicano. A pacificação de Moçambique pelos portugueses aconteceu em meados do séc. XX, contudo o fascismo português e a opressão cotidiana obrigaram o Povo moçambicano a lutar de forma armada pela independência. A luta de

Libertação Nacional foi dirigida pela Frente de Libertação de Moçambique (FRELIMO), fundada em 1962 com a fusão da União Nacional Democrática de Moçambique (UDENAMO), Mozambique African National Union (MANU) e a União de Moçambique Independente (UNAMI) (MOÇAMBIQUE, 2018).

Em 25 de setembro de 1964, sob direção de Eduardo Chivambo Mondlane, a FRELIMO deu início a luta na província de Cabo Delgado e em 1965 foi conquistada a independência negociada. Eduardo Mondlane, primeiro presidente da FRELIMO morreu assassinado em 1969, sendo sucedido por Samora Moisés Machel, que proclamou a independência do País em 25 de junho de 1975. Não obstante, no mesmo ano, o primeiro presidente da República de Moçambique morreu vítima de um acidente aéreo na África do Sul, sendo sucedido por Joaquim Alberto Chissano, que veio a ser substituído por Armando Emílio Guebusa. Desde 2015 o presidente do País é Filipi Nyusi (MOÇAMBIQUE, 2018).

Moçambique apresenta uma delicada conjuntura política e vem sendo cenário de grandes tensões e guerras. No início dos anos 1980 o conflito armado entre a Resistência Nacional de Moçambique (RENAMO) e a FRELIMO causou a fragilidade extrema de muitas infraestruturas físicas e econômicas. Desde então, no ano de 1992 houve a assinatura dos Acordos Gerais de Paz entre o Governo e a RENAMO, em 2014 houve a assinatura de um segundo acordo com objetivo de cessar as hostilidades militares e no ano de 2017, o líder da RENAMO, Afonso Dhakama, anunciou uma trégua nos confrontos contra as forças governamentais (AGÊNCIA LUSA, 2018).

2.1.3 Pobreza e Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)

A nível mundial é grande o número de pessoas que vivem com menos de um dólar por dia e que sofrem com a fome, com problemas de saneamento, com o HIV/AIDS, as mudanças climáticas, os desastres naturais, etc. Os ODM pensados para o alívio da pobreza foi aderido por 147 chefes de Estado, no mês de setembro do ano 2000, estão na Declaração do Milênio, que versa sobre a Paz, Desenvolvimento e Segurança, Boa Governação, Direitos Humanos, Democracia, Ambiente e que traz algumas especificidades para o continente Africano (TEARFUND MOÇAMBIQUE, 2007). Os objetivos são:

- Erradicar a Fome e a Pobreza;
- Viabilizar a educação primária universal e ensino técnico profissional;
- Promover a igualdade de gênero;
- Reduzir a mortalidade infantil;

- Promover a saúde materna;
- Combater o HIV/AIDS;
- Assegurar a sustentabilidade do meio ambiente;
- Desenvolver parceria global para o desenvolvimento.

Para honrar tal compromisso, através do Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental - MICOA (2012), ressalta-se duas atitudes do governo de Moçambique, o lançamento do Plano de Ação para Redução da Pobreza Absoluta (PARPA) e o desenvolvimento da Estratégia Nacional das Mudanças Climáticas (2013 – 2025), com objetivo de estabelecer as diretrizes de ação para aumentar a resiliência, dos sistemas de águas, saneamento e drenagem, incluindo a redução dos riscos climáticos (MICOA, 2012).

2.2 Água e esgotamento sanitário

A dinâmica do uso não racional dos recursos em conjunto com a ocupação rápida e não planejada do solo tem causado problemas que se tornam cada vez mais alarmantes, tais como desabamentos, voçorocas, episódios de inundações frequentes, poluição dos solos e águas. A distribuição geográfica populacional e principalmente as deteriorações dos recursos hídricos causam os problemas de escassez da água, assim como o uso/consumo descontrolado de água tem tornado sua disponibilidade natural insuficiente em muitos pontos do planeta. Este fenômeno vem se agravando e pede cuidados, uma vez que este recurso é um elemento essencial ao desenvolvimento social e à sobrevivência da vida (HELLER; PÁDUA, 2010).

Preservar, conservar e bem manejar este recurso natural imprescindível à todas as ações humanas e é também fundamental para proteção à saúde das populações com relação ao seu bem-estar físico, mental e social. Uma vez que é necessário haver abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública, drenagem pluvial e controle de vetores, o saneamento (HELLER; PÁDUA, 2010).

À luz da Secção I do Capítulo III da Lei das Águas de Moçambique (MOÇAMBIQUE, 1991) os usos da água podem ser direto na coleção de águas ou fora dela. No primeiro caso, apresenta a preservação da flora e da fauna, a recreação e lazer, a criação de espécies, a geração de energia elétrica, a navegação, à harmonia paisagística e a diluição e transporte de despejos. Os usos que implicam na retirada da água das coleções hídricas são, por exemplo, o abastecimento doméstico, o abastecimento industrial, a irrigação e a dessedentação de animais.

A água para consumo humano interage com as duas formas de uso, uma vez que, idealmente, ela é inicialmente captada em um manancial ou poço, segue para adequação ao uso previsto, a reservação e distribuição. Após uso doméstico, essa água configura um despejo líquido, chamado esgoto, onde diversas impurezas podem ser encontradas. Estas impurezas podem ter características físicas, denominados sólidos suspensos, coloidais ou dissolvidos e/ou gases, características químicas, denominadas inorgânicas e orgânicas, como a matéria em decomposição, e características biológicas, advindas dos seres vivos, animais, vegetais, protistas e moneras (SPERLING, 2005).

Desta forma, antes de ser lançado fora, o esgoto precisa apresentar cargas poluidoras que atendam a capacidade de assimilação do corpo receptor, geralmente os rios, para que estes consigam realizar o processo de autodepuração, geralmente definidos como padrão de lançamento de efluentes. Assim, a proposta do tratamento dos esgotos deve ser remover os principais poluentes antes de despeja-lo no corpo receptor. Segundo Sperling (2005) o efluente tratado pode ser utilizado na agricultura, na indústria e no meio urbano.

2.3 Tratamento dos esgotos domésticos

Cerca de 99% do volume do esgoto doméstico é constituído de água e pouco mais de 1% é matéria orgânica (CESAN, 2013) e para lançar no corpo receptor uma carga poluidora aceitável é preciso trata-lo, evitando assim sérios danos ambientais.

De acordo com Sperling (2005), o tratamento dos esgotos acontece em quatro níveis, sendo o último não obrigatório em várias localidades. São eles:

- Tratamento preliminar para a remoção dos sólidos grosseiros;
- Tratamento primário que visa a remoção de sólidos sedimentáveis, entre eles parte da matéria orgânica presente;
- Tratamento secundário a fim de remover a matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes, como fósforo e nitrogênio, a partir de mecanismos biológicos; e,
- Tratamento terciário cujo objetivo é viabilizar a remoção complementar de poluentes remanescentes do tratamento secundário ou remoção de poluentes específicos, tóxicos ou compostos não biodegradáveis.

Muitos processos microbiológicos ocorrem em um tratamento biológico de esgotos, como o nome sugere. Os principais organismos envolvidos são as bactérias, uma vez que elas são agentes de estabilização da matéria orgânica, os protozoários, os fungos, as algas

e os vermes. Contudo, o papel que cada um desempenha depende de qual processo de tratamento está a ser utilizado. No tratamento por lagoas de estabilização facultativas as algas são fundamentais, pois produzem oxigênio via fotossíntese (SPERLING, 1996).

De todos os tratamentos, segundo Jordão e Pessôa (1995) o processo de lagoas, configurado como tratamento secundário, é bastante eficaz, pois a operação das mesmas consome baixa energia e independem de equipamentos especiais. É um processo que funciona bem em climas quentes, uma vez que a temperatura acelera a taxa de reprodução da biomassa, o que mantém o ambiente em equilíbrio, já que as bactérias se reproduzem mais devagar em ambientes anaeróbios, deixando mais lenta a conversão da matéria orgânica. O projeto da lagoa precisa cumprir um arranjo ótimo de acomodação das algas em equilíbrio com as bactérias, uma vez que neste meio as condições são favoráveis aos organismos com respiração anaeróbia, sem oxigênio (SPERLING, 1996).

A conversão anaeróbia acontece em três etapas, na primeira há liquefação, na segunda ocorre a formação de ácidos, pela ação das bactérias acidogênicas, e a terceira etapa consiste na formação do gás metano, pela ação das arqueas metanogênicas. Os três fatores ambientais mais importantes são a radiação solar, influenciando a velocidade do processo de fotossíntese, a temperatura que também influencia na velocidade do processo de fotossíntese, na taxa de decomposição bacteriana, na solubilidade e transferência de gases e nas condições de mistura, e o vento, que também influencia nas condições de mistura e na reaeração atmosférica (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

Os padrões de lançamento do efluente no corpo receptor podem variar entre países e entre estados, pois estes são reflexos do nível de desenvolvimento, do nível econômico, do comprometimento com o meio ambiente, entre outros fatores. Em Moçambique, ambiente deste estudo, as condições e padrões de emissão de efluentes líquidos domésticos são estabelecidos no Anexo IV do Decreto n° 18/2004, o Regulamento sobre os Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes (MOÇAMBIQUE, 2004), regulamentando o Artigo n.º 10 da Lei do Ambiente (LA) (MOÇAMBIQUE, 1997).

Para garantir que os padrões sejam cumpridos de acordo com a legislação, deve ser feito constante monitoramento e a divulgação dos seus resultados devem ocorrer ao longo do tempo, para viabilizar a avaliação dos impactos de forma contínua. Uma vez detectados lançamentos além do nível crítico, são precisas ações imediatas de ajuste, pois os impactos naturais podem ser irreversíveis e ao mesmo tempo colocar a vida de muitas pessoas em risco.

2.4 Lei do Ambiente (LA)

A República de Moçambique, através da LA (MOÇAMBIQUE, 1997), define as bases legais para que as componentes ambientais sejam utilizadas e geridas de forma correta a fim de alcançar um sistema de desenvolvimento sustentável. Tal Lei define que:

1. *Atividade* é toda e qualquer ação que afeta ou que pode afetar o ambiente
2. *Ambiente* é o meio no qual o Homem e outros seres vivem e interagem, inclui i) o ar, a luz, a terra e a água, ii) os ecossistemas a biodiversidade e suas relações; iii) as matérias orgânicas e inorgânicas; iv) as condições socioculturais e econômicas que interferem na vida das comunidades
3. *Avaliação de Impacto Ambiental* é um instrumento da gestão ambiental preventiva que consiste na identificação e análise quali quantitativa dos efeitos de uma atividade
4. *Biodiversidade* é a variedade e variabilidade entre os organismos vivos de todas as origens
5. *Degradação do Ambiente* é a alteração negativa das características do ambiente
6. *Desenvolvimento Sustentável* é o desenvolvimento que se baseia em uma gestão ambiental capaz de satisfazer as necessidades atuais e futuras sem prejudicar o equilíbrio ambiental
7. *Ecossistema* complexo dinâmico de comunidades
8. *Gestão Ambiental* é o manejo e a utilização racional e sustentável dos componentes ambientais
9. *Impacto Ambiental* é qualquer mudança positiva ou negativa do ambiente resultante de uma atividade humana
10. *Padrões de Qualidade Ambiental* são os níveis admissíveis de concentrações de poluentes prescritos em lei objetivando adequá-los para uma finalidade específica
11. *Poluição* é a deposição de substâncias ou resíduos no ambiente, quaisquer que sejam seu formato, matéria, luz, som, capaz de afetar o ambiente de forma negativa
12. *Qualidade do Ambiente* é o equilíbrio e a sanidade do ambiente
13. *Lixos ou Resíduos Perigosos* são substâncias ou objetos que se eliminam, que se tem a intenção de eliminar ou que a lei impõe que se elimine, que

contêm características de risco ou que apresentam quaisquer características que configure perigo para a vida ou para a saúde humana, de outros seres vivos e para a qualidade do ambiente

14. *Zonas Húmidas* são áreas de pântano, brejo, turfeira ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, represada ou corrente, doce, salobra ou salgada

A fim de assegurar que todos os cidadãos tenham um ambiente ecologicamente equilibrado, esta Lei baseia-se:

- i) na utilização racional dos componentes ambientais;
- ii) no saber tradicional, incluindo das comunidades locais;
- iii) na precaução;
- iv) na visão global e integrada do ambiente;
- v) na participação popular;
- vi) na igualdade;
- vii) na responsabilização; e
- viii) na cooperação internacional.

É possível ver no n°1 do Art. 9 da LA (MOÇAMBIQUE, 1997) a proibição de quaisquer atividades que degrade o ambiente, em observância aos limites de poluição estabelecidos em território moçambicano.

A LA também determina em seu Art. 19 que os cidadãos têm o Direito à Informação no que diz respeito à gestão ambiental do país e no Art. 20 rege que o Governo em conjunto com órgãos competentes formulem mecanismos e programas de educação ambiental formal e informal a fim de que o ambiente seja gerido de forma correta (MOÇAMBIQUE, 1997). À luz do seu Art. 30, a participação das comunidades locais é necessária e deve ser garantida e o Governo em articulação com as autoridades locais deve promover a criação de agentes de fiscalização comunitários (MOÇAMBIQUE, 1997).

2.5 Quadro legal moçambicano

Alguns instrumentos legais e normativos apresentam relações com o tema sustentabilidade, águas e saneamento, preenchendo um espaço deixado pela inexistência de uma política abrangente. Dentre eles, destacam-se:

- **Lei n° 16/91, de 03 de Agosto**, que aprova a Lei da Água, estabelece os recursos hídricos que pertencem ao domínio público, os princípios de gestão de águas, a necessidade de inventariação de todos os recursos hídricos existentes no país, o regime geral da sua utilização, as prioridades a ter em conta, os direitos gerais dos usuários e as correspondentes obrigações, entre outros (MOÇAMBIQUE, 1991);
- **Lei de Terras, Lei n° 19/97, de 1° de Outubro**, a qual busca a proteger os direitos da população que dependem da terra para viver em consonância com as necessidades do desenvolvimento (MOÇAMBIQUE, 1997a);
- **Lei do Ambiente (Lei n° 20/97, de 1° de Outubro)**, a qual se prevê uma gestão correta do meio ambiente e de tudo que o compõe, a fim de criar condições de saúde, ao bem estar das pessoas, ao desenvolvimento socioeconômico e cultural das comunidades e também prevê dispositivos para preservação dos recursos naturais (MOÇAMBIQUE, 1997b);
- **Resolução n.º 60/98, de 23 de Setembro**, que aprova a Política Tarifária de Águas, estabelece a política orientadora e reguladora de preços da água, tendo em consideração a importância econômica e social da água, incluindo os princípios do Utilizador-Pagador e Poluidor-Pagador, da Equidade e da Sustentabilidade (MOÇAMBIQUE, 1998);
- **Estratégia Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, Conselho de Ministros, de 24 de Julho de 2007**, na qual há o reconhecimento de que as estratégias de boa governação devem se apoiar em políticas sociais, econômicas e ambientais corretas. Há o traçado de estratégias para os Ecossistemas, o Ambiente Urbano, a Poluição Atmosférica e para a População.
- **Nova Política de Água (Agosto de 2007)**, que alterou a Política Nacional de Água, de 1995, estabelecendo a estratégia específica para as principais áreas de fornecimento e o aumento da cobertura do abastecimento de água e saneamento, nas zonas urbanas periurbanas e rurais, para melhorar as condições de vida da população e gestão integrada dos recursos hídricos (MOÇAMBIQUE, 2007);
- **Estratégia Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, de Agosto de 2007**, que tem como principal objetivo, a implementação efetiva da Política, tendo como principais desafios a gestão e desenvolvimento dos recursos hídricos e cumprir as metas de plano de ação da redução da pobreza (CMM, 2007);

- **Plano Estratégico de Água e Saneamento Rural, (Decreto-Lei nº 258/2010 de 30 de Dezembro)**, a fim de garantir operacionalização e implementação do abastecimento de água e saneamento na zona rural (MOÇAMBIQUE, 2010);
- **Regulamento do Solo Urbano, Decreto nº 60/2006, de 26 de Dezembro**, que traz muitas considerações fundamentais para o desenvolvimento de Moçambique:
 - A terra não pode ser vendida, hipotecada ou alienada;
 - É preciso haver o equilíbrio dos interesses entre a população rural moçambicana, os interesses dos investidores locais e internacionais;
 - Conceitua comunidade local como uma pessoa jurídica, verdadeira, sujeita a direitos e deveres;
 - Reconhecimento do direito a terra por ocupação;
 - Regime especial de proteção do DUAT adquirido por ocupação;
 - Consulta Comunitária como formalidade essencial;
 - Igualdade de gênero no acesso à terra; e
 - Reconhece o direito que as comunidades possuem na participação ativa da gestão dos recursos naturais.
- **Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano, 2011-2025, (Novembro de 2012)**, implementar os objetivos da “Política de Água” e os objetivos do desenvolvimento institucional, para aumentar a eficiência, a segurança e a confiabilidade dos sistemas de abastecimento de águas a médio prazo, e acesso a um serviço do saneamento adequado (MOÇAMBIQUE, 2012a);
- **Política estratégia nacional de descentralização (2012)**, que define a matéria sobre o abastecimento de águas e saneamento nas zonas urbanas, peri-urbanas (MOÇAMBIQUE, 2012b);
- **Estratégia Nacional das Mudanças Climáticas (2013 – 2025)**, com objetivo de estabelecer as diretrizes de ação para aumentar a resiliência, dos sistemas de águas, saneamento e drenagem, incluindo a redução dos riscos climáticos (MICOA, 2012)
- **Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Poluentes (Decreto-Lei nº 18/2004, de 2 de Junho, Anexo IV)** (MOÇAMBIQUE, 2004), idêntico ao Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (**Decreto-Lei nº 30/2003 de 1 de Julho de 2003, Anexo 17**) que estabelece padrões para vários parâmetros associados aos usos e de emissões e descarga (MOÇAMBIQUE,

2003). Este decreto tem como principal objetivo, a proteção do meio ambiente das descargas das águas residuais urbanas e industriais, através de estabelecimento de critérios de recolha, tratamento e descarga das mesmas. Exigindo-se que, em casos específicos, possa recorrer-se a um nível de tratamento mais exigente, como a desinfecção.

A atual legislação moçambicana (**Decreto-Lei 18/2004**) não define os padrões limite a serem considerados na água tratada.

2.6 Avaliação de Impactos Ambientais

Segundo a Lei do Ambiente (MOÇAMBIQUE, 1997b) todo empreendimento interage com o meio ambiente e toda atividade causa perturbação ao meio ambiente, por isso é necessário que os estudos de impactos sejam realizados a fim de compreender quais são os impactos e como estes interferem no meio de forma imediata, no médio e no longo prazo. Este diagnóstico deve definir os aspectos ambientais a serem considerados, como estes aspectos criam impactos ambientais, quão significativos eles são, qual a frequência das situações que geram tais impactos, a localização do empreendimento e como as mudanças poderão afetar esse ambiente.

O processo de avaliação dos impactos ambientais é construído de forma lógica, para tomada de decisão a respeito da viabilidade ambiental de empreendimentos, não apenas para julgá-los aceitáveis ou inaceitáveis, é sobretudo uma forma de encorajar projetos ambientalmente menos nocivos, pois é preciso que: i) as questões ambientais sejam incorporadas explicitamente no processo de decisão, ii) os efeitos negativos, em todos os níveis, sejam antecipados, evitados, minimizados ou compensados, iii) a capacidade e a produtividade dos sistemas naturais sejam protegidas, e iv) o desenvolvimento sustentável seja a base dos empreendimentos e suas atividades (SÁNCHEZ, 2006).

A orientação para o conteúdo mínimo do estudo dos impactos ambientais fundamenta-se no Art. 17 da LA (MOÇAMBIQUE, 1997b) e deve conter minimamente:

- i) resumo do empreendimento;
- ii) descrição da atividade;
- iii) situação ambiental do local de implantação do empreendimento;
- iv) modificações que a atividade provoca nos diferentes componentes ambientais;

- v) medidas de supressão ou redução dos efeitos negativos da atividade sobre a qualidade ambiental; e
- vi) sistema de controle e monitoração da atividade.

De acordo com Sánchez (2006), os impactos ambientais, podem ser classificados: i) de forma quantitativa, que relaciona o tipo de ação, sua ignição, sua sinergia e criticidade, a extensão, a periodicidade e sua intensidade, sendo a magnitude e a importância os principais atributos, e ii) de forma qualitativa, utilizada neste estudo devendo apresentar seis critérios, são eles:

- Critério de valor. Indica que se o impacto é positivo, quando melhora a qualidade de um componente ambiental e/ou negativo, quando causa a piora da qualidade da componente em estudo;
- Critério de ordem. Aponta se o impacto é direto, derivado de uma relação de causa e efeito, e/ou indireto, quando é parte de uma série de reações;
- Critério de espaço. Determina se o impacto é local, quando fica restrita a própria localidade, regional, quando atinge uma área além das imediações onde o empreendimento está ou onde a atividade acontece, ou de impacto estratégico, quando a importância da componente ambiental é coletiva, nacional ou internacional;
- Critério de tempo. Demonstra o horizonte de tempo decorrido entre a ação/atividade e o efeito/impacto. É classificada como de curto, médio ou longo prazo;
- Critério de dinâmica. Avalia se o impacto é temporário, ou seja, permanece por um tempo limitado após a ação o impacto cessar, impacto cíclico, quando os efeitos são sentidos espaçados por um período de tempo, e o impacto permanente, cujo efeito perdura por tempos maiores;
- Critério de plástica. Diz se o impacto é reversível, quando o ambiente volta ao às condições de outrora, ou irreversível, quando a componente ambiental não retorna às condições iniciais.

A regra diz que uma vez que os impactos são levantados e classificados, eles precisam passar pelo processo de avaliação. As metodologias disponíveis para tal são: a projeção de cenário, as metodologias quantitativas, as redes de interação, as matrizes de

interação, os modelos de simulação, a sobreposição de cartas, as metodologias espontâneas e os métodos de listagem de controle, o *check list*, (SÁNCHEZ, 2006).

2.7 Plano de Gestão Ambiental

A fim de gerir os impactos ambientais presentes ou possíveis de forma adequada surge o processo de gestão ambiental (SÁNCHEZ, 2006). Este processo é iniciado com uma análise ampla de conjuntura, um diagnóstico, para que seja possível compreender a dinâmica local, a diversidade dos recursos extraídos, a velocidade da extração, a disposição e o tratamento dos resíduos e efluentes oriundos das atividades ou empreendimentos avaliados e os impactos que todas as ações envolvidas causam no meio.

Como conjunto de medidas a serem tomadas para a melhoria permanente da qualidade ambiental, dos serviços, produtos e ambiente de trabalho, a gestão ambiental deve considerar os aspectos econômicos, sociais e ambientais, entendendo os conjuntos do ambiente natural, o ambiente construído, as necessidades e as atividades humanas.

Após consideração das variáveis levantadas, é preciso elencar prioridades, estabelecer metas tangíveis e traçar um plano para que seja efetivada a adequação do empreendimento ou processo ao sistema sustentável. Esta ação deve buscar pela reincorporação das energias, contabilizar as externalidades e zelar para o cumprimento dos princípios do desenvolvimento sustentável, a saber, segundo Sánchez (2006):

- Energias renováveis;
- Controle populacional;
- Reciclagem de nutrientes; e,
- Biodiversidade.

Este processo deve englobar também os requisitos legais das localidades envolvidas, o aparelhamento do(s) Estado(s), e a percepção social ao ambiente local. Embora em um empreendimento os compromissos ambientais sejam firmados a partir da alta gerência, a execução do plano de gestão ambiental deve considerar a sensibilização, a mobilização e a educação de todos os envolvidos. É importante salientar que a mudança efetiva ocorre a partir da percepção da conjuntura e do processo de conscientização, assim a educação ambiental é elemento fundamental para a mudança de atitude social (SÁNCHEZ, 2006). Segundo a ISO 14001:2015, o Sistema de Gestão Ambiental é um processo, com foco na melhoria do

desempenho ambiental, que busca a resolução, mitigação ou prevenção de problemas de caráter ambiental (ABNT, 2015).

Nos países com temperaturas médias elevadas, como em Moçambique, as mudanças que as águas residuais sofrem em suas grandezas biológicas, químicas e físicas enquanto fluem ao longo do sistema de esgoto (MATIAS *et al.*, 2014) são importantes (LINS, 2010). Desta forma, é fundamental haver integração da variável ambiental em todas as fases das ETARs, sobretudo na operação.

3. METODOLOGIA

O local do estudo é a cidade de Maputo, capital de Moçambique, localizada na África Austral, com latitude 25° 58' S e longitude 32° 34' L. Os processos de averiguação dos impactos ambientais e o traçado do plano de gestão ambiental ocorreram entre os anos de 2016 e 2018 no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros - ICA/UFMG.

Para realizar a avaliação de impactos ambientais via *check list* com classificação qualitativa (SÁNCHEZ, 2006) e o plano de gestão ambiental de curto prazo para a Estação de Tratamento de Águas Residuárias – ETAR de Infulene, em Maputo, Moçambique, foram utilizadas informações obtidas em visita ao local, artigos, legislações e documentos pertinentes.

A visita à ETAR de Infulene ocorreu em novembro de 2015, conduzida pela Profa. Dra. Noor Jean Gulamussen, docente da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane – UEM, durante o período de mobilidade internacional no âmbito do convênio CAPES/AULP: UFMG – UEM, sob coordenação do Prof. DSc. Marcos von Sperling da Faculdade de Engenharia da UFMG e da Profa. Dra. Eugénia Cossa Rosa da Faculdade de Educação da UEM, na qual foram observados a situação local e a operação do empreendimento.

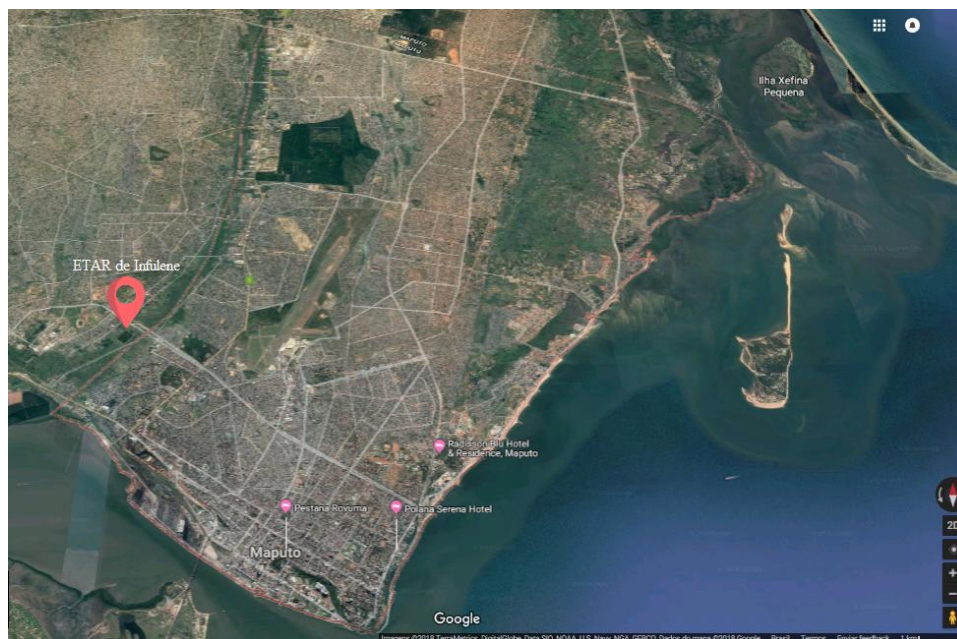
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Empreendimento

4.1.1 Cidade de Maputo

A cidade de Maputo (FIGURA 2) possui cerca de 300 km² de superfície, destes, 100 km² de área urbana. Conta com uma população de 1.101.170 habitantes (MOÇAMBIQUE, 2017). O clima da cidade de Maputo é de savana tropical. A classificação do clima de acordo com Köppen e Geiger é Aw, ou seja, Clima Tropical com estação seca de inverno (CLIMA, 2018).

Figura 2 - Mapa da cidade de Maputo e localização da ETAR de Infulene



Fonte: Adaptado de: Google Earth (®), 2018.

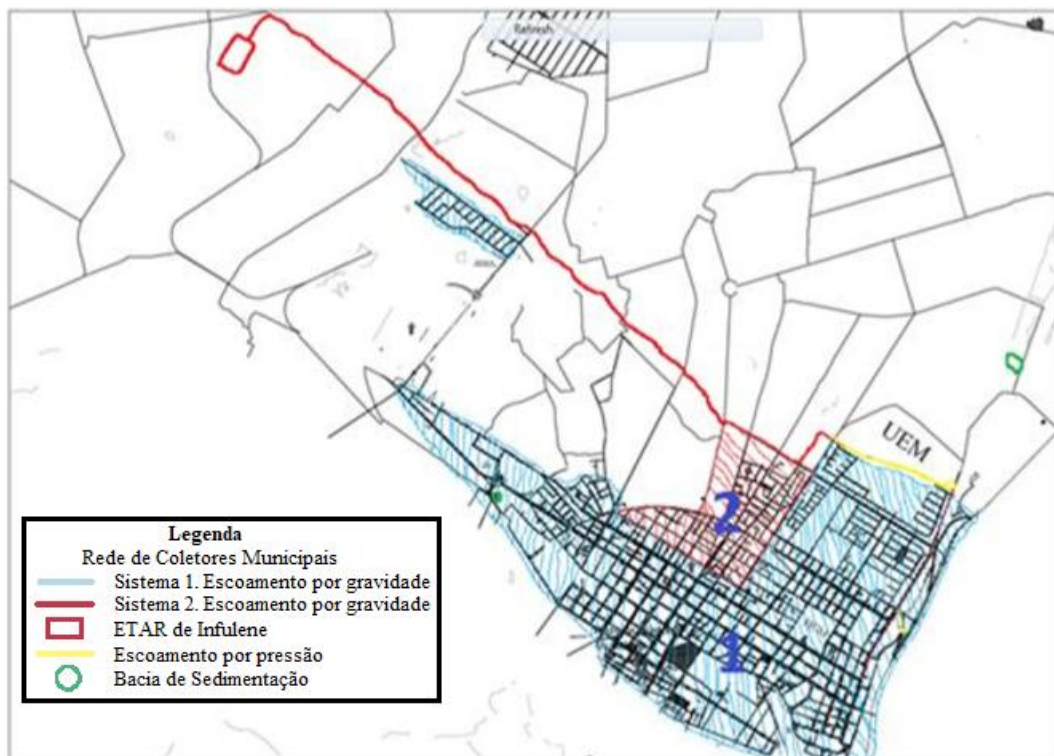
O consumo das águas subterrâneas é o sistema mais utilizado na região periurbana da cidade, onde o sistema de alimentação central está em más condições ou não existe. O rio Umbeluzi é o segundo principal meio de abastecimento de água da cidade (CALTRAN, 2014). Contudo o déficit hídrico de abastecimento se fez tão severo que em 10 de janeiro de 2017 a cidade passou a ter racionamento, pois a produção de água que girava em torno de 6 milhões de m³ estava em cerca de 4,5 milhões (SILVA, 2017). A intrusão salina também é uma ameaça aos recursos de água doce (CALTRAN, 2014).

4.1.2 Esgotamento sanitário em Maputo

Em Maputo, 67 % da população conta com latrinas, 23 % possui tanques sépticos e 10 % da população é servida com os coletores de esgotos (REBELO, 2012).

O Sistema de Drenagem de Águas residuais e Pluviais é dividido basicamente em Sistemas 1, 2 e bacia de sedimentação (FIGURA 3).

Figura 3 - Sistema de Drenagem de Águas Residuais e Pluviais de Maputo



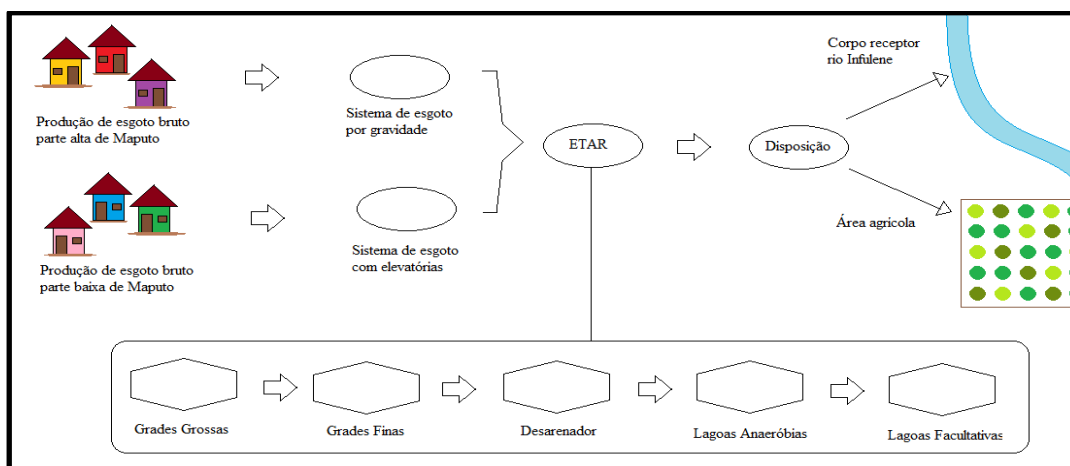
Fonte: Adaptado de: CMM, 2012.

O Sistema 1 construído em 1949, com: 1.650 ha de área; 12 emissários; 70 km de coletores; 5.000 sarjetas; 2.500 caixas de inspeção; 1 bacia de sedimentação; e 2 estações elevatórias.

O Sistema 2 data de 1980, com: 1.500 ha de área; 12,6 km de coletores; 16 km de valas revestidas; 3,4 km de valas não revestidas; 350 caixas de inspeção; 650 sarjetas; 1,5 km de aquedutos 4 comportas de contenção; e 1 estação de tratamento (CMM, 2012).

Na Figura 4 é possível observar o fluxograma da geração das águas residuárias até sua disposição originalmente idealizado para a cidade de Maputo.

Figura 4 - Fluxograma ideal das águas residuárias que interagem com a ETAR de Infulene



Fonte: Da autora, 2018.

4.1.3 Aspectos da ETAR de Infulene, Maputo - Moçambique

A estação (FIGURA 5) foi inaugurada nos anos 1980, sob responsabilidade do governo local, o Conselho Municipal de Maputo. Funciona segundo o sistema australiano, sendo composta por tratamento preliminar, duas lagoas aeróbias em paralelo e seguindo de cada uma delas, uma lagoa facultativa (MUHATE; MORAIS, 2016) a fim de remover os principais poluentes de modo que o corpo receptor, o rio Infulene, seja capaz de realizar o processo de autodepuração (CALTRAN, 2014) e/ou serem usadas na agricultura, na indústria e no meio urbano (SPERLING, 2005). Sua área de influência é a cidade de Maputo.

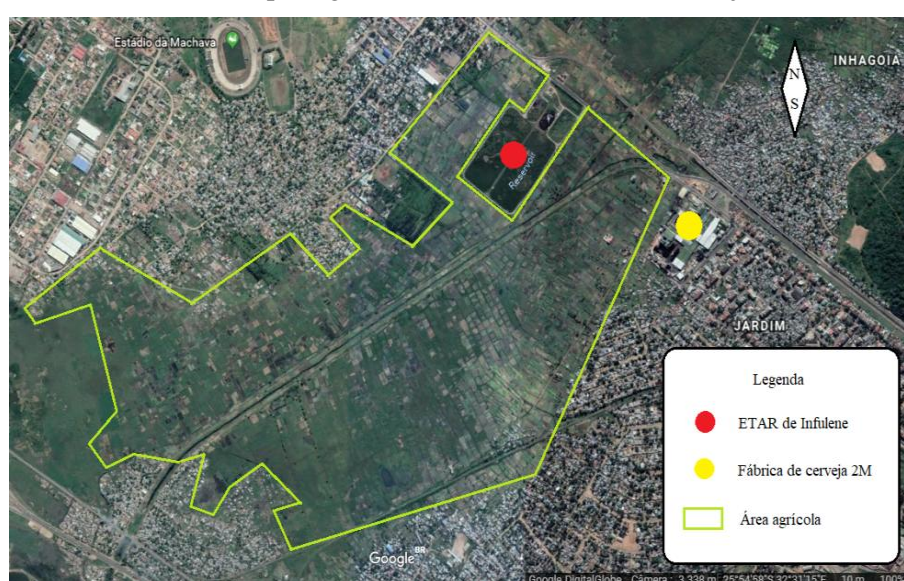
Figura 5 - Esquema da ETAR de Infulene com suas dimensões



Fonte: Adaptado de: Google Maps (R), 2018.

No vale do Infulene, no lado sudoeste da ETAR, há também uma área com cerca de 150 ha (CALTRAN, 2014) utilizada para agricultura (FIGURA 6). Este é um aspecto muito importante, já que em Maputo, Moçambique, a reutilização centralizada e descentralizada da água na agricultura está prevista na planta da Estação de Águas Residuárias de Infulene, na qual o esgoto primeiro passa pela lagoa anaeróbia, segue para lagoa facultativa e seu efluente flui para os campos de plantio localizados nas proximidades da ETAR.

Figura 6 - ETAR de Infulene, Campos agrícolas do Sul e Fábrica de Cerveja 2M

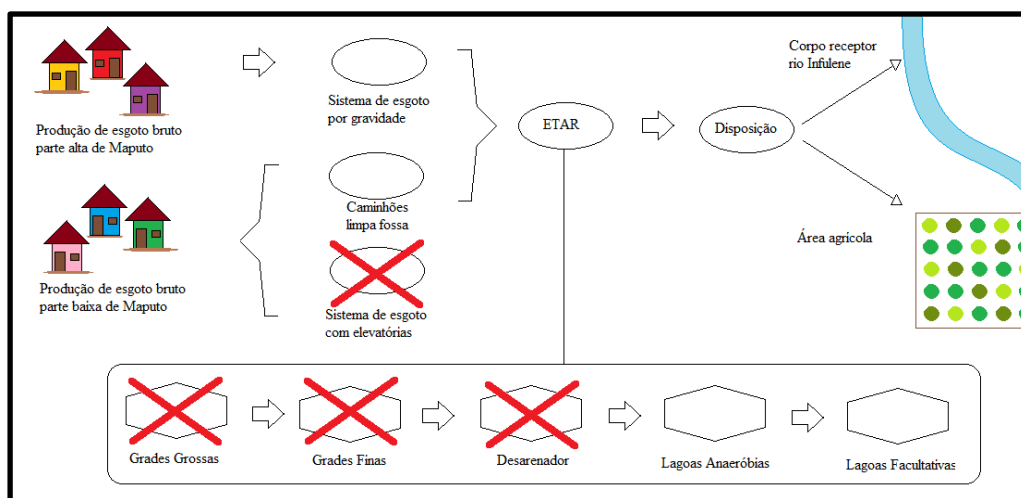


Fonte: Adaptado de: Google Earth ®, 2018.

A área em que a ETAR foi instalada é sujeita a inundação e a qualidade do efluente não é monitorada. Atualmente, apenas a grade grossa opera no tratamento preliminar uma vez que a grade fina foi subtraída, não havendo substituição, não apresenta desarenador e um tubo de Venturi é usado para medição de vazão (MUHATE; MORAIS, 2016).

De todo o sistema de esgoto instalado, apenas o que segue por gravidade está em operação e atende plenamente cerca de 21 mil habitantes, isso porque desde o ano de 2008 as bombas da elevatórias estão fora de operação. A descarga do esgoto que seria elevado é feita por uma saída de emergência na bacia de Maputo. Uma frota de caminhões fazem o transporte diário dos efluentes domésticos para a ETAR, em um trajeto de 8 km a partir do centro da cidade (MATIAS *et al*, 2014). Desta forma, o fluxograma atual das águas residuárias que interagem com a ETAR do Infulene está prejudicado (FIGURA 7).

Figura 7 - Fluxograma atual das águas residuárias que interagem com a ETAR de Infulene



Fonte: Da autora, 2018.

4.2 Avaliação de conformidade

A gestão dos recursos hídricos em Moçambique encontra-se estruturada em dois níveis de governo, o do governo central e o do governo local. Este último é constituído pelas autarquias locais e o central é constituído pelo Ministério das Obras Públicas e Habitação (MOPH), através da Direção Nacional de Água (DNA) que é a instituição responsável pela gestão estratégica do setor de águas no país, que inclui nomeadamente, o abastecimento de água, o saneamento e gestão dos recursos hídricos.

Com base no quadro legal moçambicano, foi realizada uma avaliação de conformidade da ETAR de Infulene a fim de perceber qual a situação legal em que o equipamento se encontra (QUADRO 1).

Quadro 1 - Avaliação de conformidade da legislação pertinente

Aparato legal	Descrição	A ETAR atende a legislação?
Decreto-Lei nº 258/2010	Plano Estratégico de Água e Saneamento Rural	Não
Estratégia Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, de Agosto de 2007	Abarca principalmente os desafios de gestão e desenvolvimento dos recursos hídricos e cumprir as metas de plano de ação da redução da pobreza.	Não
Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano, 2011-2025, (Novembro de 2012)	Visa implementar os objetivos da “Política de Água” e os objetivos do desenvolvimento institucional, para aumentar a eficiência, a segurança e a confiabilidade dos sistemas de abastecimento de águas a médio prazo, e acesso a um serviço do saneamento adequado	Dentro do prazo de adequação

Fonte: Da autora, 2018.

Continuação de Quadro 1

Aparato legal	Descrição	A ETAR atende a legislação?
Política estratégica nacional de descentralização (2012)	Define a matéria sobre o abastecimento de águas e saneamento nas zonas urbanas, peri-urbanas	Sim
Estratégia Nacional das Mudanças Climáticas (2013 – 2025)	Estabelece as diretrizes de ação para aumentar a resiliência, dos sistemas de águas, saneamento e drenagem, incluindo a redução dos riscos climáticos	Não
Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Poluentes (Decreto-Lei nº 18/2004, de 2 de Junho, Anexo IV)	O Decreto tem como principal objetivo, a proteção do meio ambiente das descargas das águas residuais urbanas e industriais, através de estabelecimento de critérios de recolha, tratamento e descarga das mesmas	Parcialmente

Fonte: Da autora, 2018.

4.3 Check list e classificação qualitativa dos impactos ambientais

De acordo com a metodologia descrita, as atividades observadas na ETAR que interagem com o ambiente foram levantadas e classificadas. Os resultados encontram-se resumidos nos Quadros 2 a 7, seguem:

Quadro 2 - Impactos Ambientais sonoros

Efeitos sonoros - ruídos							
		Critério de					
Causa	Efeito	Valor	Ordem	Espaço	Tempo	Dinâmica	Plástica
Trânsito dos caminhões de despejo	Exposição à população a nível de ruídos acima do recomendado	Impacto Negativo	Impacto Direto	Impacto Local	Curto prazo quando o efeito surge a curto prazo	Impacto Temporário	Reversível

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 3 - Impactos Ambientais na qualidade do ar

Qualidade do ar							
Emissão de gases do efeito estufa (GEE), metano e óxido nitroso - Impacto ambiental por aerossóis							
Causa	Efeito	Critério de					
		Valor	Ordem	Espaço	Tempo	Dinâmica	Plástica
Reações químicas	Mal cheiro, contribuição para destruição da camada de ozônio, contribuição ao desenvolvimento ou agravamento de problemas respiratórios	Impacto Negativo	Impacto direto que pode ser também indireto (devida reações dos gases)	Impacto estratégico	Impacto a curto prazo	Mal cheiro: Temporário. Demais fatores: Permanente	Mal cheiro: Reversível. Demais fatores: Irreversível
Levantamento de material particulado pelo trânsito dos caminhões e os lançamentos dos gases característicos na atmosfera							
Trânsito dos caminhões de despejo	Contribuição ao desenvolvimento ou agravamento de problemas respiratórios e empoeiramento das plantas, dificultando o processo de fotossíntese	Impacto Negativo	Impacto Direto	Impacto Local	Impacto a médio prazo	Impacto Temporário	Irreversível

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 4 - Impactos Ambientais na qualidade da água

Qualidade do da água							
Presença de micropoluentes no sistema de esgoto doméstico, produtos de limpeza ou cosméticos, fármacos, interferentes endócrinos (IE)							
		Critério de					
Causa	Efeito	Valor	Ordem	Espaço	Tempo	Dinâmica	Plástica
Micropo- luentes, produtos químicos, interferen- tes endócrinos	Impacto na saúde humana e de outros seres vivos. Bioacumulativos ou não	Impacto Negativo	Impacto Direto e Indireto	Impacto Regional	Impacto a curto prazo	Mal cheiro: Temporário. Demais fatores: Permanente	Mal cheiro: Reversível. Demais fatores: Irreversível
Despejo de águas residuárias pelos caminhões, ignorando o pré tratamento e tratamento primário	Assoreamento e eutrofização	Impacto negativo	Impacto direto	Impacto regional	Impacto a médio prazo	Impacto permanente	Impacto Reversível
Taxas de coliformes e DBO bem acima do esperado no pós-tratamento							
Tratamento ineficiente	Efluente lançado não respeita a legislação. Efluente inapto à irrigação sem controle, principalmente das hortaliças consumidas cruas. Pode causar doenças de veiculação hídrica	Impacto negativo	Impacto direto	Impacto internacion al	Impacto a curto prazo	Impacto temporário	Impactos reversíveis e irreversíveis

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 5 - Impactos Ambientais na saúde do solo

Saúde do solo							
Microrganismos patogênicos, poluentes orgânicos							
		Critério de					
Causa	Efeito	Valor	Ordem	Espaço	Tempo	Dinâmica	Plástica
Processo que envolve grande diversidade de microrganismos	Doenças de pele, coceiras, e outras doenças, contaminação das lavouras	Impacto Negativo	Impacto direto	Impacto local	Impacto a curto prazo	Impacto cíclico	Impactos reversíveis
Metais Pesados							
Substâncias descartadas incorretamente nas águas residuárias. Dieta do ser humano, medicamentos, outros	contaminação do solo	Impacto negativo	Impacto direto	Impacto local	Impacto a médio prazo	Impacto permanente	Impacto irreversível
Resíduos sólidos dispostos de forma e em área inadequada							
Descarte inadequado de resíduos	Contaminação do solo, risco a saúde das pessoas, ponto de multiplicação de vetores e outros animais	Impacto negativo	Impacto direto	Impacto local	Impacto a curto prazo	Impacto permanente	Impactos irreversíveis

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 6 - Impactos Ambientais na economia local, regional e nacional

Economia Local, Regional e Nacional							
Reúso do efluente da ETAR							
		Critério de					
Causa	Efeito	Valor	Ordem	Espaço	Tempo	Dinâmica	Plástica
Reúso do efluente da ETAR para irrigação	Uso de água menos salina nas plantações. Favorecimento de circulação de doenças de veiculação hídrica	Positivo e negativo, já que alguns padrões estão fora dos limites legais	Impacto direto	Impacto nacional	Impacto a curto prazo	Impacto temporário	Impacto reversível

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 7 - Impactos Ambientais na estrutura física

Estrutura Física							
Segurança							
		Critério de					
Causa	Efeito	Valor	Ordem	Espaço	Tempo	Dinâmica	Plástica
Livre acesso ao terreno, via portões e adjacências	Livre acesso da população ao local, exposição a perigos e riscos, configurando um ambiente propício a descarte de resíduos sólidos indevidamente	Impacto negativo	Impacto direto	Impacto local	Impacto a curto prazo	Impacto temporário	Impacto reversível
Estética							
Resíduos sólidos descartados na área, eutrofização e assoreamento das lagoas	Poluição visual	Impacto negativo	Impacto direto	Impacto local	Impacto a curto prazo	Impacto temporário	Impacto reversível

Fonte: Da autora, 2018.

4.4 Política Ambiental

Para que os impactos ambientais levantados sejam geridos de forma adequada são necessárias ações de remediação ou mitigação. Nos empreendimentos a adoção uma postura mais correta ambientalmente é precedida pela definição de como a equipe vai balizar as escolhas, assim, diz-se que a empresa está a adotar uma política ambiental (SÁNCHEZ, 2006). Sob esta, se assentarão as tomadas de decisão de todas as atividades, em todos os setores e níveis. É preciso haver também a definição dos seus princípios bem como as razões do empreendimento existir, definidos por seus objetivos, sua missão e valores.

Visando a melhoria dos aspectos ambientais da ETAR de Infulene, com base nos estudos da legislação pertinente, foi desenvolvido para fomentar o traçado do Plano de Gestão Ambiental:

- Como objetivos:
 - Buscar a melhora contínua do saneamento, como tecnologia fundamental para prevenção de doenças de veiculação hídrica (hepatite A, cólera, diarreia, malária. etc.);
 - Foco integral na satisfação da legislação vigente e do usuário do serviço;
 - Melhoria da qualidade de vida, conservação e preservação ambiental;
 - Responsabilidade socioambiental;
 - Gestão de alto nível;
 - Valorização dos empregados;

- Como missão:
 - Fomentar maior envolvimento da comunidade local com as questões do saneamento do meio a partir do tratamento das águas residuárias e ampliar sua abrangência, contribuindo para o desenvolvimento ambiental, econômico e social.

- Como visão:
 - Compromisso com a comunidade local;
 - Responsabilidade;
 - Confiança;

- Ética;
 - Dedicção
-
- Como valores:
 - Satisfação da legislação, do cliente, dos munícipes e demais parceiros, sempre pautando a sustentabilidade ambiental, fazendo a diferença real no lugar onde está, em todos os seus processos e atividades.

 - Como Política Ambiental:
 - Realizar ações a fim de preservar o meio ambiente, prevenir danos ambientais e promover o consumo consciente do recurso hídrico.

 - Como Princípios
- 1º - O objetivo é o de prevenir e o de diminuir a poluição e outros danos ambientais, a partir da visão do uso eficaz de energia;
 - 2º - Preconizar o desenvolvimento em concordância com todos os requisitos ambientais e energéticos, por parte do empreendimento e seus usuários;
 - 3º - Investir em pesquisa e desenvolvimento contínuo de processos eficazes;
 - 4º - Acompanhar a direção da ETAR de Infulene, na verificação periódica do cumprimento do Sistema de Gestão Ambiental, adequando-o quando necessário, mantendo o compromisso de cumprir os aspectos legais e outros requisitos que contam também com a preparação e atendimento a emergências ambientais;
 - 5º - Comunicação clara e aberta com todas das partes interessadas. Colaborar com os órgãos governamentais e assembleias populares/comunitárias, garantindo a disponibilidade de informação.

4.5 Medidas mitigadoras e compensatórias

- Ruídos: medidas de regulação e calibração dos veículos, uso de veículos mais silenciosos;
- Qualidade do ar: plantio e manutenção de cerca viva com espécies fixadoras de nitrogênio e de alta absorção de carbono, umedecimento da estrada interna da ETAR,

uso de motores eficientes e regulados para menos despejo de gases, usar sistema de filtro nos caminhões

- Qualidade da Água: melhoria da eficiência no tratamento da ETAR, principalmente para remoção de fósforo e nitrogênio, readequação dos tratamentos primários e secundários, trabalho de conscientização junto aos agricultores quanto ao uso da água da ETAR nas condições atuais e realizar os despejos na unidade de pré-tratamento para que a areia seja retirada, sujeitar o efluente a um tratamento terciário para retirar mais micropoluentes, trabalhar com a comunidade local do rio Infulene a fim de buscar melhores práticas do uso de água e esgotamento sanitário na bacia daquele rio;
- Solo: melhoria da eficiência do sistema existente na ETAR, implementação de uma etapa terciária no processo, promoção de mobilização socioambiental e educação ambiental junto aos atores locais, realizar a limpeza da área, adequação do manejo das terras, treinamentos em caso de acidentes naturais frequentes, como as enchentes;
- Economia Local, Regional e Nacional: trabalho persistente de mobilização socioambiental com as comunidades locais da bacia do rio Infulene, melhora na eficiência da ETAR, otimização do acesso ao efluente pelos produtores, adequação do manejo das terras, treinamentos em caso de acidentes naturais frequentes, como as enchentes;
- Segurança: melhoria da gestão interna da ETAR, assegurar funcionário 24 h/dia, limpar os resíduos sólidos da planta da ETAR, instalar uma estrutura de cercamento lateral;
- Impactos Estéticos e Visuais: ação de educação ambiental junto à população, limpeza da área da ETAR, instruir despejo dos caminhões de águas residuárias antes da etapa de pré-tratamento, implementar projeto harmônico-paisagístico no local.

4.6 Programa de Gestão Ambiental e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental

O traçado deste plano de gestão ambiental possibilitará o início dos trabalhos de adequação do tratamento de águas residuárias em consonância com as leis vigentes, tanto no aspecto civil, trabalhista, ambiental, procurando trabalhar também com leis de segurança alimentar, visto que seu efluente é reaproveitado para produção de alimentos.

O plano de ação prevê 4 anos de implantação, pois os processos de adequação ambiental e de mobilização social são lentos e atualmente não há cobrança pelo serviço, dificultando o acesso a financiamento. Os objetivos e metas seguem nos Quadros de 8 a 16:

Quadro 8 - Objetivos e Metas 1

Metas	Reabilitação do tratamento preliminar e substituição das bombas das elevatórias
Descrição	Limpeza das calhas e outros drenos, reabilitação da grade grossa e instalação de uma nova grade fina, compra e instalação das duas bombas
Prazos	Colocar o tratamento preliminar em funcionamento até o mês 06 do 01 e substituir as bombas elevatórias até o mês 12 do ano 03
Responsáveis	DNA
Indicadores	Serviço concluído

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 9 - Objetivos e Metas 2

Metas	Instalação de equipamento de acompanhamento de vazão de entrada e saída e laboratório equipado e habilitado.
Descrição	A instalação da Calha Parshall para possibilitar o registro da vazão de entrada e saída, e o laboratório para realizar o acompanhamento dos parâmetros da qualidade das águas do rio Infulene
Prazos	Instalação da Calha Parshall até o mês 12 do ano 01 e conclusão do laboratório até dezembro do ano 03.
Responsáveis	DNA e financiador particular, captado ou não por edital
Indicadores	Serviço concluído

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 10 - Objetivos e Metas 3

Metas	Mobilização socioambiental dos consumidores e usuários das águas do rio Infulene
Descrição	Contratar empresa específica para mobilização sócio ambiental da população usuária do rio Infulene, a fim de contribuir para o manejo comunitário do recurso natural em sua plenitude. Criar um Grupo Ativo, com pelo menos 51% dos usuários a fim de manejar o recurso hídrico de forma coletiva e consciente fazendo cumprir a responsabilidade da população no manejo comunitário dos recursos naturais
Prazos	Contratação da empresa privada até o mês 01 do ano 01. Criação do grupo ativo até o mês 12 do ano 01
Responsáveis	DNA, Empresa Privada, Instituições de Ensino, ONGs e Comunidade Local
Indicadores	Contrato assinado entre as partes envolvidas e lista de presença durante ações de mobilização socioambientais

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 11 - Objetivos e Metas 4

Metas	Aumentar a segurança local
Descrição	Habilitação do sistema de guarita 24 h/dia a fim de identificar e registrar todo o fluxo de entrada e saída da ETAR de Infulene. Realizar obras de cercamento e identificação do local com placas. Instalar placas de orientação de circulação interna.
Prazos	Habilitação da guarita, até o mês 06 do ano 02. Criar meios mais seguros de acesso ao local até o mês 06 ano 03
Responsáveis	DNA, Empresa Privada, ONGs, Grupo Ativo e Comunidade Local
Indicadores	Serviço concluído

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 12 - Objetivos e Metas 5

Metas	Diminuir a quantidade de resíduos sólidos na planta da ETAR, promovendo a limpeza adequada do terreno e trabalhar em conjunto com os agricultores, criando uma rede de vigilância para eliminar o descarte indevido no local
Descrição	Promover dias de sensibilização e conscientização ambiental em conjunto com a contratação de empresa específica para retirada dos resíduos dispostos inadequadamente no local e promover educação ambiental local
Prazos	Limpeza do local até o mês 12 do ano 01 e a formação da rede de vigilância até o mês 06 do ano 02
Responsáveis	DNA, Empresa Privada, Canais de Comunicação Oficial de Maputo, Agricultores, Grupo Ativo, Comunidade Local e outros
Indicadores	Serviço concluído e listas de presença durante ações de mobilização socioambientais

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 13 - Objetivos e Metas 6

Metas	Melhorar a conservação das nascentes do rio Infulene
Descrição	Realizar em conjunto com o grupo ativo a preservação e conservação das regiões de nascentes do rio Infulene com contratação de empresa privada específica para cercamento das nascentes em cooperação com o grupo ativo
Prazos	A ação deve ser concluída até o mês 12 do ano 03
Responsáveis	DNA, Empresa Privada, Grupo Ativo e Comunidade Local
Indicadores	Serviço concluído e listas de presença durante ações de mobilização socioambientais

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 14 - Objetivos e Metas 7

Metas	Revitalizar das matas ciliares do rio Infulene
Descrição	Realizar junto ao Conselho Municipal, o grupo ativo, escolas e outras entidades, como as agências de fomento a revitalização das matas ciliares ao longo dos 24 km do rio Infulene uma ação escalonada de plantio de mudas nativas para recomposição da mata ciliar em conjunto com ações de educação ambiental
Prazos	A revitalização deverá estar plenamente concluída no mês 06 do ano 03
Responsáveis	DNA, Empresa Privada, Instituições de Ensino, Grupo Ativo, ONGs, Comunidade Local e outros
Indicadores	Serviço concluído e listas de presença durante ações de mobilização socioambientais

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 15 - Objetivos e Metas 8

Metas	Elaborar, incrementar e implementar o Plano de Emergência interno e externo à ETAR.
Descrição	Criar, aprovar e implementar o Plano de Emergência interno e externo à ETAR Contratação de serviço específico e qualificado para e
Prazos	O limite será o mês 06 do ano 02.
Responsáveis	DNA, todos os envolvidos na ETAR, Empresa Privada, Grupo Ativo e Comunidade local
Indicadores	Serviço concluído e listas de presença durante ações de assembleia pública

Fonte: Da autora, 2018.

Quadro 16 - Objetivos e Metas 9

Metas	Concorrer a editais internacionais de fomento
Descrição	Institucionalização de parcerias que permitam financiar a implantação das melhorias descritas no plano
Prazos	Realizar uma proposta até o mês 06 do ano 4
Responsáveis	DNA, Instituições de Ensino, ONGs, Grupo Ativo e Comunidade Local
Indicadores	Qualidade do material e número de submissões realizadas

Fonte: Da autora, 2018.

5. MANUAL DE GESTÃO AMBIENTAL

A fim de assegurar que tudo o que foi estabelecido seja cumprido em todos os níveis, é imprescindível haver cooperação para que o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) seja instituído em sua plenitude a fim de que os impactos ambientais negativos sejam mitigados ou extintos. Caberá aos mesmos a responsabilidade de zelar para que haja comunicação imediata de qualquer falha no processo ou sua iminência, assim as mesmas poderão ser corrigidas no menor tempo possível.

Todos dentro da ETAR, os usuários dos seus serviços, agricultores e outros colaboradores terão uma função estabelecida, assim do maior ao menor cargo, todos serão responsabilizados pelas intercorrências de seus lugares. Caberá ao:

- Engenheiro Ambiental: Acompanhar e atualizar a documentação, os impactos ambientais e o Plano de Gestão Ambiental. Responsável por toda a logística investigativa e corretiva dos processos de impactos ambientais, em observância às normas de segurança, de higiene, de proteção do ambiente e dos procedimentos técnicos.
- DNA / Gerência: Participar ativamente, motivando os funcionários, colaboradores e demais envolvidos a cumprir o Plano de Gestão Ambiental. Prestar todo o apoio interno e externo ao Engenheiro Ambiental, buscando e cobrando constantes melhorias no processo. Estabelecer parcerias com investidores nacionais e internacionais a fim de melhorar o sistema de esgotamento sanitário. Zelar e viabilizar a participação coletiva das comunidades locais.
- Funcionários do quadro geral: Fazer cumprir o Plano de Gestão Ambiental dentro de seus setores, comunicando imediatamente qualquer falha processual, colaborar de forma ativa-criativa na solução de possíveis problemas e aperfeiçoamento de problemas. Cobrar a existência e participar de treinamento periódicos.
- Funcionários operadores da ETAR: Observar e cumprir o Plano de Gestão Ambiental. Desenvolver operações básicas de uma estação de tratamento de águas residuárias, além de procedimentos técnicos, com análises físicas e químicas, aferição e regulação dos parâmetros de análises.
- Usuários: Fazer o uso consciente do recurso hídrico e descartá-lo de forma adequada, para colaborar com o processo do tratamento adequado das águas

residuárias, além de cobrar por transparência de gestão e informações constantes sobre o serviço. Cobrar ações de educação ambiental e ser parceiro da ETAR em ações correlatas.

- Agricultores: Zelar para que o ambiente da ETAR seja seguro, participar ativamente do grupo formado a fim de manejar corretamente o recurso natural cedido pelo governo de Moçambique. Exigir relatórios periódicos da qualidade do efluente da ETAR. Cobrar ações de educação ambiental e ser parceiro da ETAR em ações correlatas.

Além das responsabilidades de cada agente, o manual deverá:

- Conter noções básicas de saneamento, informações técnicas para compreensão dos parâmetros operativos da ETAR, número de contato da ETAR para comunicação de qualquer irregularidade, dúvida ou denúncia;
- Ser distribuído a cada agente acompanhado de um processo formativo para que haja compreensão total do seu conteúdo;
- Ser formulado e editado até o mês 06 do ano 01, submetido à aprovação da DNA. Não havendo correções a fazer, deverá para impressão e distribuição conjunta com a equipe de mobilização social contratada para a ocasião, que fará a escolha do melhor método pedagógico para tal.
- Ser posto em revisão anualmente, havendo adequação legislativa ou outra, uma nova tiragem deverá ser realizada e disponibilizada para todos os agentes. Poderá ser proposto um ambiente online de feedback anônimo ou não para que opiniões sejam dadas sem que haja represálias ao agente.

6. INSTRUÇÕES OPERATIVAS - PLANO EMERGENCIAL

Todos os agentes deverão passar por processos de educação ambiental formal e informal, bem como treinamentos diversos. Os funcionários deverão compreender profundamente os aspectos ambientais, sobre o funcionamento do seu setor e deste com o todo e o estímulo é para que o aprendizado seja um processo permanente, com a experiência, que só é desenvolvida no dia a dia.

Todos os frequentes na ETAR deverão estar de calças compridas, calçado fechado, no caso de manuseio direto ou nas proximidades, luvas. Os equipamentos usados

deverão ser higienizados e estocados em locais adequados, para que não contaminem os outros ambientes.

Em caso de queda ou afogamento nas lagoas: o funcionário de plantão deve lançar imediatamente uma boia salva vidas para que o sujeito seja retirado com o menor tempo decorrido possível entre a queda e a ação de socorro. Para isso, os funcionários de posto deverão passar por aulas de primeiros socorros básicos para prestar socorro da forma adequada. Após a retirada do sujeito, deve-se entrar em contato imediato com o serviço de urgência do Hospital próximo para que se receba atenção médica adequada.

Em caso de enchentes e inundações: a planta deve ser evacuada imediatamente assim que detectado volume de chuvas acima do normal e a possibilidade de extrapolação de vazão suportada. O funcionário de plantão fará soar um alarme de emergência objetivando comunicar o risco aos agricultores e demais usuários a jusante para que estes possam sair de suas áreas também. Não havendo tempo útil para a retirada, as pessoas deverão seguir com colete salva vidas para o ponto mais alto da planta, a torre de vigia. É necessário que os kits de sobrevivência estejam sempre dentro do prazo de validade e acessíveis. É importante que o funcionário seja capaz de manter a calma e estimular a tranquilidade do ambiente já em stress. É preciso que os funcionários sejam treinados para as ações e para lidar com pessoas asmáticas, cardíacas, diabéticos e também questões psicológicas-comportamentais. É necessário capacitar a população próxima para que estes também saibam como proceder.

Contaminação de hortaliças por microrganismos: deve-se promover ações de mobilização social socioambientais, a fim de informar a forma correta de utilizar a água residuária na agricultura, principalmente para o consumo dos alimentos crus. Promover informe nos rádios sobre a higienização correta dos alimentos para prevenir e diminuir a incidência de contaminações. Todos os agentes deverão ser capacitados a prestar atenção primária, para isso devem ser capazes de identificar as doenças mais comuns. Havendo casos de contaminação de pessoas, as autoridades médicas devem ser imediatamente contatadas, assim como a direção da ETAR.

7. CONCLUSÃO

Ainda que as Estações de Tratamento de Águas Residuárias sejam equipamentos extremamente importantes para cumprir a disposição dos esgotos de forma segura, a má operação destas trazem uma gama de consequências devastadoras ao meio ambiente. A ETAR de Infulene precisa ser adequada de forma imediata, devendo considerar principalmente o fato

de estar alocada em zona costeira, com solo de aluvião e sujeita a inundações e outros desastres naturais. Os principais constrangimentos são a falta de boa governança ambiental, a falta de mão de obra qualificada e a falta da participação ativa da comunidade local.

O Plano de Gestão Ambiental de curto prazo é tangível e terá um custo mais baixo se comparado ao alto investimento financeiro para que todas as ações necessárias de adequação da ETAR aconteçam, uma vez que lida com ações pontuais iniciais e não tão abrangentes. Espera-se que o Conselho Municipal de Maputo, o Departamento de Água e Saneamento e o Povo moçambicano se comprometam verdadeiramente para que a ETAR, de forma gradual, além de ter alguns de seus impactos negativos mitigados, tenha uma melhor gestão ambiental e energética.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001:** Sistema de Gestão ambiental – Diretrizes. Rio de Janeiro, 2015.

AGÊNCIA LUSA. Eleições gerais em Moçambique a 15 de outubro de 2019. **Deutsch Welle**, Maputo, 11 abr. 2018. Disponível em < <https://www.dw.com/pt-002/elei%C3%A7%C3%B5es-gerais-em-mo%C3%A7ambique-a-15-de-outubro-de-2019/a-43347597>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

CALTRAN, I. *Characterization of the central wastewater treatment plant of Maputo (Mozambique)*. 2014. Additional Thesis. TU Delft. 2014.

CESAN. **Apostila de Tratamento de Esgoto**. 2013. [S.l.:s.n.]. 15 p. Disponível em <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf>. Acesso em 03 de dez. 2018.

CLIMA de Maputo. **CLIMATE DATA**, 2018. [S.l.]. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/africa/mocambique/maputo/maputo-535/>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

CMM. Conselho municipal de Maputo. **Estratégia Nacional dos Recursos Hídricos**. Aprovado na 22ª Sessão do Conselho de Ministros de 21 de agosto de 2007. Disponível em: <<http://www.dnaguas.gov.mz/lib/legislacao>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

CMM. Conselho Municipal De Maputo. **Informe sobre drenagem e Saneamento na Cidade de Maputo**. Maputo, 05 de Julho de 2012.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Ver. e atual. 2V. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 859 p.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 1995.

LINS, G. A. **Impactos ambientais em estações de tratamento de esgotos (ETE's)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli491.pdf>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

LOVELOCK, J. **Gaia: alerta final**. 1919. Tradução de Vera de Paula Assis e Jesus de Paula Assis. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2010. 264 p.

MARCATTO, C. **Educação ambiental: conceitos e princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 64 p.: il. Disponível em: <<http://jbb.ibict.br/handle/1/494>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MATIAS *et al.* *Sulfide Formation and its Impacts on a Sewer system of a Developing Country – A Case Study in Maputo, Mozambique*. In: *13TH INTERNATIONAL*

CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, SARAWAK, 2014, Malaysia. Anais... Malaysia, 2014. 1 CD-ROM.

MICOA. Ministérios para a Coordenação da Ação Ambiental. **Estratégia Nacional das Mudanças Climáticas (2013 – 2025)**. Moçambique, 2012. Disponível em <<https://bit.ly/2L1B7RO>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Lei das Águas. **Lei n. 16 de 3 de agosto de 1991**. Disponível em <http://www.dnaguas.gov.mz/lib/legislacao/Lei_de_aguas_1991.pdf>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Lei do de Terras. **Lei n. 19 de 1º de outubro de 1997**. (1997a). Disponível em <<https://bit.ly/2RDD0Xo>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Lei do Ambiente. **Lei n. 20 de 1º de outubro de 1997**. (1997b). Disponível em <<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/moz111375.pdf>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Política Tarifária da Água. **Lei n. 60 de 23 de dezembro de 1998**. Disponível em <http://www.cra.org.mz/politica_tarifaria.pdf>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. **Decreto-Lei n. 30 de 1º de julho de 2003**. Disponível em: <<https://bit.ly/2RCx80u>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Poluentes. **Decreto-Lei nº 18 de junho de 2004**. Disponível em <<https://bit.ly/2rlbrqf>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Política Nacional de Águas. **Resolução n. 46 de 30 de outubro de 2007**. Disponível em <<http://www.cra.org.mz/Politica%20de%20Aguas%20de%202007.pdf>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Plano Estratégico de Água e Saneamento Rural. **Decreto-Lei n. 258 de 30 de dezembro de 2010**. Disponível em <<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ang122226.pdf>>. Último acesso em 03 dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Política e estratégia nacional de descentralização 2016-2019. **Resolução 40 de 20 de dezembro de 2012**. Disponível em <<https://bit.ly/2KZFkVO>>. Último acesso em 03 dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. Instituto Nacional de Estatística. **Censo Demográfico, 2017**. Disponível em <<http://www.ine.gov.mz/operacoes-estatisticas/censos/censo-2007/censo-2017/divulgacao-de-resultados-preliminares-do-iv-rgph-2017.pdf/view>>. Acesso em 03 dez. 2018.

MOÇAMBIQUE. **Portal Oficial do Governo**. Disponível em: <<http://portaldogoverno.gov.mz>>. Acesso em 03 dez. 2018.

MOPH. Ministério das Obras Públicas e Habitação. **Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano, 2011-2025**. Maputo, novembro de 2012. Disponível em <<https://bit.ly/2QfGSRT>>. Último acesso em 20/11/2018.

MUHATE E MORAIS, 2016.GOMES, J M C. Contribuição para o estudo de sistemas de tratamento de água a adoptar em zonas economicamente desfavorecidas. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011. Disponível em <https://run.unl.pt/bitstream/10362/5654/1/Gomes_2011.pdf>. Acesso em 20/11/2018.

OMS. Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global. **OPAS/OMS Brasil**. 20 de nov. 2014. Disponível em <<https://bit.ly/2BeNByU>> Acesso em 03 de dez. 2018.

OMS. 2,1 bilhões de pessoas não têm água potável em casa e mais do dobro não dispõem de saneamento seguro. **OPAS/OMS Brasil**. 17 de jul. Brasil, 2017. Disponível em <<https://bit.ly/2KkDPof>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

REBELO, C. M. C. **Avaliação Ambiental Estratégica e Avaliação de Impacte Ambiental na África Oriental**: Um caso de estudo aplicado ao saneamento básico. Dissertação (Doutorado em Ciências do Mar) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2Lvmje8>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495 p.

SILVA, R. Moçambique: falta água em Maputo. **Deutsch welle**, Maputo, 10 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-002/mo%C3%A7ambique-falta-%C3%A1gua-em-maputo/a-37080619>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SPERLING, M. von. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. V. 2. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 211 p.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

TEARFUND MOÇAMBIQUE. **Análise Contextual sobre HIV/SICA, Água e Saneamento, Gestão de Desastres Naturais**. Tearfund Moçambique – Advocacia e Mudanças Climáticas. Maputo, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2QGL0u8>>. Acesso em 03 de dez. 2018.

ANEXO A: Padrões de emissão de efluentes líquidos domésticos. ANEXO IV do Decreto 18/2004 (MOÇAMBIQUE, 2004).

Quadro 17 - Padrões de emissão de efluentes líquidos domésticos

Parâmetro	Valor máximo admissível	Unidades	Observações
Cor	Diluição 1:20	Presença/ausência	
Cheiro	Diluição 1:20	Presença/ausência	
PH, 25° C	6,0 – 9,0	Escala de Sorensen	
Temperatura	35° C	° C	Aumento no meio receptor
Demanda química de oxigênio (DQO)	150,0	mg/l O ₂	
Sólidos suspensos totais (SST)	60,0	mg/l	
Fósforo total	10,0	mg/l	3 mg/l em zonas sensíveis
Azoto (nitrogênio) total	15,0	mg/l	

Fonte: Adaptado de: ANEXO IV do Decreto n° 18/2004, 2004.

ANEXO B: Registos fotográficos da visita à ETAR de Infulene em Maputo, Moçambique. Novembro de 2015.

Figura 8 - Acesso a ETAR, Estrada da Machava, Maputo - Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 9 - Vista lateral da lagoa anaeróbia A1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 10 - Calha condutora do tratamento preliminar da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 11 - Lagoa anaeróbia A1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 12 - Despejo de águas residuárias oriundas de fossas na lagoa anaeróbia A1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 13 - Ponto de passagem do efluente da lagoa anaeróbia A2 para a lagoa facultativa F2 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 14 - Vista da lagoa facultativa F1 da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 15 - Vista de parte da área agrícola e a fábrica de cerveja 2M ao fundo. Vista da lateral da ETAR de Infulene, Maputo, Moçambique



Fonte: Da autora, 2015.